

背向式跳高起跳時間對成績的影響研究

目 次

摘 要	V
第壹章 緒論	1
一、概說	1
二、研究動機	2
三、研究目的	3
四、名詞解釋	3
五、研究範圍	4
第貳章 文獻探討	5
一、有關起跳時間方面	5
二、有關作用力方面	6
三、對過竿高度的影響方面	7
四、本章總結	7
第參章 方法與步驟	9
一、研究對象	9
二、實驗時間與地點	9
三、方法與步驟	9
第肆章 結果	18
一、概說	18
二、資料處理	18
三、資料分析	19
四、討論	35

五、結論.....	37
第五章 總結.....	38
一、研究目的.....	38
二、方法步驟.....	38
三、結論.....	39
附 錄.....	40
附錄一 電子鐘校正攝影速度之影片畫面時間顯示值表.....	41
附錄二 起跳影片畫面張數、起跳時間、起跳垂直初速度、 起跳垂直作用力、及起跳離地後身體重心提升的垂 直高度之資料表.....	42
附錄三 希斯—卡特(HEATH-CARTER) 體型分類測量表.....	43
附錄四 單姆斯特(Dempster) 活人浸水研究受試者體型分類 圖.....	44
附錄五 單姆斯特(Dempster) 肢體平均體積對身體體積之比 率表.....	45
附錄六 單姆斯特(Dempster) 肢體重心位置表.....	46
參考資料.....	47
英文摘要.....	49

表 次

表一	攝影實驗資料表.....	12
表二	不同天的起跳時間變異數分析表.....	20
表三	不同天的起跳垂直作用力變異數分析表.....	21
表四	不同天的身體重心提升垂直高度之變異數分析表.....	22
表五	起跳時間與起跳垂直作用力之相關資料表.....	24
表六	起跳垂直作用力在起跳時間上之迴歸變異數分析表.....	26
表七	起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升的垂直高度之 相關資料表.....	28
表八	起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳垂直作用力上 之迴歸變異數分析表.....	30
表九	起跳時間與起跳離地後身體重心提升的垂直高度之相關資 料表.....	32
表十	起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳時間上之迴歸 變異數分析表.....	34

圖 次

圖一	攝影實驗場地佈置圖.....	11
圖二	起跳時間與起跳垂直作用力之相關及迴歸線圖.....	25
圖三	起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度之相關及迴歸線圖.....	29
圖四	起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之相關及迴歸線圖.....	33

國立台灣師範大學體育研究所碩士論文

研究生：陳錦龍 指導教授：張至滿博士

背向式跳高起跳時間對成績的影響研究

摘 要

本研究的目的是在於探討背向式跳高之(1)起跳時間與起跳垂直作用力的關係，(2)起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係，及(3)起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係。

以國內背向式跳高男子選手一名為對象，利用攝影法(cinematographic method) 進行研究；使用佳能牌(Cannon) 十六厘米攝影機(每秒六十四張) 拍攝跳高動作。將實驗拍攝所得的影片利用佳能牌(Cannon) 370/307-4 型微卷複印機之投影裝置進行看片，分析的試跳次數共為34 次。並以肢體分解法(Segmental method) 計算身體重心，且算出各次試跳之起跳時間、起跳垂直作用力、起跳離地後身體重心提升的垂直高度。經無敵牌(OPTIMEC) fx-9001B 型電算機以單因子重複量數變異數分析(One-way ANOVA - repeated measures) 進行檢定；以佳能牌(Cannon) Bx-1 電子計算機使用皮爾遜積差相關法(Pearson's product-moment correlation) 求取兩變數間的相關，所得結果經分析討論後得到如下之結論：

(1)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳垂直作用力愈大，兩者之間的關係為負相關($r = -.758$)，此相關係數具統計之顯著性

($P < .01$)。

(2)背向式跳高的起跳垂直作用力愈大其起跳離地後身體重心提升

的垂直高度愈高，兩者之間的關係爲正相關（ $r = .936$ ），此相關係數具統計之顯著性（ $P < .01$ ）。

(3)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間的關係爲負相關（ $r = -.483$ ），此相關係數具統計之顯著（ $P < .01$ ）。

(4)本研究受試者之起跳時間在0.180秒到0.195秒之間，較其它研起跳時間的結果（0.11秒～0.17秒）略長；起跳垂直作用力在1113.20牛頓到1552.20牛頓之間；起跳離地後身體重心提升的垂直高度在0.54公尺到0.89公尺之間。

第壹章 緒論

概 說

自古以來，人類為求生存，每天都必需抗拒地心引力的束縛。在這種努力中，跳躍已伴同了人類克服艱辛的環境，而成爲人類自然活動的一種。至今，大家對其仍有原始的傾向與需要。

在古代奧林匹克運動會中，跳躍運動項目只有跳遠一項，爾後，跳高項目才加入其行列（註 11：147-63）。跳高姿勢自始至今並非一成不變，不同跳法的相繼出現和取代，各在其盛行時期和地區中扮演重要的角色。在初期，跳高多採用剪式 (Scissors)，其後相繼有修正型剪式 (Modified Scissors) 或叫背倒式 (Back Layout Style)、東方切夾式 (Eastern Cutoff)、西方滾式 (Western Roll)、腹滾式 (Straddle) 及近年最流行的背向式 (Fosbury Flop)（註 4：430-32）。

在不同跳高方式的遞變中，孰優孰劣？其長短處何在？每爲大家所關注和爭論的問題。並且，人們更試圖繼續從現有的跳高方式中發展出更優越的方式。而這些在基本上得對人體所採行的跳高方式本身予以充分的瞭解。跳高乃欲將身體提升到較高點，那麼躍起的作用力大小和作用力的時間長短，即起跳時間的久暫便直接影響到提升的高度。如此，不同跳高方式其起跳時間之長短爲決定跳法優劣的重要因素。曾經打破世界跳高紀錄的史東 (Stone) 以具有較快速起跳時間的背向式跳高躍過 231 公分比其原來使用的腹滾式跳高所跳出的成績（213 公分）要高出 18 公分（註 14：26）。背向式跳高的快速起跳時間被認爲是其最大優

點(註 14:26-27 ; 註 6:4-5)，那麼背向式跳高的起跳時間對成績的影響究竟如何，尤具有研究意義和詳加探討的必要。

研究動機

自從一九六八年，佛氏貝利 (Fosbury) 以一嶄新的革命性背向式跳高方式贏得該屆奧運會跳高金牌後，此式迅及風靡全球與腹滾式同為最流行的跳高方式(註 2:37)，對其議論研討的文章相繼出現，因為起跳為跳高最重要的部份(註 12:21)，為把握跳高的重點所在，乃以此為研究本題。

起跳的目的在使選手身體重心提升到最高的離地垂直距離，水平距離只要能越過橫竿即可。選手在起跳後提升到最高點時，其重心的最高垂直距離為起跳剛要離地瞬間的身體重心垂直高度與離地後身體重心提升的垂直高度之和。起跳剛要離地瞬間的身體重心高度乃由跳高選手本身的體格和剛要離地瞬間身體各部份的位置姿勢決定。離地後身體重心所提升的垂直高度則取決於起跳離地的垂直初速度；而影響垂直初速度的因素為垂直衝量 (vertical impulse)；垂直衝量的大小乃由選手起跳垂直作用力的大小和作用力時間的長短所決定。因此跳高的起跳時間為影響提升重心高度的重要因素(註 5:5-6)。克利索拉斯 (Klissouras) 和卡玻維琪 (Karpovich) 的研究指出當起跳時間愈短，跳高的成績愈好(註 8:45)。黑 (Hay) 的研究顯示當跳高起跳時間減小時，所跳的高度愈高(註 3:441 ; 註 5:6)。在克利索拉斯 (Klissouras) 和卡玻維琪 (Karpovich) 研究跳高項目的當時，背向式跳高尚未誕生，而黑 (Hay) 所研究的跳高項目亦非背向式跳高(註 3:441)，背向式跳高是否亦有此種現象？乃引起本文以背向式跳高作為研究論題，探討其起跳時間與起跳垂直作用力和起跳離地後身體重心提升的垂直高度之間的關係。

研究目的

本研究的目的在於探討背向式跳高之①起跳時間與起跳垂直作用力的關係，②起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係，及③起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係。

名詞解釋

背向式跳高

即佛氏貝利式跳高 (Fosbury Flop) ，一九六八年佛氏貝利於墨西哥奧運所採行的跳高方式，以J型曲線助跑，背向沙坑過竿的跳法。中文直譯為佛氏貝利式跳高，本文採用背向式跳高之名。

起跳時間

在跳高起跳時，從起跳腳與地面接觸開始直到起跳腳與地面的接觸終止時為止所經過的時間。

成績

本研究所指的成績是於跳高時，在起跳後身體重心提升到最高點時離開地面的垂直距離，此段垂直距離可分成起跳剛要離地瞬間身體重心距離地面的垂直高度與起跳離地後身體重心所提升的垂直高度兩部份，起跳離地後，身體重心所提升的垂直高度為本研究重點之所在。

