

有關跳馬前手翻、屈體前手翻、挺身騰越等三種跳法之運動構造分析及比較

廖諸易

臺北醫學院 體育衛生組

一、緒 論

跳馬器械自第十六屆墨爾本世運會，其尺寸由 1.80^M 的長度改為 1.60^M，其高度亦因跳馬的長度縮短，而增加五公分，成為 1.35^M 的高度。並且，跳板採用羅以路式，具有相當的彈性。由於使用這種跳板，使若干前手翻的動作能夠輕易演出。甚至如前手翻轉體 360°、側翻後空翻動作，都要有充分的速度及彈性才能做出。固然，這些獨創性動作與個人資質有關，然而，若非羅以路式跳板的彈性使其相得益彰，焉能在跳馬技術上開拓新的局面（註 1）。

近十年來，跳馬運動比賽動作選擇的趨勢，自 1964 年東京世運會，由日本選手山下治廣，創造山下跳（Yamashita）以來，新衍生的動作，諸如附加前空翻或轉體 360° 的動作，不斷產生。墨西哥世運會，又由日本選手塚原，獨創側翻轉體 1/4 團身後空翻的跳法，曾受到注目。直到慕尼黑世運會，蘇聯選手安得里亞諾夫，由舊有傳統性的前手翻，從手撐後重心到最高點瞬間再加前空翻的跳法，則更為生動。像這種由手撐後重心在第二飛躍的最高點與橫軸或長軸的迴轉（空翻、轉體）動作所組合而成的複合性動作，乃促成近代跳馬運動技術改觀的主要動力。

跳馬運動的價值，乃表現第二飛躍身體重心盡可能達到最高點，得能在這一瞬間爭取其空翻或轉體的空間。根據上述的觀點，為徹底瞭解這三種跳法的優劣及其發展性，乃促成本篇亟欲探討的主因。

二、跳馬運動的分類體系與運動構造

德國的配尼修（Ponisch, H.）曾引述如下：器械運動的跳躍與田徑運動的跳躍或魚躍的運動形式互相對照，即這些跳躍的形式與器械上的補助支撐相結合的運動。亦即跳躍能力與支撐能力的調和為其主要特徵（註 2）。

做為競賽的支撐跳躍運動的一般運動構造，有以下的區分：①助跑、②準備踏板、③踏板、④第一空間局面、⑤手撐、⑥第二空間局面、⑦落地。像這種近代的支撐跳躍運動，以手撐為中心，區分為跳上及跳下。其成果表現在第二局面的高大。第二局面則視第一局面的各種條件中，助跑要素、踏板要素與手撐要素是否達到最大限度並能充分調和以為定。（註 3）。

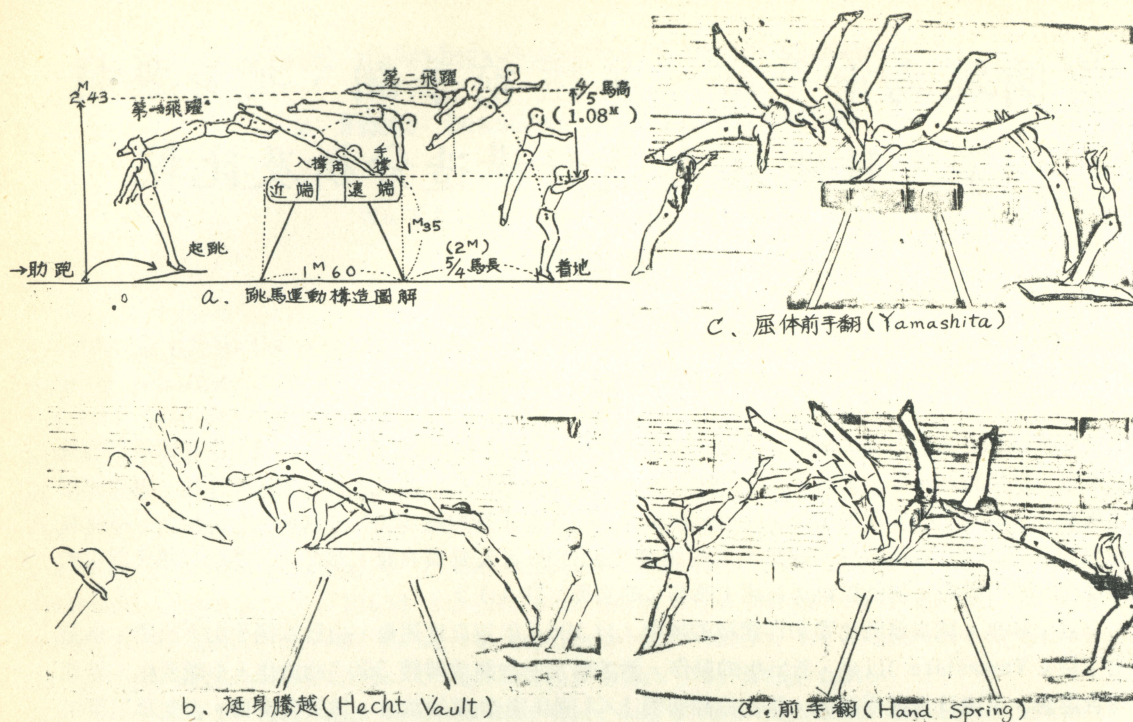
跳馬運動的分類，除手撐近端或遠端之外，動作分為騰越系與翻越系（註 4）。但國際體操評分規則，却把跳馬騰越種類分為下列五種系統：（註 5）

