

# 馬屬頰齒長寬关系的分析

刘 后 一

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

## 一、問題的提出

在鑑定馬屬頰齒的時候，一般常根據它們原尖的形態和大小，原脊和后脊的傾斜程度，次尖的位置，前附尖、中附尖的形狀，下后尖和下后附尖的形狀等等，來確定該種馬的進化地位。可是其中原尖的形態、次尖的位置等，都很難定出準確的標準，因而對馬頰齒的鑑定，可能產生主觀判斷上的錯誤。唯獨原尖的大小，我們能夠準確測定它的長度，並且可以拿來和該頰齒的長度相比，求出該頰齒的原尖長指數，作為鑑定馬頰齒的一個重要標準。可是這一點，顯然僅適應於上頰齒（其中 $P^2$ 的原尖，一般也不用來作為標準），而且單純依靠這一項數據，仍然是不夠的。我們必須找出更多的數據來進行分析。

裴文中(1940)在他的“周口店山頂洞動物羣”一文中，曾經根據師丹斯基(Zdansky, O.)的圖，布爾(Boule)和德日進(Teilhard de Chardin, P.)的測量指出：“普氏野馬臼齒寬大於長”，“騫駱上臼齒為方形”，以後在“資陽人”(1957)一文中，又曾提到“野馬的頰齒<sup>1)</sup>寬大於長”。另外，周明鎮、薛祥熙在“遼寧建平及康平幾種更新世晚期哺乳類化石”(1958)一文中也有普氏野馬“齒冠面寬大於長”以及騫駱齒“冠面之長大於寬”的說法。這一論斷是否和事實相符呢？

就現代及化石普氏野馬上頰齒來分析，除齒長總是大於齒寬的 $P^2$ 、 $M^3$ 不計外， $P^3$ 齒寬平均數大於齒長平均數， $P^1$ 、 $M^1$ 、 $M^2$ 一般齒寬大於齒長，特別是 $M^1$ 、 $M^2$ ，齒寬沒有小於齒長的。就現代騫駱來看，一般 $P^1$ 、 $M^1$ 、 $M^2$ 齒寬略大於齒長，但也有少數齒長大於齒寬的。而晚更新世的騫駱，除個別例外，所有頰齒都是長大於寬。所以，裴文中等的上述論斷，是有一定道理的。

格羅莫娃(Громова, B. 1949)在她的“舊大陸馬屬史”一文中，除對許多種馬頰齒的各種特征，作了詳盡的分析外，也詳細地記載了許多種馬上、下頰齒的長寬數和上頰齒(除 $P^2$ 外)的長寬指數，但是對它們之間的關係及其對馬進化的意義，沒有作進一步的論述。

本文的目的就是打算專就馬頰齒的長寬關係來進行分析，企圖摸索出它們的一些規律，了解它們在進化上的意義。並學習將數量分析的方法，應用於古脊椎動物學的研究工作上。

本文在寫作過程中，承楊鍾健、裴文中、吳汝康諸教授鼓勵並審閱原稿，周明鎮教授具體指導，本所其他同志提出寶貴意見，謹在此表示衷心的感謝。

1) 根據原文意思，明顯是指上頰齒。

## 二、馬頰齿长寬的相关性

馬頰齿长和寬究竟有没有关系？有多大的关系？

以普氏野馬的  $M^2$  为例（測量数字根据师丹斯基，1935，“馬及其他奇蹄类”，第 50 頁），以  $X$  代表齿长，以  $Y$  代表齿寬，长寬数如表 1。

