

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

動物機構學

(上)

馬榮著
黃澹哉譯

商務印書館發行

動物機構學

(上)

著 萊 馬

譯 哉 澹 黃



著名世界譯漢

動物機構學

(下)

著 萊 馬

譯 哉 瀟 黃



漢譯世界名著

目次

第一編

第一章	力與器官	七
第二章	物理力的變化	一七
第三章	動物的熱	二六
第四章	動物的運動	三六
第五章	肌肉的收縮與功率	五二
第六章	動物中的電	六三
第七章	動物的機構	七五
第八章	器官與機能之間的和諧——進化的假定	八八

第九章 骨骼的變化性·····	一〇七
-----------------	-----

第二編 機能——地上運動

第一章 一般的運動·····	一二九
第二章 地上的運動（兩足動物）·····	一四〇
第三章 人類採用的不同步態·····	一五六
第四章 馬的四足的運動·····	一七三
第五章 對於馬的步態的實驗·····	一八九
第六章 對於馬的步態的實驗（續）·····	二〇四

第三編 空中運動

第一章 昆蟲的飛翔·····	二二三
----------------	-----

第二章	昆蟲的飛翔的機構學·····	二四二
第三章	鳥類的飛翔·····	二五八
第四章	鳥翼在飛翔中的運動·····	二七九
第五章	鳥的翼面在軌道的各點上的變化·····	二九九
第六章	鳥翼的運動對於鳥身的反動力·····	三二三



第三十七圖 (上線)兩腳跳的記錄,(下線)右腳跳的記錄,我們見到壓力斷則有變化,但身體的懸空期間是固定的。

兩腳的同時壓力的時間,是按灰色長方形停在白長方形之上的空間來測量的。

第二線是右奔的記錄,就是右腳總是向前,而比左腳較後落地。因此在奔之中,身體有時是在空中,有時在一腳之上,而有時卻為兩腳所支持。

最後,第三十七圖所指示的記錄是:上線代表兩腳的跳,下線是右腳單獨的跳。

這個說明方法不如以前所有的曲線那麼完善,因為這不指示腳對於地所行使的不同壓力。但是這方法比較簡單,而使兩種的步態能易於比較。在述及四足動物的運動時,我們就得見到這题目的複雜,使我們不得不採用這運動節奏的極簡單的記錄。

步態的定義 通常都認為一個步度,是由於兩腳之間的各運動而來的,不論我們指定兩腳達到地那一刻為步態的開始,或是兩腳離地的那一刻。

刻。因此我們在測量地上的步度時，常常用分離右腳印的一部分與左腳印的相同點的距離，作為這步態的長度。

我們不得不放棄這慣例。雖則我們不願有任何的更改，但我們要認一個標準步度，祇是半步，而我們的定義是如此：一步是同一的腳的兩個相同地位之間的一串運動——就是右腳的兩個連續腳步之間，或是左腳的兩個連續高度之間的一串運動。

這樣地上一歩的範圍，就是分離同一的腳的兩個連續腳印中兩個相同點的距離，在墨西哥，步度就是這樣估計的。祇有這計算方法，纔能防止四足動物的十分複雜的運動的錯誤。

人類所採用的步態的綜合的模造

我們既完成一個現象的分析，而我們現在似乎已了解牠的一切；然而祇有用綜合法，我們纔設立一個反證。這方法對於證實我們關於某種生理學作用（例如血的環流）的學說，頗為有益。這方法是用人造法來說明心的運動與聲音，以及動脈的脈搏等等，我們由此而證明我們的學說對於這些現象的性質，是正確的，這同一的方法，以後要用以證實我們關於昆蟲與鳥類的飛翔的

學說。在目前的情形下，按所有的分析所供給的材料，我們必須說明人類所採用的走的運動，以及其他步態。

大家都知道白拉杜所發明的精巧的光學儀器，而他稱之爲 *Phénakistiscope*。這個儀器也被稱爲 *Zootrope*，把一串各種態度的人或動物的形像，逞現在我們的眼前。在這些不同形態互相調和以使我們看見一個運動的一切形態時，這錯覺就完成了，而我們似乎見到活人作各種的動作。

這儀器常常爲娛樂兒童而造的，大半是表現各種滑稽形態的奇怪人物。但是我們發見若審慎的在這儀器上繪畫人物，而確實的表現身體在走，跑等等運動中的遞次形態，那我們就可以模造人類所採用的各種步態的形狀了。