I = 多少類似系統之騰越種類，II = 側手翻系，III = 前手翻系，IV = 屈體前手翻系，V = 挺身騰越系。

跳馬的運動構造，必須從動作形態構成要素與技術構成要素來瞭解。前者是以身體在空間位移的形態來做為基礎，使它更為明確。後者是由運動過程的機能的形態時間、力的構造方面去加以研究（註 6）。有關跳馬運動構造，參照圖一 a 說明：

助跑（Running）是發揮速度，並與跳遠同樣需要恰當的步點作用在跳板上起跳。20 公尺限制的距離，皆要求合適的步點，做有效的助跑。一般為 13～14 步。

起跳（Take-off）的強度與體角是操縱跳躍的因素。並以單腳跳起，雙腳落於跳板，此瞬間身體體角是根據速度及起跳的強弱來決定體角的大小。



圖一

第一飛躍 (Preflight) 是身體離開跳板，改變體位後擺，到手撐馬背的瞬間。體線與馬背成 30° 角以上才合乎規則要求 (註 8)。

手撐 (Contact) 被稱為第二起跳。為了有效的推撐，手撐馬背的瞬間其手臂與上體所形成的角度必須是鈍角 (註 7)。並且其入撐角及推撐巧拙成為動作的關鍵。

第二飛躍 (Afterflight) 是手撐後重心的高度及飛躍速度成果的表現。第二空間飛躍的身體姿勢 (團身、挺身、屈體、空翻或轉體) 的變化，是判別跳馬運動的種類。規則要求第二飛躍臀部高度需 $4/5$ 馬高 (註 9)，為 1.08^m 。

着地 (Landing) 是集助跑、起跳、飛躍、手撐及空間動作的完成。着地距離，跳近端動作需一馬長，跳遠端的動作需 $5/4$ 馬長 (註 9)。參照圖一. a。

三、研究方法

日本體操技術權威學者金子明友與蘇聯的烏庫蘭，這兩位教授對於運動構造分類體系的精闢探討，使得體操運動走向科學化的研究。國內如果也能站在這種觀念上，多予研究，將對指導法方面的改進大有益處。為容易掌握運動技術，獲得正確的運動經驗，提高運動能力，必須藉助有系統的科學分析。站在理解構造體系論上，對於這三種跳法的運動構造之相似性及獨特性問題，如利用實驗方法加以考察，則有關跳馬運動所含的許多問題，自可迎刃而解。

跳馬運動其動作最顯著的差異是：第二飛躍的高度、速度及屈伸體勢的變化。由經驗與規則的要求，可體認這種跳法的第一飛躍的手撐瞬間入撐角需 30° 以上。如果把助跑與第一飛躍的條件除外時，原則上可想像其存在的問題僅有第二飛躍的變化。為了更明確的瞭解手撐及第二飛躍其挺身與屈體之間究竟存着何種差異，乃以攝影法實驗加以考察。