用一般求相关系数的方法推算得出：

$$r = 0.8742$$

在这一个例子中，馬頰齿长与寬的相关性很大，如果以图表表示，可以作一条回归直綫（图 1）。

再以周口店第二十一地点 7 个  $M^3$  为例，各牙齿长寬数如表 2。

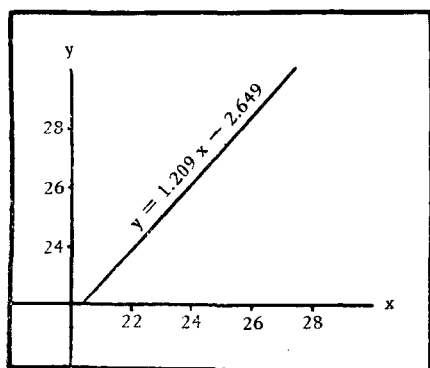


图 1 普氏野馬的 4 个  $M^2$  长寬的回归直綫

表 1 普氏野馬 4 个  $M^2$  的長寬数

X	21.5	24.5	25	26.5
Y	22.5	28.5	28.5	28

表 2 周口店第二十一地点 7 个  $M^3$  長寬数

X	23.5	23.5	23.5	24.5	26.2	27.2	28
Y	20	20.8	21.5	22.5	22.9	27	26.1

用皮而生氏积差法 (Pearson's product moment method) 計算得出：

$$r = 0.9097$$

在这一例子中，也存在着很高程度的相关性<sup>1)</sup>。

如果加上周口店第二十二地点中的两个  $M^3$ ，其长寬分别为 26.5/22，27.8/23.4，用同一方法計算，其相关系数即降至 0.463。根据形态方面的观察，这两地点的馬化石，基本上虽然相同，但是仍然具有一定的差别。从相关系数来看，也正好說明了这种情况。

如果将第二十二地点各类馬上頰齿（共 21 个）混杂后，用上面任一法統計之，其相关系数变为 -0.5667，即为負相关。可見即使是同一种馬，但是在不同类頰齿长寬間，是没有甚么相关性的。

再以周口店第一地点的 8 个  $M^3$  为例，各牙齿长寬数如表 3。用上面任一方法試之，得出：

$$r = 0.354$$

表 3 周口店第一地点 8 个  $M^3$  長寬数

X	27.1	27.5	28	30.2	30.5	31	31	34.5
Y	21	27	27.5	27.8	26	27.5	29	26.5

1) 本例与以下三例的詳細描述，將見于另文“周口店的馬类化石”中。

如果去掉表中最后一个牙齿长宽数再计算, 相关系数即增加到 0.6314。周口店第一地点的馬化石, 基本属于同一种馬, 但是本例中最后一个牙齿, 显示着齿长特别大的个体变异性质。一旦有这种个体变异较大的牙齿混入其中, 相关性也就变得很小。

经过多次取样和运算的结果, 得知同一种馬的同类颊齿, 长宽都有大小不同程度的相关性。如果其中夹有不同种馬或不同类的颊齿, 或者虽属同种馬的同类颊齿而个体变异较大的, 那么它的相关程度就变得很小, 甚至出现负相关。

### 三、广泛的比较

上面所说的关系, 只是指同种馬同类颊齿的长宽有着一定程度的相关, 但是却不能说明

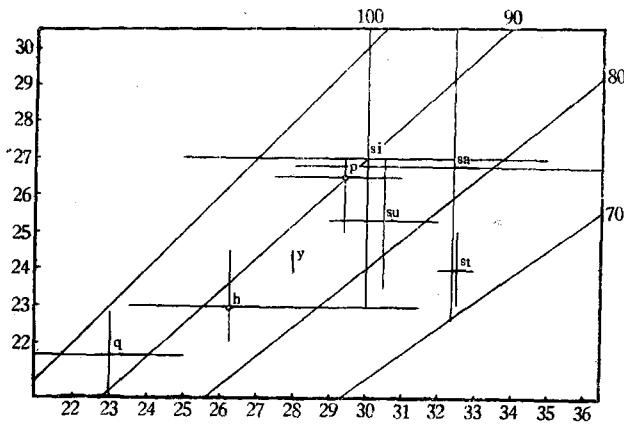


图2 馬第三上白齿的长宽关系 h. 鬃駱, p. 普氏野馬, q. 波氏斑駱 (*E. quagga boehmi*), sa. 三門馬, si. 西瓦立克馬, st. 大古馬 (*E. stenonis major*), su. 主森博馬 (*E. süssenbornensis*), y. 云南馬。