研究範圍

本研究的實驗對象為國內背向式跳高之男子選手，其成績有過二公尺以上之記錄者。

第貳章 文獻探討

有關起跳時間方面

一九七三年，黑 (Hay) 在談及跳高的起跳時間時指出，背向式跳高的典型起跳時間為 0.13 秒到 0.15 秒 (註 6:4)。

歐弱林 (Ozolin) 指出佛氏貝利 (Fosbury) 的起跳時間為 0.12 秒到 0.13 秒 (註 10:53)。

一九七四年，希金斯 (Higgins) 指出背向式跳高的起跳時間從 0.11 秒到 0.13 秒之間 (註 14:26)。

一九七五年，黑 (Hay) 指出對大多數的跳高選手而言，背向式跳高的適當起跳時間可在 0.13 秒到 0.17 秒之間 (註 5:6)。

狄克 (Dick) 指出背向式跳高之起跳時間從 0.13 秒到 0.15 秒之間 (註 14:26)。

譚斯禮 (Tansley) 指出就像所有的跳躍項目，起跳是跳躍的最重要部份，其重點應強調起跳腳的快速離地 (註 12:21)。

一九七六年，古柏 (Cooper) 陳述世界記錄級跳高選手的條件，其中對於起跳時間方面認為腳觸地時間要夠長足以讓手臂、擺腿、腳和腳指產生和傳遞動量 (註 1:253)。

一九七七年，維多力 (Vittori) 指出在背向式跳高裡當越過較大的高度時，起跳腳觸地的時間大約為 0.14 秒。表現最好的選手在 0.13 秒到 0.15 秒的極有限的時間範圍之內。(註 13:54)

一九七八年，黑(Hay) 陳述於一九六〇年代晚期流行採用背向式跳高的蘇俄選手，其起跳時間約在 0.12 秒到 0.17 秒之間（註 4：429）

一九八〇年，達片納(Dapena) 用攝影法(cinematographic method) 研究背向式跳高，實驗分兩個期間進行。分別以八厘米和十六厘米的攝影機拍攝，其速度皆為每秒六十四張；受試者為有經驗的跳高選手，一共有六位。每位選手分別取其兩次最好的試跳成績資料，其中起跳時間在 0.14 秒與 0.20 秒之間，平均為 0.16 秒（註 2：42）。

有關作用力方面

一九六七年，黑(Hay) 以大學跳高選手為對象，所做的跳高實驗裡發現其起跳垂直作用力在 1072.45 牛頓（109.43 公斤）到 1659.85 牛頓（169.37 公斤）之間（註 3：441）。

一九七三年，黑(Hay) 在談到腹滾式與背向式跳高時指出，當起跳時間縮短時其起跳垂直衝量增加；背向式跳高之所以能與腹滾式抗衡甚或超越它，背向式跳高的起跳時間較快為其主因（註 6：4-5）。

歐弱林(Ozolin) 指出背向式跳高允許的起跳時間很短，迫使選手得有爆發性的起跳(explosive take-off)；在腹滾式中其起跳支撐較長爆發性的起跳較不成功（註 10：53）。

維多力(Vittori) 在討論腹滾式與背向式跳高時指出，背向式跳高選手的起跳時間較快需要較多的力量(strength)（註 13：54）。

一九七五年，譚斯禮(Tansley) 指出起跳的目的在增加對抗地面的力量，以產生更大的垂直速度（註 12：21）。

一九七六年，古柏(Copper) 陳述世界紀錄跳高選手的條件特色，於起跳方面認為要有足夠的速度和力量以提供向上推動的力量（註 1：253）。

一九七七年，威爾特 (Wilt) 認為背向式較腹滾式跳高的起跳快，其起跳腿可產生較大力量的伸張反射（註 14：26）。

對過竿高度的影響方面

一九三五年，藍斯 (Lance) 在對跳高的研究裡發現，跳躍 (spring) 時間愈短，所跳的高度愈高（註 3：440-41）。

一九六七年，黑 (Hay) 以大學跳高選手為研究對象，所做的跳高研究裡，發現起跳時間愈短，所跳的高度愈高（註 3：441；註 5：6）。

克利索拉斯 (Klissouras) 和卡玻維琪 (Karpovich) 以裝有微開關 (micro switch) 設備之起跳板和示波器 (oscillograph) 測量和記錄跳高的起跳時間，並量定其對應的成績表現，受試者一共有三位，結果起跳時間越短，所跳的高度愈高（註 8：42-45）。

本章總結

綜合上述文獻，背向式跳高的起跳時間最短為 0.11 秒，最長為 0.20 秒。其中指出起跳時間在 0.13 秒到 0.15 秒之間者為最多 (Hay, Vittori, Dick)，此即黑 (Hay) 所說的背向式跳高的典型起跳時間。大體上所指出的起跳時間在 0.11 秒到 0.17 秒之範圍內 (Hay, Ozolin, Higgins, Dick, Vittori)。

有關背向式跳高起跳垂直作用力的文獻闕如，黑 (Hay) 的跳高研究裡，起跳垂直作用力從 1072.45 牛頓（109.43 公斤）到 1659.85 牛頓（169.37 公斤）。其數值並隨起跳時間之減小而增大（註 3：441）。

背向式跳高之起跳時間對起跳離地後身體重心提升的垂直高度之關係亦乏文獻；於藍斯 (Lance)（註 3：440-41）、克利索拉斯 (Klissou-

ras) 和卡玻維琪 (Karpovich) (註 8 : 42-45) 、黑 (Hay) (註 3 : 441) 等的跳高研究裡，起跳時間愈短，所跳過的高度愈高。

第參章 方法與步驟

本章旨在敘述實驗的整個過程及資料的取算方法。

研究對象

使用背向式跳高 (Fosbury Flop) ，曾有二公尺以上記錄之我國男子跳高選手一人，年齡二十六歲，身高一八一公分，體重六十七公斤。

實驗時間與地點

於民國七十一年一月十五日，在國立台灣師範大學分部田徑場進行實驗，此日為實驗第一天。又於民國七十一年一月十九日，在同一地點進行第二次實驗，是為實驗第二天。

方法與步驟

場地佈置

實驗當日，在田徑場靠近司令臺之平坦跑道上，置跳高架兩座，其間相距 4.00 公尺，並於跳高架上 1.85 公尺刻度處橫放跳高橫竿一根，

* 盧俊宏，民國 45 年 7 月 25 日出生。於民國 68 年 3 月 28 日在台北市立體育場，中日大專田徑對抗賽中，以二公尺一十創下當時之全國跳高記錄。

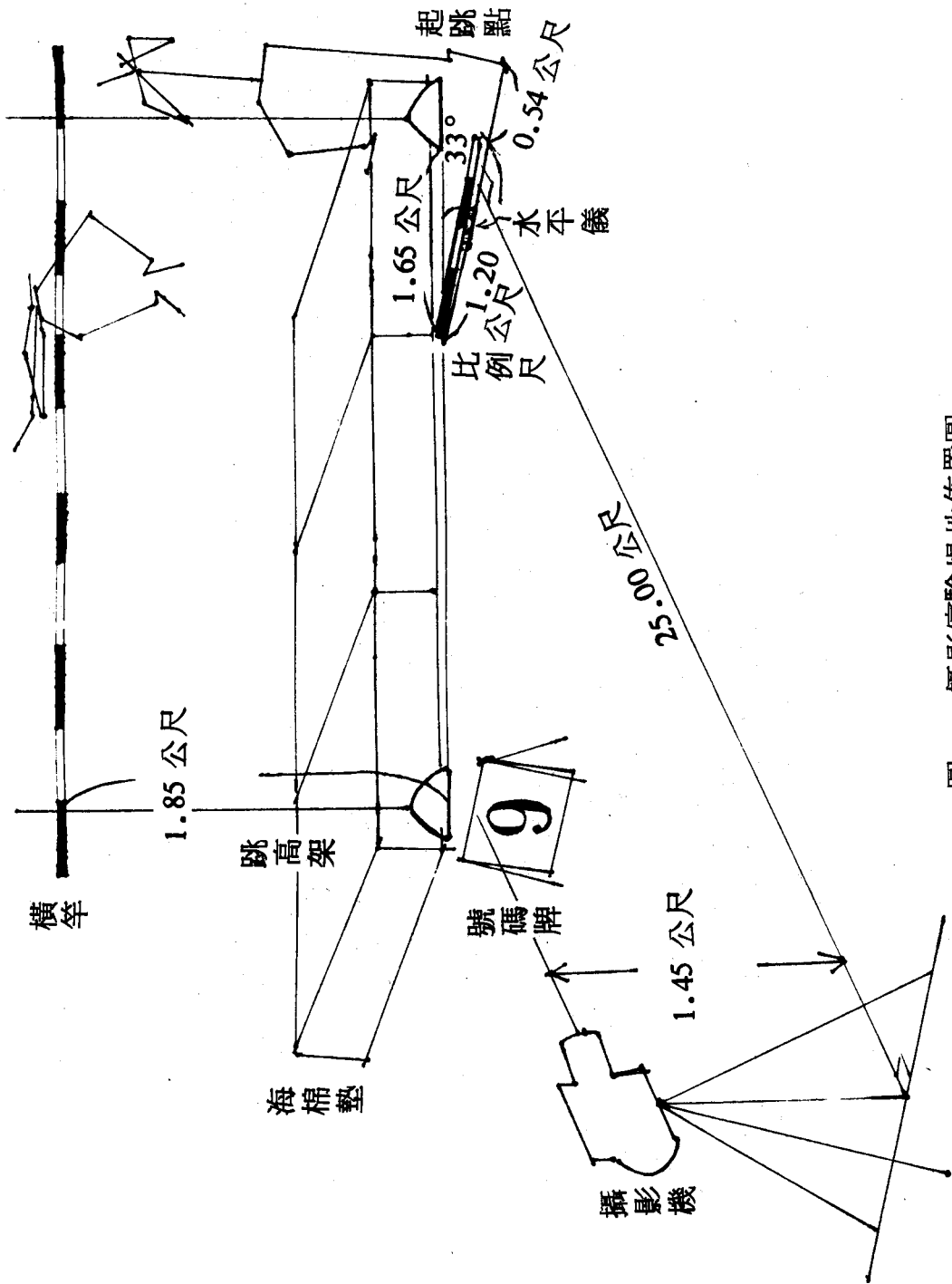
長為 4.50 公尺。在跳高架後面置放海綿墊三塊，所佔總體積為長 5.20 公尺，寬 2.45 公尺，高 0.55 公尺。