由攝影法可獲悉這三種跳法全動作過程的脚尖點、髖點及肩點的軌跡形態與入撐角、飛躍高度與速度等。藉着這些有效資料，可瞭解：

①從運動構造的形態探討這三種跳法的特徵。

②手撐馬背的瞬間其入撐角與飛躍之間有何關連。

③從機能側面觀察，腰的屈伸與翻轉與否，對其飛躍的高度與速度含有何種意義。

實驗方法

①測驗日期：民國六十三年八月二十日。

②被測者係選自台北體專體操隊中對以上三種跳法純熟的選手六名，做為研究對象，經拍攝後選取最好二名。

③採用國際體操協會認定之日本勢能（Senoh）所製之標準跳馬（馬高 1^M35，馬長 1^M60）與羅以踏式跳板，於跳馬平行距離一公尺背景的牆上置七公尺長、三公尺五十公分高的座標（方眼 10 公分見方），並在對側距離跳馬五公尺處之正面安置 16 釐米攝影機（每秒 24 張），使起跳點、着地點與座標高度之距離與攝影機取得對稱固定位置，鏡頭隨整個動作過程平行移動拍攝。

④選手着白色體操服，在股骨大轉子上方髖白點貼黑膠布為記號，此點本篇暫定為髖點。

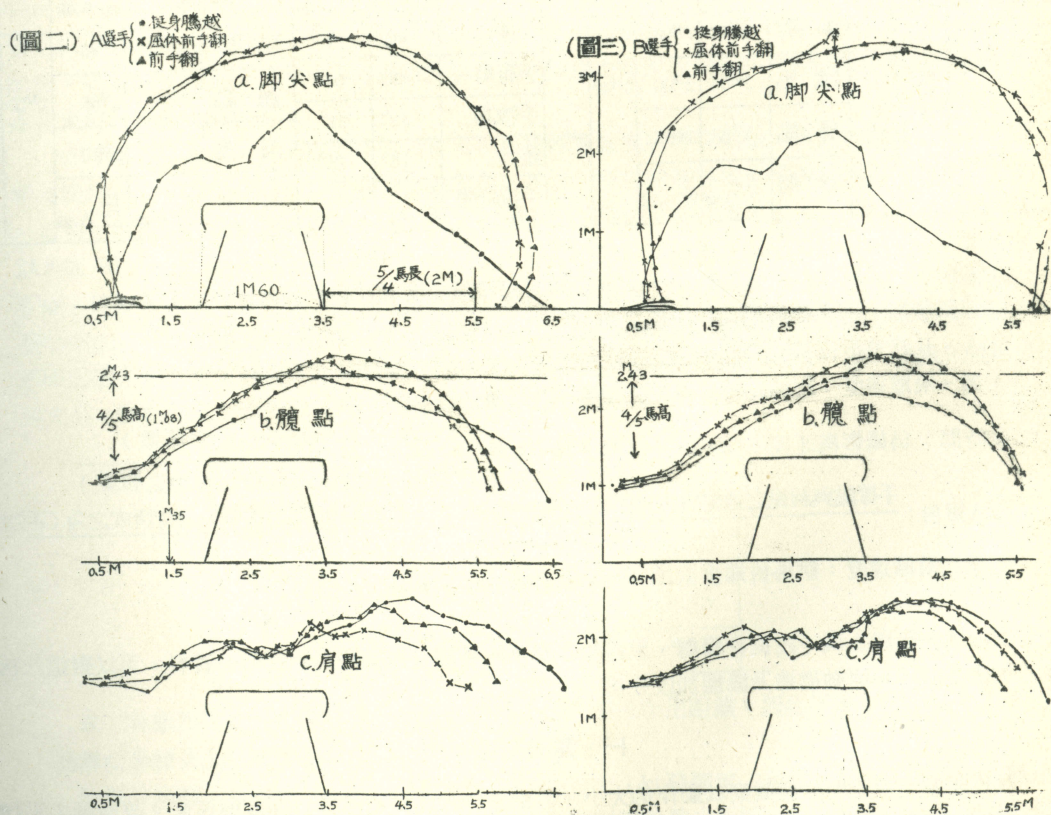
⑤選擇挺身騰越、屈體前手翻、前手翻三種跳法，令被測者先行試做數次後，再正式拍攝。