明不同种馬不同类颊齿之間存在着甚么关系。为了说明这一点, 选择各种馬的某类颊齿或者一种馬的各类颊齿进行对比是必要的。

现在以  $M^3$  为例, 根据格罗莫娃(1949)等的统计数字, 作坐标图如图2。

图的横坐标 (X) 代表齿长, 纵坐标 (Y) 代表齿宽, 斜线表示颊齿长宽指数。从左下角到右上角, 牙齿咬合面面积逐渐增大; 从右下角到左上角, 长宽指数逐渐

增加。

限于文献资料, 齿长和齿宽仅记下总的统计数字。但是, 大家也都知道, 根据统计学常态曲线分配情况, 愈靠近中间的地方, 也常是出现次数愈多的地方。

从图2中可以看出, 很多研究较多或材料较多的馬, 如三門馬与西瓦立克馬, 它們颊齿长宽所占范围较大, 因而和别种馬有交错的情况。然而大致上也可以看出, 它們各占居一定的范围。为了进行比较, 暂以交叉点(长宽中数或平均数相交处。平均数相交处以圈表示)作为基准。从各种馬颊齿长宽交叉点所在位置, 大致可以看出这么两种关系: 一个是长宽指数的关系, 即从原始的大古馬, 经过主森博馬到进步的普氏野馬, 表现为颊齿长宽指数逐渐增加; 一个是长宽积数的关系, 即从具有原始性质的斑馬(波氏斑駱), 经过鬃駱到普氏野馬, 表现为颊齿咬合面由小到大。也就是说, 随着进步程度的增大(当然这并不等于說它們是在一条进化线上的), 一方面长宽指数增加了, 另一方面, 颊齿咬合面也增大了。

再以普氏野馬及三門馬的不同上颊齿长宽数画一图如图3。

从图3中可以看出, 同一种馬的不同颊齿, 长宽指数各不相同, 而不同种馬的同类颊齿, 长宽指数则比较接近。其中  $P^2$  最低, 这两例长宽指数为 70 左右, 到  $P^3$  即升到 100 左右,  $P^1$  約 105, 到  $M^1$  最高, 达 110 以上; 到  $M^2$ 、 $M^3$  又下降了,  $M^3$  只有 90 左右。普氏野馬