兩座跳高架之間畫一直線，並標出受試者所習慣的起跳點和過竿的正下方與此直線所成之交點。然後讓受試者試跳兩次以便校對正確的起跳點和橫竿下的直線交點。連結這兩點所成的直線即其跳高動作線，其長為 1.74 公尺和跳高架間的直線成右 33 度交角，此交點距右側跳高架底座邊緣 1.60 公尺。

以跳高動作線之中點處做起點，作與助跑處同一側面向動作線之垂直線一條，長為 25 公尺。於此線終點處作一垂直線，此垂直線便與跳高動作線平行。在此垂直線與 25 公尺線的交點處架設佳能牌 (Cannon) 十六厘米攝影機一台，鏡頭離地面 1.45 公尺，鏡面左右直線與此垂直線在同一直線上，正向著動作線。鏡頭底座台以一柯德 (KOD) 牌水平儀調整其左右與前後方向使其都在水平面上，底座台便呈水平面。使攝影機在攝影時影機的底片與跳高動作平行並且相距 25 公尺。

以感光度 (ASA) 為 125 之富士牌 (Fuji) 十六厘米彩色正片裝入攝影機，攝影速度為每秒六十四張，鏡頭之大小調到可收視助跑最後一步和起跳動作到過竿的整個動作過程之畫面，焦距定為 25 公尺。

於左側跳高架前方置號碼牌一組，用以標示每一次試跳之次號，以便在分析影片時易於辨認。在跳高動作線上，置柯德 (KOD) 牌水平儀一座，調至水平位置，並在上面置放一比例尺長 1.20 公尺，比例尺便與攝影機底片平行，在分析影片時即可做為比例尺和橫座標之基準線。比例尺的一端接於動作線與跳高架間直線之交點處，則另一端距起跳點尚有 0.54 公尺之距離，不影響起跳動作。在受試者跳高的助跑起跑點旁邊置一磅稱，以便在當日實驗試跳之前予以稱重。在國立台灣師範大學體育研究所之實驗室內放一李 (Li) 牌千分之一秒之電子計時鐘來校正攝影速度，電子計時鐘乃在實驗當日跳高實驗拍攝後即予拍攝。實驗場地的佈置如圖一所示，有關攝影情況的資料示於表一。



圖一 攝影實驗場地佈置圖

表一 攝影實驗資料表

攝影機資料	1. 機種牌名	Cannon Scopic 16 MS
	2. 感光度	ASA 125
	3. 焦距	25m
	4. 速度	1/64 sec.
攝影距離	1. 鏡頭至受試者距離	25 m
	2. 攝影機鏡頭高度	1.45 m
	3. 比例尺長度	1.20 m
採光	自然光 (日光)	
攝影時間	民國七十一年一月十五日、十九日	
攝影地點	國立台灣師範大學分部田徑場	
場地佈置	如圖一	

實驗之進行

當器材就緒，場地佈置妥定後，實驗即予進行。當天受試者身著背心、短褲、跳高用釘鞋，在試跳之前先行稱重，爾後即行試跳。跳高架上之橫竿一直置於 1.85 公尺高度的刻度上，試跳與試跳之間的時間間隔時間不予限制。試跳總數第一天計有 21 次，第二天計有 18 次。

分析資料之選定

當拍攝實驗完畢後，將底片送至洗明影片沖印公司沖洗，將沖洗後的影片以佳能牌 (Cannon) 370/370-4 型微卷複印機 (Canorama Printer) 之投影裝置看片。第一天試跳影片完整，第二天試跳影片可分析之試跳次數計有 17 次，於是決定第一天取前 17 次試跳做為分析的資料，兩天的總分析試跳次數共為 34 次。

有關攝影速度方面的校正，是以電子鐘百分位以內的數值為根據，取電子鐘在影片裡的第 101 張與第 1 張的數據相減，除以 100 而得到每張畫面的速度。計算兩天實驗所得的每張畫面速度皆為 0.015 秒。其算法如下：

第一天：

$$\frac{10.52 \text{ 秒} - 09.00 \text{ 秒}}{100 \text{ 張}} = 0.015 \text{ 秒/張},$$

第二天：

$$\frac{10.85 \text{ 秒} - 09.33 \text{ 秒}}{100 \text{ 張}} = 0.015 \text{ 秒/張}。$$

身體重心之計算

跳高動作的重心計算，是以肢體分解法 (segmental method) 求得，首先求得各肢體在跳高運動中的重心點座標，而後求出各肢體的重量，再以如下公式算出身體的重心點座標（註7：24）。

$$X = \frac{W_1 X_1 + W_2 X_2 + \cdots + W_n X_n}{W},$$

$$Y = \frac{W_1 Y_1 + W_2 Y_2 + \cdots + W_n Y_n}{W},$$

式中 X = 身體重心的 X 軸（橫軸）座標，

W_1, W_2, \cdots, W_n = 身體各肢體的重量，

x_1, x_2, \cdots, x_n = 身體各肢體重心的 X 軸（橫軸）座標，

Y = 身體重心的 Y 軸（縱軸）座標，

y_1, y_2, \cdots, y_n = 身體各肢體重心的 Y 軸（縱軸）座標，

W = 身體重量。

在求跳高動作的各肢體重心點座標時，是以單姆斯特屍體研究 (Dempster's Cadaver Study) 的肢體重心位置資料計算（註7：29）。其方法是將沖洗後的影片以佳能牌 (Cannon) 670 / 670-4 型微卷複印機 (Canorama Printer) 的投影裝置將所要分析的動作姿勢投射在以1公厘為單位的細格座標紙上，以比例尺對齊細格座標紙之橫軸線，作為橫座標的基準線，則座標紙之垂直軸線即為縱座標線。讀出跳高動作的各分解肢體之始末點座標，再依單姆斯特屍體研究 (Dempster's Cadaver Study) 的肢體重心位置資料表所列出的各肢體重心點離各肢體始末點之百分比距離（註7：29），算出各肢體的重心點座標。

身體各肢體的重量，則以單姆斯特活人浸水研究 (Dempster's

immersion study of living subjects) 的肢體平均體積對身體體積的比例資料計算(註 7:34)。因為資料分為肥胖型 (Rotund)、肌肉型 (Muscular)、瘦長型 (Thin)、中間型 (Median) 四種類別，為了配合受試者的身材，事先給受試者做體型分類，以決定選擇適當的重量資料，用以計算各肢體的重量。體型分類使用的儀器為竹井牌 (Takei) 馬丁氏人體測量儀和明興社 (meikosha) 之榮研式改良型皮下脂肪計*，依希斯一卡特 (Heath - Carter) 之人體測量體型分類方法予以測量及分類(註 9:411-33)。

所得之受試者體型分類指數為 $3 - 3\frac{1}{2} - 4$ 屬於資料裡的中間型 (Median) 體型，於是以中間型 (Median) 的資料計算受試者各肢體的重量。

算出了各肢體的重心點座標與其重量後，利用前述公式算出整個身體在運動姿勢裡的重心。

起跳時間、起跳垂直作用力、起跳離地後身體重心提升的垂直高度之計算

計算起跳時間是以佳能牌 (Cannon) 370 / 370-4 型微卷複印機 (Canorama Printer) 之投影裝置於看片時計算起跳腳剛觸地的畫面到起跳腳剛要離地瞬間的畫面張數，然後與每張畫面的速度 (0.015 秒) 相乘即得之。