⑥把全體影片用 16 釐米剪接機器觀察這三種動作，選出跳法較優者二人（一為大專體操賽跳馬冠軍，見圖一 b. c. d.；另一為對這三種跳法較熟練穩定者）。

⑦繪製腳尖點、髖點及肩點之軌跡圖（圖二、圖三之 a. b. c.）。根據攝影比例與座標，觀測身體各點之最高點及速度，手撐點與肩點、髖點所成的角度（見表一），做為動作比較分析之依據。

⑧根據拍攝的速度 1/24 sec（即一秒拍 24 張）。及運動構造的各段過程所佔張數，計算其時間。

A、B 二位被測者三種跳法之腳尖點、髖點及肩點之軌跡比較



四、分析與檢討

根據前述方法，實施挺身騰越、屈體前手翻、前手翻三種跳法所得結果（如表一）。

表 一

運動構造 量數 動作	起 跳		第 一 飛 躍				手 撐			第 二 飛 躍					
	體 時 數	角 間	最 高 點			速 度		入 撐 角			最 高 點		速 度		
				A	B	A	B		A	B		A	B	A	B
挺身騰越	30° 4 25 0.16	30° 3 24 0.13	脚尖點	1 ^M 85	1 ^M 65	2 ^M 40	2 ^M 60	入撐角 $\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$	32°	40°	脚尖點	2 ^M 43	2 ^M 35	3 ^M 00	2 ^M 50
			髖 點	1 ^M 85	1 ^M 92			手肩角 θ_1	40°	50°	髖 點	2 ^M 43	2 ^M 23		
			肩 點	1 ^M 80	1 ^M 90			手腕角 θ_2	25°	30°	肩 點	2 ^M 55	2 ^M 45		
			時 間	4 25	5 24			差 $\theta_1-\theta_2$	15°	20°	時 間	13 25	13 24		
			0.16	0.13	0.16			0.17	0.16	0.13					
屈體前手翻	40° 4 26 0.15	25° 3 27 0.11	脚尖點	2 ^M 68	3 ^M 10	2 ^M 40	2 ^M 40	入撐角	44°	48°	脚尖點	3 ^M 53	3 ^M 55	2 ^M 40	2 ^M 20
			髖 點	1 ^M 95	2 ^M 13			手肩角	50°	55°	髖 點	2 ^M 68	2 ^M 66		
			肩 點	1 ^M 88	1 ^M 90			手腕角	39°	42°	肩 點	2 ^M 23	2 ^M 45		
			時 間	5 26	7 27			差	11°	13°	時 間	12 26	13 27		
			0.15	0.11	0.16			0.26	0.16	0.18					
前手翻	35° 3 26 0.11	30° 3 27 0.11	脚尖點	3 ^M 00	2 ^M 92	2 ^M 40	2 ^M 35	入撐角	40°	41°	脚尖點	3 ^M 53	3 ^M 45	2 ^M 50	2 ^M 20
			髖 點	2 ^M 05	2 ^M 00			手肩角	48°	50°	髖 點	2 ^M 68	2 ^M 65		
			肩 點	1 ^M 88	1 ^M 86			手腕角	33°	32°	肩 點	2 ^M 30	2 ^M 20		
			時 間	5 26	6 27			差	15°	18°	時 間	12 26	12 27		
			0.11	0.11	0.19			0.22	0.23	0.22					

註：①助跑 20^M 二位被測者皆為 3"3 ~ 3"4 之間平均助跑速度每秒約 6 公尺。

②起跳體角：垂直線與體後仰所成之角。

③A、B 代表兩位被測者。

④第一飛躍速度：起跳點至手撐點之垂直地面距離。

⑤時間：為攝影機速度 $1/24\text{sec}$ （1 秒拍攝 24 張） $\frac{\text{分子（此跳法某一段之張數）}}{\text{分母（此跳法自起跳至着地之張數）}}$