對於走路的運動頗有研究的卡里，以及解剖學專家杜佛 (*Duval*) 曾實施這計劃，並且經過許多嘗試之後，得到極好的結果。

杜佛從事於完成他的圖表，使我們見到人類所採用的每個運動的十六個連續的地位。每個

人物是按圖表方法所得的結果，而審慎繪成的。這儀器用適當的速度而轉動時，就表現出走或跑的不同運動，而且精確無比，但是主要的優點是：轉動較緩，我們使之慢慢的表現各種的運動，所以我們的眼能極容易的確定這些動作，而這些動作的連續在平常的走路之中是不能見到的。

第四章 馬的四足的運動

五官不足以分析馬的步態。杜季（Dubois）的比較，用耳朵來研究各步態的律動。沒有適當的言辭來說明這些律動。音樂的記錄。溜蹄，快步，及快步的記錄。按不同研究者對於各個的定義所記錄的步態對照表。用以測定各種態步的律動，以及隨之而來的反動力的圖表方法的儀器。

沒有一個動物的力學，比較馬的步態問題引起更大的心力與更大的爭論了。這題目對於許多從事於特殊研究的人，是極為重要的，但是牠的過於複雜，引起了很長的討論。現在凡想撰述關於馬的步態論的人，必先討論許多著者所提出的不同意見。

我們在閱讀這些著作時，其中有十分精明的觀察，有不少有力的理論，然而我們卻見到這些著者大多數對於步態的定義，各持一見。相似的觀察者而有這個異見，祇能說因為他們沒有充分的方法，使他們分析馬的又複雜而又迅速的運動，用言辭來說明這些不同運動的律動與期間的困難，使之更為混亂，馬在跑，從一種動作換到另一種時，在他用令人目眩的速率移動他的四肢時，

而按這最不同的律動，我們怎能正確的辨別與敘述這一切的動作呢？在看過音樂家的手指溜過琴鍵之後，就容易敘述所行使的這些動作。

在這混亂之中，由於觀察我們還能夠確定使這研究簡單化的劃分法，因此某種的步態，使我們聽見一種律動，其中馬蹄的擊動是按一定的距離而互相連續。又有其他的步態如奔之類，是按定時而發出不規則的節奏。後者是最難加以分析的步態。

但是我們若觀察馬的走步，溜蹄步或是快步，並且我們若專注意於前足或後足，那我們就見到左右腳的擊衝與上升的律動，完全就像人在跑時的腳的節奏。假使我們所觀察的馬沒有跛足，那腳的交相擊動是十分勻稱齊整的。

我們此時若比較在一邊的兩個前後腿的運動，那我們就見到在右邊的兩腳發出相等的步數，並且其中若有一腳擊地比另一腳的間隔較大或較小，那祇要同一的步態不中斷，這必仍然保持下去。除此之外，前後肢的步的長短是相同的，因為我們看見兩腳在地上的印跡，距離總是相等的。在大體上，後腳蓋着同邊前腳在地上留下的印跡。假使這些印跡沒有蓋掩，那牠們之間就始終

保持相同的距離。因此前後腿的步度是相同數目與相等範圍的，從前的觀察家也見到這些事實。杜季會比較在走路的四足動物，與一個在前一個在後而互相隨從的兩個人。按這兩個人（兩人必走同一的步數）同時移動或交替的移動他們的腳，按在前的人比在後的人移動得快或較緩，我們能見到所模仿的馬的步態所特有的運動的各律動。

我們大家在馬戲或假面戲中，都見到人裝馬，四腿由兩人所假裝，而身體躲在馬的身體下。這奇怪的模仿極像真馬，倘若兩人的行動互相調和，而模造真正四足動物的步態的節奏。

我們在研究適用於馬的步態的圖表方法所供給的繪圖時，也許得藉助於杜季所提出的學說，而我們要發見人數運動所產出的曲線的兩次重複。我們要見到兩步之間的不同，是在馬的後腿的腳步對於同邊前腿的腳步互相連續的狀態。但是腳步連續次序的測定，即使對於最精明的觀察家，也必覺得非常的困難。

曾有不少的心力是用以使觀察方法完善，並且補救敘述所觀察的現象的用語之不足，我們早已把根據聲音的步度律動，替代用眼的觀察了。在事實上，耳朵比較眼宜於區別律動連續的關