算出起跳時間後，再算出受試者之質量和其起跳垂直初速度，然後以下列公式求出其起跳垂直作用力。

* 皮下脂肪計先依其校正方法校正，使其夾面之壓力為每平方釐米 10 公克 (9800 dyne /mm²)，其校正方法詳見儀器使用說明書。

$$F = \frac{mv}{t} ,$$

式中 F = 起跳垂直作用力，
 m = 受試者之質量，
 v = 起跳垂直初速度，
 t = 起跳時間。

受試者之質量以下列公式求得。

$$m = \frac{w}{g} ,$$

式中 m = 受試者之質量，
 w = 受試者之重量，
 g = 重力加速度。

起跳垂直初速度以下列公式計算求得。

$$v = \frac{(Y_4 - Y_0) \times b}{0.060} ,$$

v = 起跳垂直初速度，
 Y_4 = 起跳離地後，第四張影片畫面的身體重心垂直座標，
 Y_0 = 起跳時，起跳腳剛要離開地面瞬間的身體重心垂直座標，
 b^* = 實際大小與在影片畫面中縮小的比值，
 0.060 = 經過四張影片畫面的時間（秒）。

在求得受試者起跳垂直初速度以後，再由下列公式求出起跳離地後身體重心提升的垂直高度。

* b 由比例尺實際長度（1.20公尺）除以影片畫面中的比例尺長度得之。

$$H_2 = \frac{v^2}{2g} \quad *$$

式中

H_2 = 起跳離地後身體重心提升的垂直高度，

v = 起跳垂直初速度，

g = 重力加速度。

* $v_y = v_0 \sin \theta_0 - gt$ … (跳高屬拋射運動，其垂直末速度等於垂直初速度加上重力加速度 $-g$ 與時間的乘積)

$0 = V - gt$ …… (跳高至最高點時，其垂直末速度等於零， V 即 $v_0 \sin \theta_0$ 為起跳垂直初速度)

則 $gt = V$ ，

$$t = \frac{V}{g} \quad \text{……… ①}$$

又 $y = (v_0 \sin \theta_0) t - \frac{1}{2} gt^2$ …… (y 是即 H_2 為起跳離地後，重心提升至最高點時所經過的垂直距離， $v_0 \sin \theta_0$ 即 V 起跳垂直初速度)

$$\text{即 } H_2 = Vt - \frac{1}{2} gt^2 \quad \text{……… ②}$$

①代入②得

$$\begin{aligned} H_2 &= V \left(\frac{V}{g} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{V}{g} \right)^2 \\ &= \frac{V^2}{g} - \frac{V^2}{2g} = \frac{V^2}{2g} \end{aligned}$$

第肆章 結 果

概 說

本章旨在分段敘述背向式跳高之①起跳時間與起跳垂直作用力的關係，②起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升的垂直高度之關係，以及③起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係。有關的發現於本章後段分別給予討論。

資料處理

以重複量數單因子變異數分析 (One-way ANOVA-Repeated measures) (註 14: 283-87) 檢定受試者在不同天所得的起跳時間、起跳垂直作用力、與起跳離地後身體重心提升的垂直高度之變異。資料計算乃利用國立台灣師範大學體育研究所之佳能牌 (Cannon) BX-1 電子計算機計算；在兩變數間的相關和迴歸方程與迴歸變異數分析以 B1-2000-02 磁碟程式處理；兩變數的相關分散圖和迴歸線則以 B1-2000-05 磁碟程式繪出。電腦程式中的相關為皮爾遜積差相關法 (Pearson's product-moment correlation) (註 14: 111-35)。

資料分析

不同天的起跳時間、起跳垂直作用力、和起跳離地後身體重心提升垂直高度之重複量數變異數分析

將兩天實驗所得之起跳時間、起跳垂直作用力、和起跳離地後身體重心提升的垂直高度之原始資料，分別以重複量數單因子變異數分析 (One-way ANOVA-Repeated measures) 之統計方法處理，利用無敵牌 (OPTIMEC) fx-9001 B 型電算機計算，所得兩不同天的起跳時間變異數分析如表二所示；不同天的起跳垂直作用力變異數分析如表三所示；不同天的起跳離地後身體重心提升的垂直高度之變異數分析如表四所示。表二、表三、和表四顯示受試者在不同天的起跳時間、起跳垂直作用力、和起跳離地後身體重心提升的垂直高度，皆不具統計上的顯著性 ($P > .05$)。

表二 不同天的起跳時間變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
試跳次之間	0.0005	16		
試跳次之內	0.0010	17		
天	0.0002	1	0.00020	4.00
殘餘誤差	0.0008	16	0.00005	
全體	0.0015	33		

P > .05

表三 不同天的起跳垂直作用力變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
試跳次之間	110168.60	16		
試跳次之內	329167.21	17		
天	2568.25	1	2568.25	0.13
殘餘誤差	326598.96	16	20412.44	
全體	439335.81	33		

P > .05

表四 不同天的身體重心提升垂直高度之

變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
試跳次之間	0.0658	16		
試跳次之內	0.1904	17		
天	0.0208	1	0.0208	1.96
殘餘誤差	0.1696	16	0.0106	
全體	0.2562	33		

P > .05

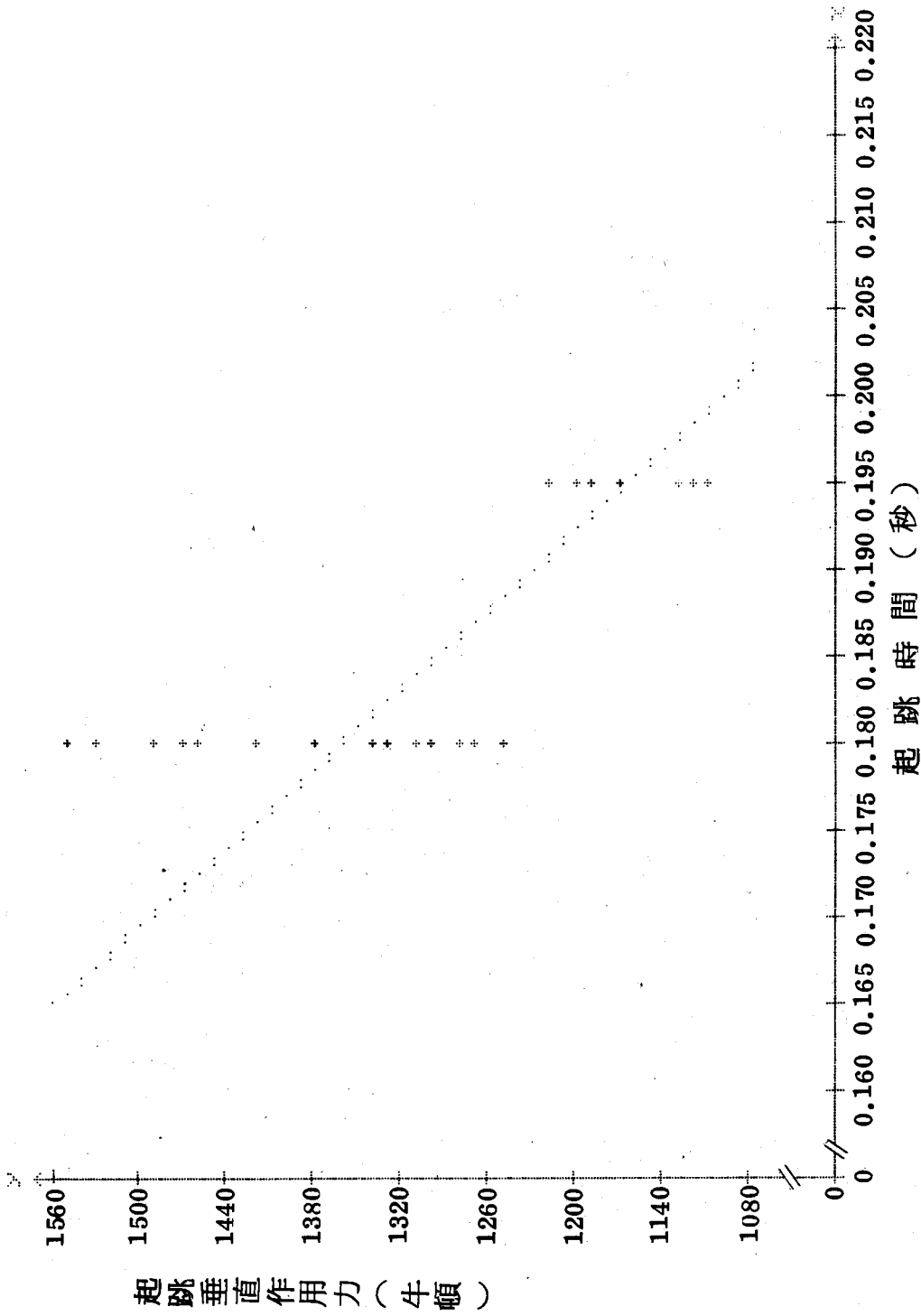
起跳時間與起跳垂直作用力的相關分析

將兩天實驗所得資料合併後，以皮爾遜積差相關法，經 BX-1 電子計算機 B1-2000-02 磁碟程式計算起跳時間與起跳垂直作用力間的相關，所得結果如表五所示，於表中顯示起跳時間與起跳垂直作用力之間的關係為負的高相關（ $r = -.758$ ），此相關係數具有統計之顯著性（ $P < .01$ ）。起跳時間則在 0.180 秒到 0.195 秒之間，平均為 0.184 秒；起跳垂直作用力在 1113.20 牛頓（113.59 公斤）到 1552.20 牛頓（158.39 公斤）之間，平均為 1310.00 牛頓（133.67 公斤）。圖二為相關分散圖 (Scatter diagram) 及垂直作用力在起跳時間上之迴歸線。垂直作用力在起跳時間上的迴歸變異數分析 (Regression ANOVA) 如表六所示，於表六裡顯示迴歸係數具有統計上的顯著性（ $P < .01$ ）。