⑥入撐角： $\frac{\text{手撐點與肩點之連線與馬背所成之角（手肩角）} + \text{手撐點與髖點之連線與馬背所成之角（手腕角）}}{2}$

⑦第二飛躍速度：跳馬前端垂直地面點至着地後脚跟之距離。

由前圖軌跡與上表一在挺身騰越、屈體前手翻及前手翻整個實驗過程所得的資料，可以對這三種跳法的運動形態與運動構造及機能加以分析。

（一）、運動形態考察

跳馬運動可由運動形態觀察其動作的大小，而動作的大小必取決於其高度與速度。故從脚尖點、髖點及肩點，可觀察跳馬動作的大小。

(1)脚尖點：參照圖二、圖三、表一所顯示的軌跡點與量數，在高度上，無論第一及第二飛躍前手翻與屈體前手翻，皆高於挺身騰越。在速度上，着地點挺身騰越較遠。但皆合乎5/4馬長（註5 P40～41）。

(2)髖點：參照圖一、圖二、表一，仍以前手翻與屈體前手翻在第一及第二飛躍的高度高於挺身騰越。跳馬運動的價值，完全取決於第二飛躍的臀部（髖點的位置可做為臀部的參考）高度，需符合規則所要求的4/5馬高（1^M08）以上（註5.P38）。由表一量數顯示，前手翻最高髖點比規則所要求的高度超過22～25公分，屈體前手翻高過15～23公分，挺身騰越則乃低於要求20公分，A則剛好達到2^M43的高度。各種跳法附加轉體的動作，惟有在髖點高於要求高度以上時才能有效而從容的實施。

(3)肩點：參照圖二、圖三、表一，顯示第一飛躍仍然是前手翻與屈體前手翻高於挺身騰越。但第二飛躍挺身騰越略高且遠。此乃翻越系動作在形態上第二飛躍肩點在最低位置，而騰越系則第二飛躍為其最高點。

(二)、運動構造與運動機能考察

運動構造從技術觀點，觀察運動過程的機能形態時間、力的構造方面分段加以考察。

(1)助跑與起跳：助跑（參照表一、註①），起跳體角，這三種跳法平均角度約30°角（參照表一），體角的大小與助跑速度成正比例，即速度愈大，體角愈大，以保持飛躍的平衡，跳板離馬之距離亦較遠。助跑至跳板前瞬間是單腳跳起，雙腳落於跳板，這瞬間之高度，以翻越系較騰越系稍高，且落跳板雙膝關節不應彎曲，宜保持極為堅韌的強度切板。

(2)第一飛躍：前手翻與屈體前手翻，從起跳到手撐之瞬間完全是挺身姿勢（見圖一c.d.），以強調兩腿後擺，改變體位，並持續上擺，直到手撐後尚有繼續向前上方的慣性動力。但挺身騰越也許是這二位選手獨特的做法，以半前屈體姿勢（見圖一b）以致於運動的半徑與持續的動力皆不如前二種跳法。並且由於身體姿勢所成的曲線對於手撐的反作用力將未能完全作用於髖點位置的提高，對於手撐效果將受到很大的限制。

(3)手撐（入撐角）：手撐瞬間的入撐角，根據本實驗資料考察顯示，角度太大或太小對於第二飛躍高度均將受限制。手肩角與手髖角之差愈小，即表示手撐瞬間體線（手撐點、肩點、髖點）愈接近一直線，反作用力乃能完全作用於髖點位置的提高，亦即表示手撐效果愈大。考察表一資料獲悉，入撐角在40°～41°與手肩角與手髖角之差愈小，愈有利於第二飛躍的高度，如表一之前手翻與屈體前手翻。但挺身騰越入撐角小（如A）以及肩過於前傾（見B之手肩角與手髖角之差），手撐瞬間反作用力無法有效通過體線，使身體拋向高度受限制而傾向於速度。由連續影像顯示手撐瞬間手臂彎曲，乃促成手撐時間的久暫。前手翻較長，屈體前手翻次之，挺身騰越較短。起跳的強度，第一飛躍的高度及入撐角太小，皆能促成手臂彎曲，增長手撐時間，限制飛躍高度。