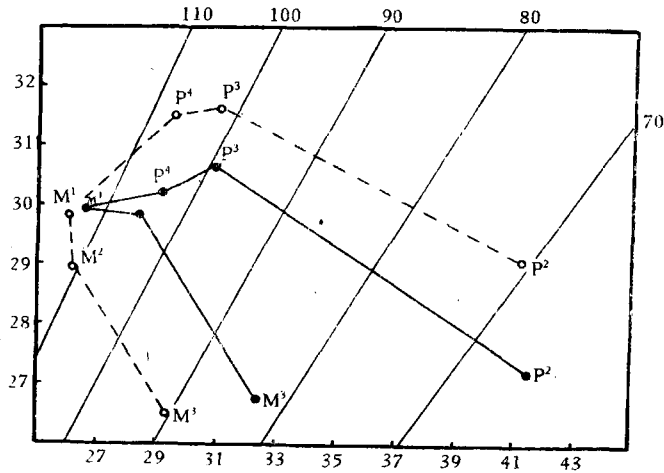


图3 普氏野馬及三門馬不同上頰齒長寬數比較 虛綫代表普氏野馬，連綫代表三門馬，斜綫表示長寬指數，各頰齒所在位置即各齒長寬中數或平均數所在位置。

頂端折綫 (P<sup>1</sup>—M<sup>2</sup>) 比三門馬的平緩得多。

下頰齒也有类似的情况。現在举各种馬的 M<sub>1</sub> 和普氏野馬与三門馬各下頰齒为例，分別作图如图 4、图 5。說明从略。

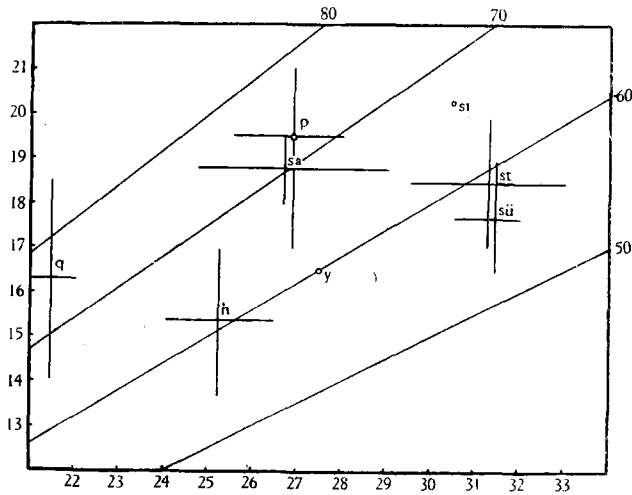


图4 馬第一下白齒長寬关系 簡字說明同图2

#### 四、馬頰齒長寬关系变化的原因

馬頰齒長寬指數的大小为什么可以作为馬进步程度标志之一呢？同一种馬的各頰齒長寬指數为什么会有变化呢？

格罗莫娃在分析馬頰齒原脊、后脊傾斜程度、次尖位置等变化原因的时候，曾經追溯到頰齒咀嚼方向与頷骨平行的漸新馬 (*Mesohippus*)、中新馬 (*Miohippus*)，轉变到頰齒咀嚼方向与頷骨垂直的付馬 (*Parahippus*)、上新馬 (*Pliohippus*) 和三趾馬 (*Hipparion*) 的过程。也就是說，由于咀嚼方向的轉变，使得原脊、后脊由与外脊垂直变为傾斜乃至平行，次