表五 起跳時間與起跳垂直作用力之相關資料表

	個數	全距	平均值	標準差	相關係數
起跳時間 (秒)	34	0.180 ~ 0.195	0.184	0.0067	
起跳垂直作用力 (牛頓)	34	1113.20 ~ 1552.20	1310.38	115.38	-.758*

* P < .01



圖二 起跳時間與起跳垂直作用力之相關及迴歸線圖

表六 起跳垂直作用力在起跳時間上之迴歸變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
迴歸	252818.968	1	252818.968	43.38*
誤差	186513.440	32	5828.545	
全體	439332.408	33		

* P < .01

發現分析起跳時間與起跳垂直作用力的相關，所得結果有如下之發現。

(1)起跳時間與起跳垂直作用力間的關係為負的高相關 ($r = -.758$)，此相關係數具統計之顯著性 ($P < .01$)。

(2)起跳垂直作用力在起跳時間上的迴歸線及迴歸方程 ($\hat{Y} = -13030.61 X + 3707.26$) 可做為預測之用，此迴歸係數具統計之顯著性 ($P < .01$)。

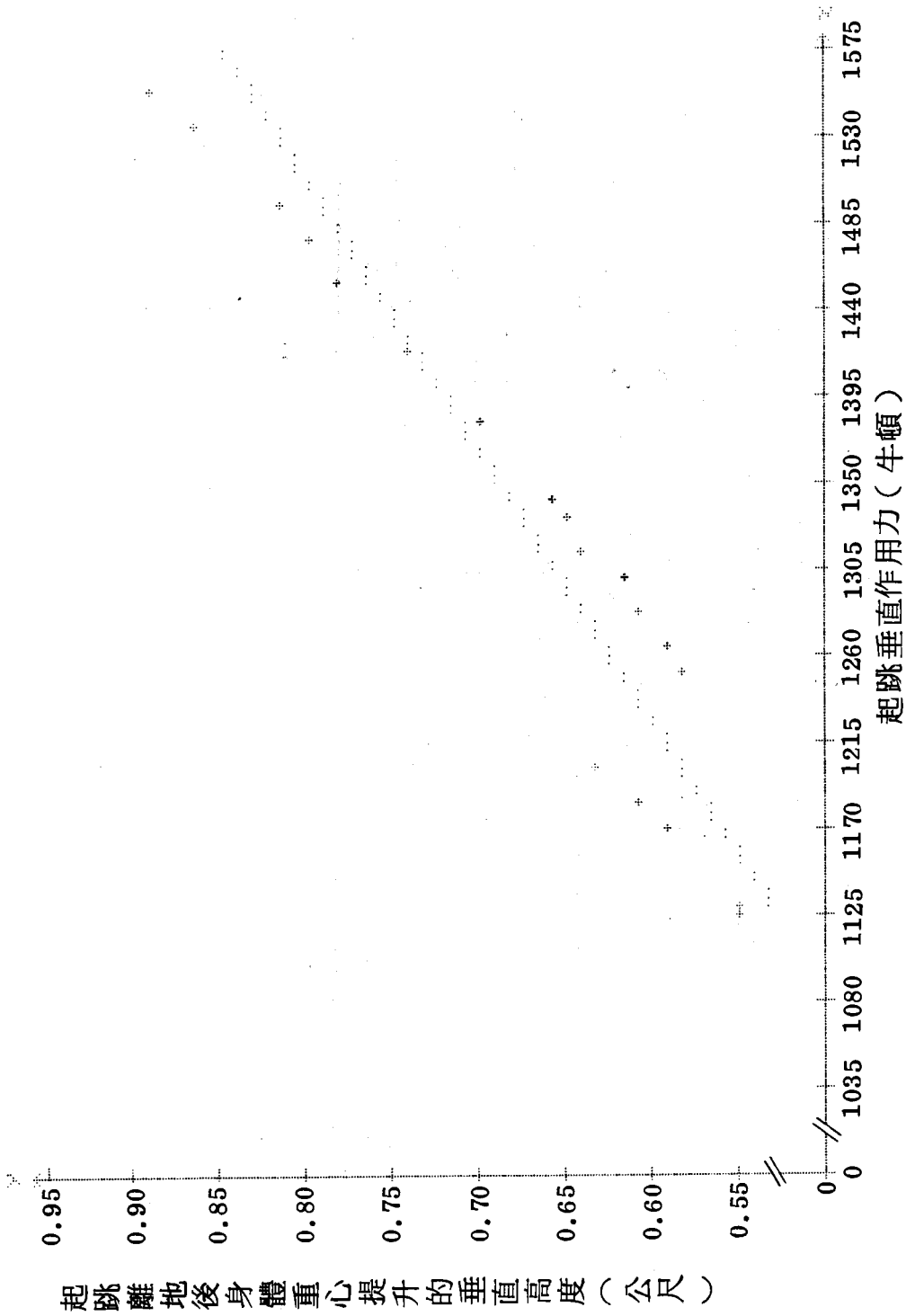
起跳垂直作用力與起跳離地後身體重量提升垂直高度間的相關分析

將兩天實驗所得資料合併後，以皮爾遜積差相關法，經BX-1電子計算機B1-2000-02磁碟程式計算起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的相關，所得結果如表七所示，表中顯示起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心所提升的垂直高度之間的關係為正的高相關 ($r = .936$)，此相關係數具有統計上之顯著性 ($P < .01$)。起跳離地後身體重心提升的垂直高度則在0.54公尺到0.89公尺之間，平均為0.66公尺。圖三為相關分散圖及起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳垂直作用力上的迴歸線。起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳垂直作用力上的迴歸變異數分析(Regression ANOVA) 如表八所示，表八裡顯示迴歸係數具有統計上的顯著性 ($P < .01$)。

表七 起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升的
垂直高度之相關資料表

	個數	全距	平均值	標準差	相關係數
起跳垂直作用力 (牛頓)	34	1113.20 ~ 1552.20	1310.00	115.383	.936*
起跳離地後身體 重心提升的垂直 高度(公尺)	34	0.54 ~ 0.89	0.66	0.088	

* P < .01



圖三 起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度之相關及迴歸線圖

表八 起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳
垂直作用力上之迴歸變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
迴歸	0.224	1	0.224	224*
誤差	0.031	32	0.001	
全體	0.255	33		

*P < .01

發現分析起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度的相關，所得結果有如下之發現。

(1)起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的關係爲正的高相關($r = .936$)，此相關係數具統計之顯著性($P < .01$)。

(2)起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳垂直作用力上的迴歸線及迴歸方程($\hat{Y} = 0.0007X - 0.2766$)可做爲預測之用，此迴歸係數具統計上的顯著性($P < .01$)。

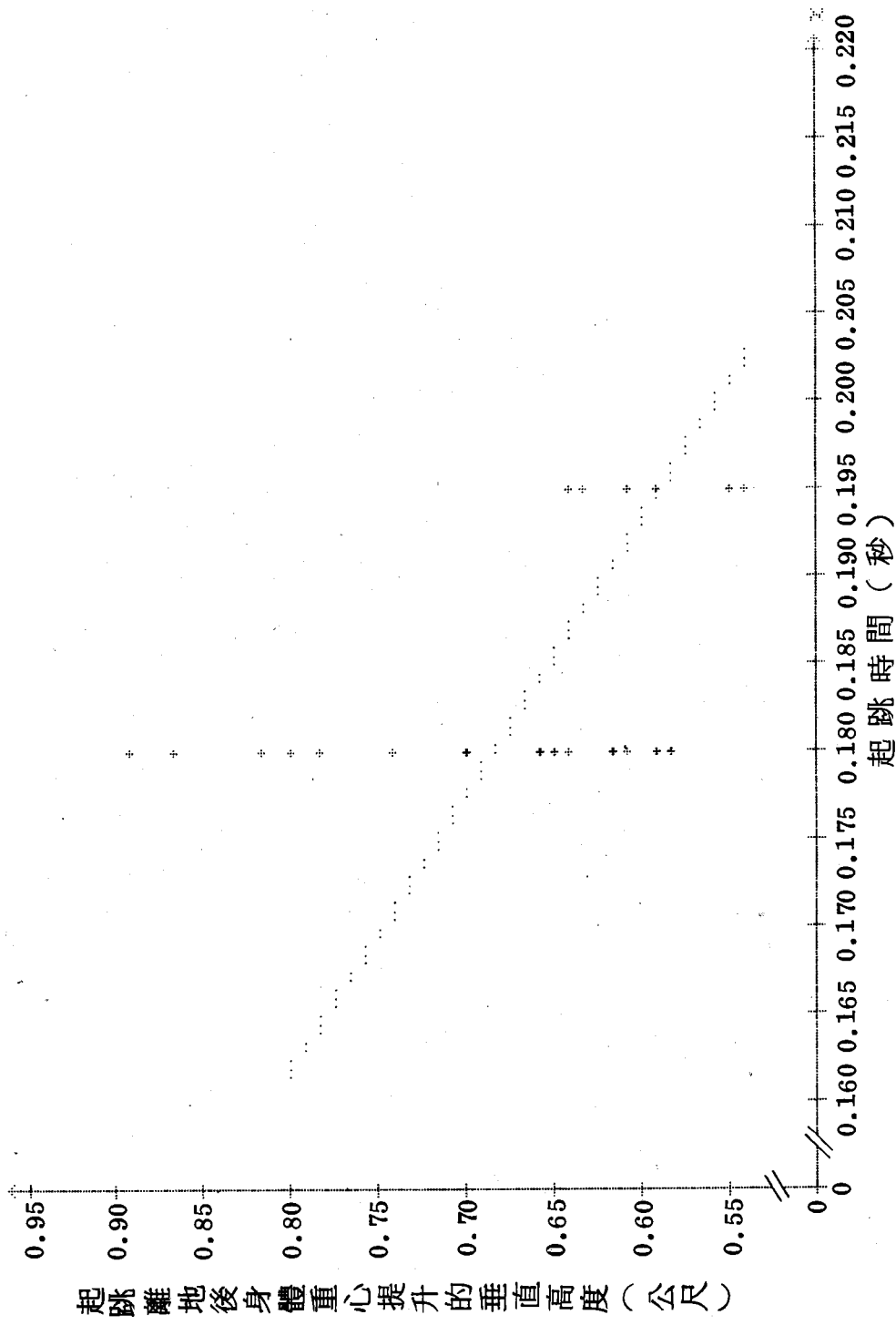
起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的相關分析