（表二）手撐作用距離比較表

跳 法	A	B
挺 身 騰 越	1 ^M 25	1 ^M 10
屈 體 前 手 翻	1 ^M 35	1 ^M 35
前 手 翻	1 ^M 55	1 ^M 55

表二所指乃手撐瞬間髖點至手撐後髖點最高點之手撐作用距離。因此手推撐的效果以前手翻最大、屈體前手翻次之，挺身騰越最小。

(4)第二飛躍：前手翻是手撐與後擺力所形成的合力，以發揮第二飛躍的高度。屈體前手翻後擺力雖如前手翻，但手撐後緊接前屈之前翻姿勢，使下肢與軀幹縮小距離，使翻轉時比前手翻得到較大的角速度，再加上伸體所獲助力，理應有利於第二飛躍高度的獲取，但由本實驗所得結果則否，但相差

不大（參照表一）。挺身騰越手撐作用力未完全作用在體線上，因手撐瞬間呈半前屈姿勢，產生分力，向上受限，而傾向於水平方向，增加速度（見圖一b）。第二飛躍時間以挺身騰越稍長於前翻跳法，可預測其速度距離較優（表一）。

屈體前手翻與挺身騰越屈伸機能作用，是手撐後體點之最高點在未完成屈體時，但在完全屈體時，體位即已漸落（見圖四a、b），到伸體之瞬間已非在最高點。由攝影連續動作這一發現，對於屈體伸體機能作用的跳法，其附加轉體的時機是藉助伸體的動力，因此屈體前手翻在最高點還不到轉體的時機。而前手翻自始至終一直是挺伸的姿勢，自手撐瞬間即可開始附加轉體動作（見圖四c）。

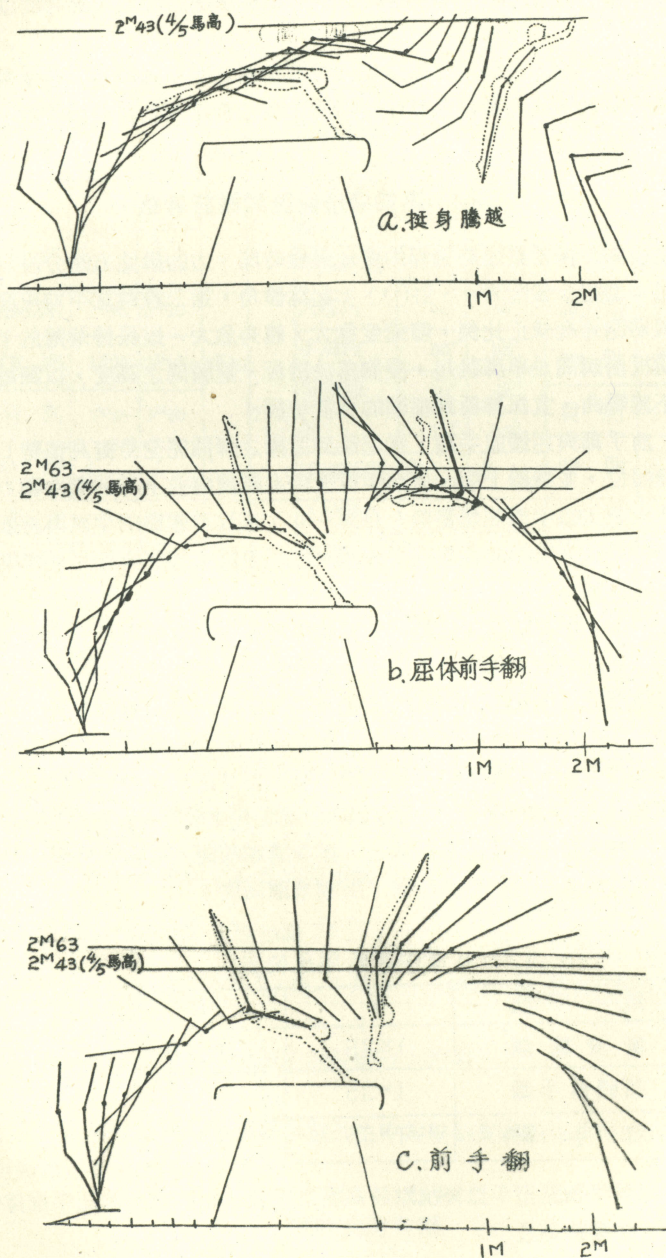


圖 四

前手翻較屈體前手翻及挺身騰越在第二飛躍獲得較高度之原理，可由力矩（ T ）=力臂（ r ）×力量（ F ）獲悉，因力量概略相等，故力臂乃決定其高度最有利的根據，力臂（ r ）以前手翻伸最長，次為屈體前手翻，挺身騰越最短。（參照圖四 a. b. c）。