係，爲確定每隻腳擊地的次序，有的實驗家把不同音調的鈴（能容易辨別各個音調的，）縛在馬的腿上。

關於馬的運動有一點有較好的考察，就是測定各種步態每步在地上所經過的空間。這空間是用腳留在地上的印跡之間的距離來測量的。爲易於區別腳步起見，馬的每個腳裝上不同的蹄鐵。除此之外，觀察家研究了馬的高度與其不同步態的長度之間的比例。凡對於這有趣的研究有任何進展的人，是由於採用嚴格的觀察方法。

在另一方面，說明這所觀察的現象的方法，頗爲一般著者所注意。差不多大家都採用繪圖的方法，但是對於說明不同步態所特有的連續動作的方法，卻不大一致。最完善的表現法，要推在十九世紀中凡遜（Vincent）與高方（Goffon）所採用的。這是一種樂譜，有四行線，用以記錄四隻腳的各個擊衝的時刻，以及連續加於地上的壓力的期間。這個記錄法就像我們敘述人類運動的不同律動時所用的，而此後要用以說明馬的不同步態。但是我們不能忘了凡遜與高方的方法，祇表示視力與耳朵所觀察的連續運動，而最精確也不過觀察者個人所能及的而已。

我們的自記器解決雙重的問題，就是正確分析五官所不能精確辨別的動作，並且明白說明這分析的結果。

我們未敘述我們的實驗之前，爲了使讀者能了解牠們的功用，我們先要概述這科學的現狀，並且指出各家中不同觀點之間的差異。基本的定義總是不容易明瞭，所以我們要加上每個步驟的記錄，而深信這個說明方法能使之較爲明白，尤其是易於互相比較。

馬的各種步態的記錄。我們再回到杜季所用的比較，而試假定馬是由兩個兩足動物所合成（一個在前，一個在後走）。我們必須決定這走路兩個人的腳此起彼落的形態。

溜蹄。我們試述最簡單的例子，假定這兩個人同時行使同一的運動。假使我們用以前的記錄法而說明這兩個人的運動，而把最前的記在上端，最後的記在下端，就得到下列的繪圖：

在前與在後走的兩人的左右腳，同時所有的腳步，必須用恰恰相等的記號來代表。因此在馬的步態中，這前後肢的運動之間的一致，是屬於溜蹄的。第三十八圖的記錄，就是關於馬的溜蹄形態，上線是馬的前腿的運動，而下線是後腿的。



第三十八圖 馬的溜蹄的記錄。

基本的定義是：溜蹄是一種步態，而以兩個橫向的兩足動物的交替與單獨的動作爲特徵。各著者對於這點完全同意。我們試再加上這一點：在溜蹄的步態中，耳朵祇聽見每步有兩拍，在同邊的兩腳同時碰着地上。在記錄中，這兩個聲音是用接連兩個同時擊衝的縱線來表記的。

在溜蹄中，身體對於地的壓力是側面的，因爲在一邊的兩腿，在同時與地相接觸。

走的步態。按大多數著者的定義，走的步態是相等連續的四腳的擊衝，四腳碰着地的次序是：若以右腳先動，那連續的次序如下——右前腳，左後腳，左前腳，然後右後腳。

我們要說明走路的兩人的連續運動，那祇要改變前後腳的記號的地位。我們使後腳的記號滑到左邊，就得到各著者所表示的律動，見第三十九圖。

因此我們見到與溜蹄相比較時，走的步態是後腳先，而其腳步比前腿的腳



第三十九圖 馬的走的步態的記錄。

步占前的距離，就是兩後腿之一對於地的壓力的期間之半。

假使這記錄從左向右看，可見到每個記號在連續的次序中，比另一個在前的記號較向左。因此在第三十九圖中，右後腳的擊衝在右前腳之前。但是在同種步態的一串連續動作中，我們選定任何時刻為出發點既然無甚關係，那我們就總是認定右前腳的擊衝為開端了。

耳朵能辨四個拍子，每個按一定的時間而分離，而在記錄中各用縱線來表示。最後，在整個步態中，身體停止在地面上有兩次是側面的，而兩次是斜線的。我們看第三十九圖，就易於確定這一點，其中在第一擊衝之後，身體停在兩右腳上（側面兩足L。）在第二擊衝之後，身體停在前右腳與左後腳之上（斜面兩足D。）

但是這記錄祇表明最大步態的學說。腳的各擊衝之間的相等距離，不為大家所承認。在我們的實驗之中，我們要見到走的步態在事實上，可以有不同的律