將兩天實驗所得資料合併後，以皮爾遜積差相關法，經BX-1電子計算機B1-2000-02 磁碟程式計算起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的相關，所得結果如表九所示，於表九中顯示起跳時間與起跳離地後身體重心所提升的垂直高度之間的關係爲負的中等相關($r = -.483$)，此相關係數具有統計之顯著性($P < .01$)。圖四爲相關分散圖及起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳時間上的迴歸線。起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳時間上的迴歸變異數分析(Regression ANOVA)如表十所示，表十裡顯示迴歸係數具有統計上的顯著性($P < .01$)。

表九 起跳時間與起跳離地後身體重心提升的垂直高度
之相關資料表

	個數	全距	平均值	標準差	相關係數
起跳時間 (秒)	34	0.180 ~ 0.195	0.184	0.0067	
起跳離地後身體 重心提升的垂直 高度(公尺)	34	0.540 ~ 0.890	0.660	0.0881	-.483*

*P < .01



圖四 起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之相關及迴歸線圖

表十 起跳離地後身體重心提升的垂直高度
在起跳時間上之迴歸變異數分析表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F
迴歸	0.059	1	0.059	9.83*
差誤	0.196	32	0.006	
全體	0.255	33		

* P < .01

發現分析起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的相關，所得結果有如下之發現。

(1)起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的關係為負的中等相關($r = -.483$)，此相關係數具統計之顯著性($P < .01$)。

(2)起跳離地後身體重心提升的垂直高度在起跳時間上的迴歸線及迴歸方程($\hat{Y} = -6.3467X + 1.8276$)可做為預測之用，此迴歸係數具統計上的顯著性($P < .01$)。

討 論

本研究受試者的背向式跳高平均起跳時間為 0.184 秒，其中最快的時間為 0.180 秒。而達片納 (Dapena) 研究背向式跳高所得的起跳時間在 0.14 秒到 0.20 秒之間(註 2:42)，是故本研究受試者的起跳時間在達片納 (Dapena) 所研究的起跳時間之範圍內。但比黑 (Hay) (註 6:4；註 5:6；註 4:429)、歐弱林 (Ozolin) (註 10:53)、希金斯 (Higgins) (註 14:26)、狄克 (Dick) (註 14:26)、維多力 (Vittori) (註 13:54) 所指出的背向式跳高起跳時間之範圍 (0.11 秒到 0.17 秒) 要長。由於背向式跳高起跳離地後身體重心提升的垂直高度與起跳時間呈負的高相關，故所跳高度愈高起跳時間愈短，上述所指的起跳時間範圍皆為跳過 2 公尺高度以上的起跳時間，本研究受試者所跳的高度為 1.85 公尺，故起跳時間略長。

有關背向式跳高起跳垂直作用力方面的文獻，國內外皆鮮有可資比較討論者，本研究受試者之起跳垂直作用力在 1113.20 牛頓 (113.59 公斤) 與 1552.20 牛頓 (158.39 公斤) 之間。黑 (Hay) 以大學跳高選手為對象，所做的跳高實驗裡發現其起跳垂直作用力在 1072.45 牛頓 (109.43 公斤) 到 1659.85 牛頓 (169.37 公斤) 之間(註 3:441)。

背向式跳高起跳離地後身體重心提升的垂直高度亦乏文獻資予比較，在本研究中受試者起跳離地後身體重心提升的垂直高度最低為 0.54 公尺，最高為 0.89 公尺，平均提升高度為 0.66 公尺。黑 (Hay) 研究美國跳高選手馬楚惰府 (Matzdorf) 的起跳離地後身體重心提升垂直高度為 0.78 公尺。(註 3:438)

在背向式跳高起跳時間與起跳垂直作用力的關係方面，本研究所得的結果兩者之間為負的高相關 ($r = -.758$)，具有統計顯著性 ($P < .01$)，亦即起跳時間愈短，起跳垂直作用力愈大。此項結果與黑 (Hay) 的跳高研究相符 (註 3:441)。若選手所做的功 (work) 相等，欲增加功率 (power) 只有減短起跳時間才能獲得。再則黑 (Hay) 謂在起跳時加快起跳脚肌群的離心收縮，能使該肌群在起跳時發揮極大的向心縮收，故可增加這些肌肉使出來的力量 (註 6:4)。威爾特 (Wilt) 認為肌肉被拉長的愈快速，則在拉長反向產生的張力愈大 (註 14:26)。

在本研究中起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度的關係為正的高相關 ($r = .936$) 並具有顯著性 ($P < .01$)，亦即起跳垂直作用力愈大，起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高。這可由衝量 (impulse) 與動量 (momentum) 相等的關係式中很明顯地看出。此結論並與黑 (Hay) 的跳高研究所得結果相符合，黑 (Hay) 更認為減少起跳時間的同時，起跳垂直作用力增加且增加的比率比起跳時間減少的比率大 (註 6:4 ; 註 5:6 ; 註 3:441)。因此減少起跳時間時，起跳垂直作用力與起跳垂直衝量和起跳垂直初速度同時都增加。以致在起跳垂直作用力愈大時，身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間呈現了正相關的現象。

本研究中起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度間的關係為負的中等相關 ($r = -.483$)，此相關係數具統計顯著性 ($P < .01$)。亦即起跳時間愈短，起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高。克利

索拉斯(Klissouras) 和卡玻維琪(Karpovich) 對跳高的研究結果顯示起跳時間愈短所跳過的跳高成績愈高(註7:42-45)，藍斯(Lance) 與黑(Hay) 分別在對跳高的研究中，顯示起跳時間愈短跳高成績愈高，皆與本研究對背向式跳高的研究結果相符合。黑(Hay) 認為減少起跳時間的同時，起跳垂直作用力增加且增加的比率大於起跳時間減少的比率(註6:4；註5:6；註3:441)。因此起跳垂直衝量和起跳垂直初速度隨時間之減少而增加，使得起跳時間愈短起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間呈現了負相關的現象。

結 論

本研究經如上的分析討論，獲得如下之結論。

(一)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳垂直作用力愈大，兩者之間的關係為負相關($r = -.758$)，此相關係數具統計之顯著性($P < .01$)。

(二)背向式跳高的起跳垂直作用力愈大其起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間的關係為正相關($r = .936$)，此相關係數具統計之顯著性($P < .01$)。

(三)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間的關係為負相關($r = -.483$)，此相關係數具統計之顯著性($P < .01$)。

(四)本研究受試者之起跳時間在0.180秒到0.195秒之間，較其它研究起跳時間的結果(0.11秒到0.17秒)略長；起跳垂直作用力在1113.20牛頓(113.59公斤)到1552.20牛頓(158.39公斤)之間；起跳離地後身體重心提升的垂直高度在0.54公尺到0.80公尺之間。

第五章 總 結

研究目的

本研究的目的是在於探討背向式跳高之①起跳時間與起跳垂直作用力的關係，②起跳垂直作用力與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係，及③起跳時間與起跳離地後身體重心提升垂直高度之關係。