五、結 論

(一)從運動形態考察動作的高度，根據脚尖點與髖點的高度位置，以翻越系動作較騰越系為優。在速度則根據脚尖點着地及其肩點，則以騰越系較翻越系有利。

(二)從運動構造與機能考察可獲得以下結論：

- (1)起跳體角平均為 30° 角。
- (2)第一飛躍身體姿勢必須強調後上擺，起跳後身體姿勢以後屈體較半前屈體有益於向上及推撐。故前手翻、屈體前手翻較挺身騰越為優。
- (3)手撐作用距離，以前手翻最優，屈體前手翻次之，挺身騰越較差。
- (4)手撐瞬間之入撐角以 $40^\circ \sim 41^\circ$ 角與手撐點、肩點、髖點成一直線，對第二飛躍臀部高度最優（規則要求臀部高度須超出 $4/5$ 馬高）。仍以前手翻較為有利。
- (5)第二飛躍高度以直體較屈伸體動作為高，即前手翻較其他二種跳法為高。速度則以挺身騰越最速。

(6)運動機能局面在第二飛躍屈伸體作用的最高臀部（髖點），是在屈體作用的過程，不在伸體瞬間，故需附加轉體之較高難度的動作無法利用最高點。前手翻却自手撐瞬間即可做附加轉體的準備。此則何以奧運體操比賽跳馬項目以前手翻的跳法系統所佔比例最多的道理，由本實驗即可證明。

(三)三種跳法的優點與運用：

a. 挺身騰越之跳法最能有效利用向前速度與着地之速度，對於手推撐力特佳的選手，採取近端的跳法，將獲得最雄大的效果。

b. 屈體前手翻，在第二飛躍之空間所表現的機能作用，其強速的腹部屈伸變化，不失為這三種跳法中，最激昂、雄壯的跳法，宜適用於第Ⅰ競賽。

c. 發展性之附加動作，宜採取前手翻跳法，其手撐後直體姿勢，有利於轉體，髖點之最高度有利於附加空翻的特點，根據規則第Ⅱ及第Ⅲ競賽，皆要求附加動作之跳法，前手翻之跳法，將是最有利於運用其附加變化的時機。

參 考 文 獻

註 1：近代體操歷史暨技術發展之研究 P37 蔡宜郎

註 2：支撐跳躍運動における“開脚とび”の體系論の一考察 P146～147 吉田茂

註 3：跳馬における運動構造の一考察 金子明友 1965. No. 9. 日本體操協會

註 4：競技體操訓練之研究 P7 蔡宜郎

註 5：國際男子體操評分規則 P51. 1972 年增訂版，中華民國體操協會

註 6：體操のトレーニング 金子明友

註 7：體操競技，男子種目，P115，小野喬 畑岡正夫

註 8：註 5 之 P37

註 9：註 5 之 P38

Comparison and Analysis of the Three Springing Movements in Gymnastic Value Pertaining to Hecht Vault, Yamashita, Hand Spring.

Choo - Ye Liao

Department of Physical Education, Taipei Medical College.

Summary

The Purpose of this research is to find out which vault is more favourable among those three popular vaults in competitive Long Horse. In order to know the trends of the future developments of its variations, we have to understand the elements which affect the height of the second flight of these three vaults. Hopefully this research will be helpful to our gymnasts, by using the grid and movie photo to show the entire performance of the vault for observation, comparison and analysis.

It shows that the factors which affect the height of the second flight were the contact (push off) angle $40^{\circ} - 41^{\circ}$ and if the push off strength went through the axis of the body as the results, the Hand Spring is the most affective on the height of the second flight and have more sufficient time to perform their variational movements than the other two vaults.