方法步驟

以國內背向式跳高男子選手一名為對象，利用攝影法 (cinematographic method) 進行研究；使用佳能牌 (Cannon) 十六厘米攝影機 (每秒六十四張) 拍攝跳高動作。將實驗拍攝所得的影片利用佳能牌 (Cannon) 370 / 370-4 型微卷複印機之投影裝置進行看片，分析的試跳次數共為 34 次。並以肢體分解法 (Segmental Method) 計算身體重心，且算出各次試跳之起跳時間、起跳垂直作用力、起跳離地後身體重心提升的垂直高度。經無敵牌 (OPTIMEC) fx-9001B 型電算機以單因子重複量數變異數分析 (One-Way ANOVA - repeated measures) 進行檢定；以佳能牌 (Cannon) BX-1 電子計算機使用皮爾遜積差相關法 (Pearson's product-moment correlation) 求取兩變數間的相關。

結 論

本研究所得結果經分析討論之後得到如下之結論：

(一)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳垂直作用力愈大，兩者之間的關係爲負相關（ $r = -.758$ ），此相關係數具統計之顯著性（ $P < .01$ ）。

(二)背向式跳高的起跳垂直作用力愈大其起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間的關係爲正相關（ $r = .936$ ），此相關係數具統計之顯著性（ $P < .01$ ）。

(三)背向式跳高的起跳時間愈短其起跳離地後身體重心提升的垂直高度愈高，兩者之間的關係爲負相關（ $r = -.483$ ），此相關係數具統計之顯著性（ $P < .01$ ）。

(四)本研究受試者之起跳時間在 0.180 秒到 0.195 秒之間，較其它研究起跳時間的結果（0.11 秒~0.17 秒）略長；起跳垂直作用力在 1113.20 牛頓（113.59 公斤）到 1552.20 牛頓（158.39 公斤）之間；起跳離地後身體重心提升的垂直高度在 0.54 公尺到 0.89 公尺之間。

附 錄

附錄一 電子鐘校正攝影速度之影片畫面時間顯示值表

第 一 天						第 二 天					
畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)	畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)	畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)	畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)	畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)	畫面張次 (第張)	時間顯示 值(秒)
1	09.00	36	09.53	71	10.06	1	09.33	36	09.86	71	10.40
2	09.01	37	09.55	72	10.08	2	09.34	37	09.88	72	10.41
3	09.03	38	09.56	73	10.09	3	09.36	38	09.89	73	10.43
4	09.04	39	09.58	74	10.11	4	09.37	39	09.91	74	10.44
5	09.06	40	09.59	75	10.13	5	09.39	40	09.92	75	10.46
6	09.07	41	09.61	76	10.14	6	09.41	41	09.94	76	10.47
7	09.09	42	09.62	77	10.15	7	09.42	42	09.96	77	10.49
8	09.10	43	09.64	78	10.17	8	09.44	43	09.97	78	10.51
9	09.12	44	09.65	79	10.19	9	09.45	44	09.99	79	10.52
10	09.13	45	09.67	80	10.20	10	09.47	45	10.00	80	10.54
11	09.15	46	09.68	81	10.22	11	09.48	46	10.02	81	10.55
12	09.16	47	09.70	82	10.23	12	09.50	47	10.03	82	10.57
13	09.18	48	09.71	83	10.25	13	09.51	48	10.05	83	10.58
14	09.20	49	09.73	84	10.26	14	09.53	49	10.06	84	10.60
15	09.21	50	09.74	85	10.28	15	09.54	50	10.08	85	10.61
16	09.23	51	09.76	86	10.29	16	09.56	51	10.09	86	10.63
17	09.24	52	09.77	87	10.31	17	09.57	52	10.11	87	10.64
18	09.25	53	09.79	88	10.32	18	09.59	53	10.12	88	10.66
19	09.27	54	09.81	89	10.34	19	09.61	54	10.14	89	10.67
20	09.29	55	09.82	90	10.35	20	09.62	55	10.15	90	10.69
21	09.30	56	09.84	91	10.37	21	09.64	56	10.17	91	10.70
22	09.32	57	09.85	92	10.38	22	09.65	57	10.18	92	10.72
23	09.33	58	09.87	93	10.40	23	09.67	58	10.20	93	10.73
24	09.35	59	09.88	94	10.41	24	09.68	59	10.21	94	10.75
25	09.36	60	09.90	95	10.43	25	09.70	60	10.23	95	10.76
26	09.38	61	09.91	96	10.45	26	09.71	61	10.24	96	10.78
27	09.39	62	09.93	97	10.46	27	09.73	62	10.26	97	10.79
28	09.41	63	09.94	98	10.48	28	09.74	63	10.27	98	10.81
29	09.42	64	09.96	99	10.49	29	09.76	64	10.29	99	10.82
30	09.44	65	09.97	100	10.51	30	09.77	65	10.31	100	10.84
31	09.45	66	09.99	101	10.52	31	09.79	66	10.32	101	10.85
32	09.47	67	10.00	102	10.54	32	09.80	67	10.34	102	10.87
33	09.48	68	10.02	103	10.55	33	09.82	68	10.35	103	10.89
34	09.50	69	10.03	104	10.57	34	09.83	69	10.37	104	10.90
35	09.52	70	10.05	105	10.58	35	09.85	70	10.38	105	10.92

附錄二 起跳影片畫面張數、起跳時間、起跳垂直初速度、起跳垂直作用力及起跳離地後身體重心
提升的垂直高度之資料表

試跳次	起跳畫面張數 (張)		起跳時間 (秒)		起跳垂直初速度 (公尺/秒)		起跳垂直作用力 (牛頓)		起跳離地後身體 重心提升的垂直 高度(公尺)	
	第一天	第二天	第一天	第二天	第一天	第二天	第一天	第二天	第一天	第二天
1	12	13	0.180	0.195	4.01	3.45	1492.60	1185.40	0.82	0.61
2	12	12	0.180	0.180	4.17	3.49	1552.20	1299.10	0.89	0.62
3	12	12	0.180	0.180	3.91	3.49	1455.40	1299.10	0.78	0.62
4	12	12	0.180	0.180	3.81	3.40	1418.20	1265.60	0.74	0.59
5	12	12	0.180	0.180	3.60	3.40	1340.00	1265.60	0.66	0.59
6	12	12	0.180	0.180	4.12	3.27	1533.60	1123.50	0.87	0.55
7	13	13	0.195	0.195	3.50	3.49	1202.60	1299.10	0.63	0.62
8	13	12	0.195	0.180	3.24	3.71	1113.20	1380.90	0.54	0.70
9	13	12	0.195	0.180	3.45	3.36	1185.40	1250.70	0.61	0.58
10	12	12	0.180	0.180	3.96	3.36	1474.00	1250.70	0.80	0.58
11	13	12	0.195	0.180	3.40	3.71	1168.20	1380.90	0.59	0.70
12	12	12	0.180	0.180	3.60	3.71	1340.00	1380.90	0.66	0.70
13	12	12	0.180	0.180	3.60	3.71	1340.00	1380.90	0.66	0.70
14	12	12	0.180	0.180	3.45	3.53	1284.20	1313.90	0.61	0.64
15	13	12	0.195	0.180	3.40	3.58	1168.20	1332.60	0.59	0.65
16	13	12	0.195	0.180	3.29	3.58	1130.40	1332.60	0.55	0.65
17	13	12	0.195	0.180	3.55	3.71	1219.70	1380.90	0.64	0.70

附錄三 希斯-卡特 (HEATH-CARTER) 體型分類測量表

HEATH-CARTER SOMATOTYPE RATING FORM

NAME: Liu Jing-Hong AGE: 25-6 SEX: M F NO: DATE: Jan. 1982

OCCUPATION: Student ETHNIC GROUP: MEASURED BY: Chen Chin-Lung

PROJECT: TOTAL SKINFOLDS (mm)

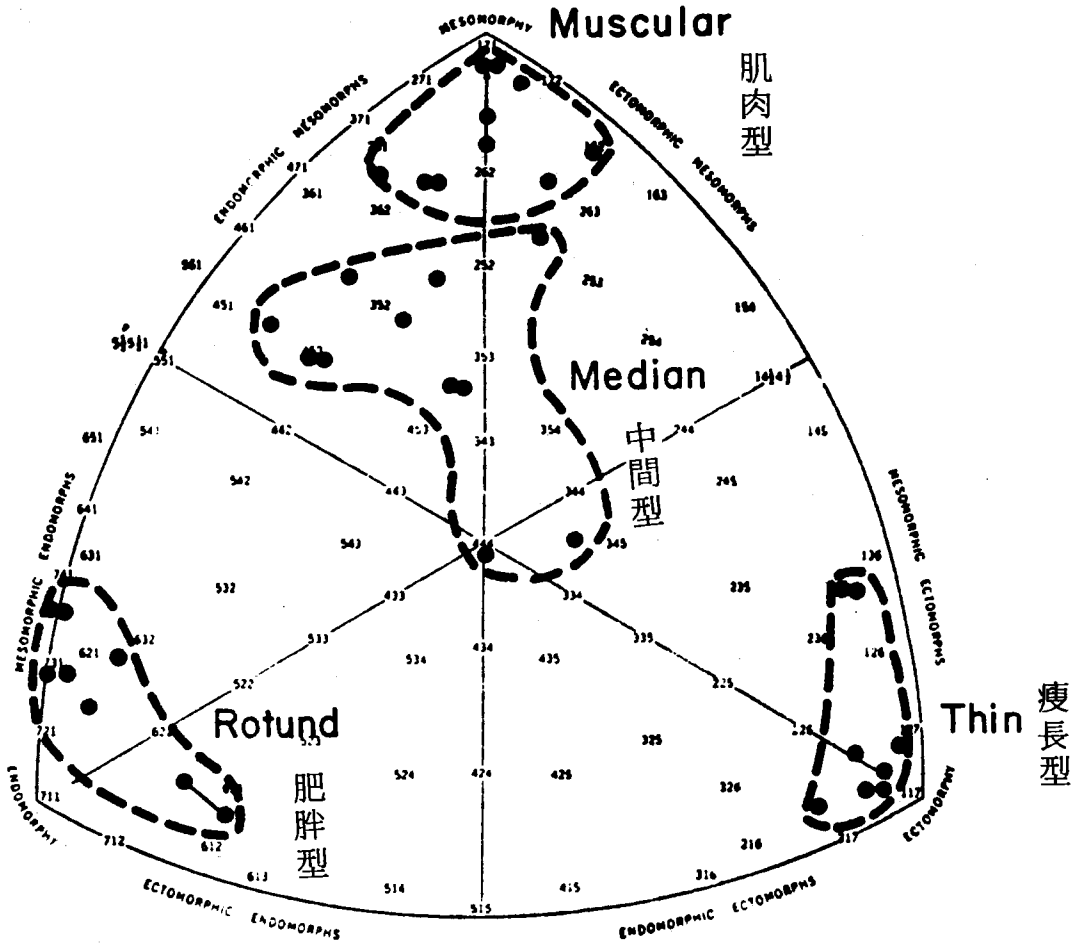
Skinfolds (mm):	TOTAL SKINFOLDS (mm)																									
	Upper Limit	10.9	14.9	18.9	22.9	26.9	31.2	35.8	40.7	46.2	52.2	58.7	65.7	73.2	81.2	89.7	98.9	108.9	119.7	131.2	143.7	157.2	171.9	187.9	204.0	
Triceps	= 9.5																									
Subcapular	= 9.0																									
Suprailiac	= 10.0																									
TOTAL SKINFOLDS =	<u>28.5</u>																									
Call	= 5.5																									

	FIRST COMPONENT												SECOND COMPONENT												THIRD COMPONENT											
	1/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 1/2	12												
Height (in.)																																				
Bone: Humerus (cm)																																				
Femur																																				
Muscle: Biceps (cm)																																				
- (triceps skinfold)																																				
- (calf skinfold)																																				
Weight (lb.)																																				
Ht. / $\sqrt{Wt.}$																																				

Anthropometric Somatotype	FIRST COMPONENT												SECOND COMPONENT												THIRD COMPONENT											
	1/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9																		
Anthropometric plus Photostatic Somatotype																																				

BY: Chen Chin-Lung RATER: _____

附錄四 單姆斯特 (Dempster) 活人浸水研究受試者體型分類圖



附錄五 單姆斯特 (Dempster) 肢體平均體積對身體體積之比率表

Segment	Rotund (%)	Muscular (%)	Thin (%)	Median (%)
Whole upper limb	5.28	5.60	5.20	5.65
Arm	3.32	3.35	2.99	3.46
Forearm plus hand	1.95	2.24	2.23	2.15
Forearm	1.52	1.70	1.63	1.61
Hand	0.42	0.53	0.58	0.54
Whole lower limb	20.27	18.49	19.08	19.55
Thigh	14.78	12.85	12.90	13.65
Leg plus foot	5.52	5.61	6.27	5.97
Leg	4.50	4.35	4.81	4.65
Foot	1.10	1.30	1.46	1.25

* Body volume considered as body weight for an assumed density of 1.0.

附錄六 單姆斯特 (Dempster) 肢體重心位置表

Segment	Center of gravity location with respect to stated reference points, expressed as percentage of total distance between reference points
Upper arm	43.6% to gleno-humeral axis; 56.4% to elbow axis
Forearm	43.0% to elbow axis; 57.0% to wrist axis
Hand	50.6% to wrist axis; 49.4% to knuckle III
Forearm plus hand	67.7% to elbow axis; 32.3% to ulnar styloid
Whole upper limb	51.2% to gleno-humeral axis; 48.8% to ulnar styloid
Shoulder mass	84.0% of clavicular link dimension to sternal end of clavicle (oblique) 71.2% of clavicular link dimension to gleno-humeral axis (oblique)
Thigh	43.3% to hip axis; 56.7% to knee axis
Lower leg	43.3% to knee axis; 56.7% to ankle axis
Foot	42.9% to heel; 57.1% to toe I*
Leg plus foot	43.4% to knee; 56.6% to medial malleolus
Whole lower limb	43.4% to hip axis; 56.6% to medial malleolus
Head and trunk minus limbs	60.4% to vertex; 39.6% to hip axes
Head and trunk minus limbs and shoulders	64.3% to vertex; 35.7% to hip axes
Head and neck	43.3% to vertex; 56.7% to seventh cervical centrum
Thorax	62.7% to first thoracic centrum; 37.3% to twelfth thoracic centrum
Abomino-pelvic mass	59.9% to first lumbar centrum; 40.1% to hip axes

* A ratio of 42.9 to 57.1 along the heel to toe distance establishes a point above which the center of gravity lies; the latter lies on a line between ankle axis and ball of foot.

參考資料

英文部份

附註

1. Cooper, John M., Glassow, Ruth B., Kinesiology, 4th Edition, The C. V. Mosby Company, Saint Louis, 1976, pp. 352.
2. Dapena, Jesús, "Mechanics of Translation in the Fosbury-flop", Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol. 12, No. 1, 1980, pp. 37-44.
3. Hay, James G., The Biomechanics of Sports Techniques, 1st Edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1973, pp. 529.
4. Hay, James G., The Biomechanics of Sports Techniques, 2nd Edition, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 07632, 1978, pp. 519.
5. Hay, James G., "The Hay Technique-Ultimate in High Jump Style?", U.S.T.C.A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, No. 3, Fall, 1977, pp. 5-8.
6. Hay, James G., "Straddle or Flop?", U.S.T.C.A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, No. 3, Fall, 1977, pp. 3-4.
7. Hay, James G., "The Center of Gravity of the Human Body", Kinesiology III, American Association for Health, Physical Education, and Recreation, Washington D. C., 1973, pp. 20-44.
8. Karpovich, Peter V., Klissouras, Vassilis, "Electrogoniometric Study of Jumping Events", Research Quarterly, Vol. 38, No. 1, 1967, pp. 41-48.

9. Mathews, Donald K., Fox, Edward L., The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 2nd Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1976, pp. 577.
10. Ozolin, Nicholi, "The Take-Off Action", U.S.T.C.A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, No. 3, Fall, 1977, pp. 52-53.
11. Robison, Clarence F., Jensen, Clayne R., James, Sherald W., Hirschi, Willard M., Modern Techniques of Track and Field, Lea & Febiger, Philadelphia, 1974, pp. 349.
12. Tansley, John, "The Back Layout High Jump (Flop).", U.S.T.C.A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, No. 3, Fall, 1977, pp. 20-24.
13. Vittori, Carlo, "For Whom the Fosbury Flop? For Whom the Straddle Style? Does the Fosbury Flop Offer any Extra Possibility?", U.S.T.C.A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, No. 3, Fall, 1977, pp. 54-56.
14. Wilt, Fred, "Why Can Dwight Stones "Flop" Higher than He can "Straddle"?", Scholastic Coach, Feb., 1977, pp. 26-100.

中文部份

15. 林清山：「心理與教育統計學」，東華書局，台北，民國六十八年七月第四版，六二三頁。

Chen, Chin-Lung Effect of Take-Off Time on Height Performance in Fosbury Flop. Master Thesis, 1982, pp. 50. (Jim Chang)

ABSTRACT

The purposes of this study were to investigate Fosbury Flop high jump, (1) the relationship between the take-off time and the applied vertical force, (2) the relationship between the applied vertical force and the flight height of the center of gravity, and (3) the relationship between the take-off time and the height the center of gravity been lifted.

Data were collected in terms of cinematographic method where 16mm Cannon Camera was used. Cannon 370/370-4 Canorama Printer was employed in the analysis of data. Cannon BX-1 Computer was utilized in the computation of the Pearson's product-moment correlation and the Analysis of variance.

The results of this investigation appear to warrant the following conclusions:

(1) A high negative statistically significant correlation coefficient ($r = - .758$) was found between the take-off time and the applied vertical force, indicating that the shorter the take-off time the greater the vertical force applied in the Fosbury Flop.

(2) A high positive statistically significant correlation coefficient ($r = .936$) was found between the applied vertical force and the flight height of the center of gravity after take-off.

(3) A moderate negative statistically significant correlation coefficient ($r = -.483$) was found between the take-off time and the height the center of gravity raised during flight, indicating that the shorter the take-off time the higher the center of gravity raised.

(4) Take-off times obtained in this study (.180 sec. — .195 sec) were longer than the previous published investigations (.11 sec — .17 sec); The applied vertical force at take-off was from 1113.20 Newtons to 1552.20 Newtons; The height the center of gravity raised after take-off was from .54 m to .89 m.