尖也相应地由靠近舌面而逐渐离开了。这种解释是完全合乎馬的进化情况和力学原理

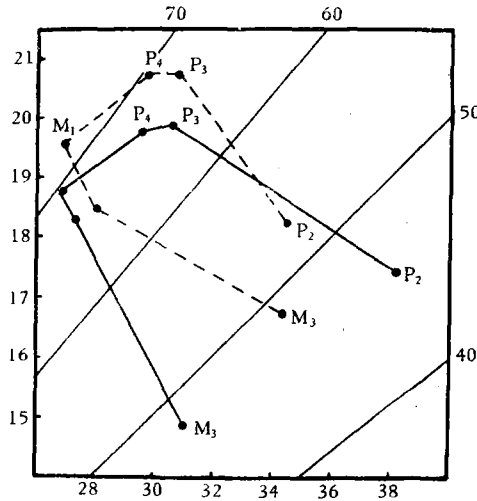


图5 普氏野馬及三門馬不同下頰齒長寬數比較 說明同图3

的。因为这样一变化，就增加了摩擦力量，就象磨床的齿与摩擦方向垂直一样。如图6。

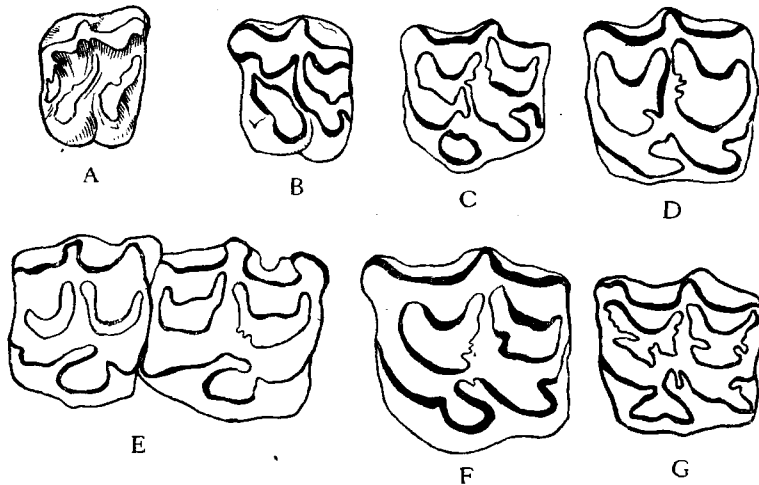


图6 几种古代馬类的上頰齒

- A. 中新馬 (*Miohippus gemmarosae*),  $M^1$ , 据奥斯朋 (Osborn), 图 46;
  - B. 付馬 (*Parahippus pauniensis*),  $P^4$ , 同上, 图 68;
  - C. 草原古馬 (*Merychippus californicus*),  $P^3$  或  $P^4$ , 据波德 (Bode, 1934), 图 5j;
  - D. 一种上新馬 (*Pliohippus spectans*),  $P^3$  或  $P^4$ , 据奥斯朋, 图 132;
  - E. 更新馬 (*Plesippus francescana*),  $P^4$  和  $M^1$ , 据舒尔茨 (Schultz, 1936), 图表 2, 图 2;
  - F. 另一种上新馬 (*Pliohippus nobilis*),  $P^4$ , 据奥斯朋, 图 124;
  - G. 三門馬,  $M^2$ , 据师丹斯基, 图表 5, 图 8;
- A—F,  $\times 0.85$ , G,  $\times 0.8$ , 以上图皆轉引自格罗莫娃 (1949)。

在解释馬頰齒長寬指数增大情况的时候,沒有必要追溯得这么远, 因为单纯就頰齒長寬关系来看, 漸新馬、中新馬頰齒寬都比齒長为大。这可能是因为当时颌骨还没有发展到足够长度(馬属以前的馬吻部逐渐加长, 齿列相对长也逐渐增大), 同时它們所吃的是柔

嫩的树叶，牙齿主要是适于挤压的緣故。不过，单纯就馬属頰齿长寬指数增大的情况来说，显然是和馬頰齿咀嚼方向与颌骨垂直有关的。由于馬的颌关节是屈戌关节，关节窝浅，周围又有关节軟骨，因此下颌运动不只是上下垂直方向，而可以左右运动，即使在口腔閉鎖状况下也是如此。同时，由于馬吻部逐渐減短，齿列相对长不变，因而使得长寬指数逐渐增大了。馬属前和馬属中的这些不同变化都显示着一种阶段性的发展。

梅契尼科夫(И. И. Мечников)“論达尔文主义”一书中談到：留帖麦耶(Rutimeyer, L.)曾經比較馬的乳齿和恆齿系統，証明現代馬的乳齿比恆齿更近似中歐馬化石(出自同一馬属)的恆齿，而这种馬化石的乳齿又很近似三趾馬的恆齿。除了馬属是否起源于三趾馬这一問題在这里不談外，从留帖麦耶的研究，应当可以得出乳齿显示了比較原始性质的結論。如果这一結論是正确的話，那么，馬乳齿有着較大长度这一点，也应当作为馬頰齿长寬指数增大这一情况的旁証。

关于同一种馬的不同頰齿长寬指数的不同，則是由于前臼齿臼齿化的程度而引起的。較进步的类型，各頰齿之間有着明显的变化，也就是前臼齿較臼齿明显为大。而长寬指数以中部頰齿为大，因为它们是使用最強烈的部分；两端頰齿长寬指数很小，除了使用不如中間頰齿強烈外，还由于两端有着較大的发展余地的緣故。

至于随着馬的逐渐进步、馬頰齿逐渐增大的原因，这是不必多說的。这可以一直追溯到馬的始祖。简单地說，就是随着从柔嫩的食物轉变为粗糙的食物，馬頰齿咬合面也就增大了。也就是說，随着生活条件的改变，产生了不同的适应形态的变化。

## 五、應用及其局限性

从前面的叙述，我們知道了同种馬的同类頰齿，在正常情况下，有着一定程度的相关，而在有不同类馬的頰齿，或者即使同类馬但不同类的頰齿混杂在一起的时候，其相关程度即变得很小，甚至出現負相关。由此可見，相关系数的計算，在鑑別馬种或者分辨不同类馬頰齿中，当可起一定作用。特别是馬上下頰齿从P3—M2，大小及形态很难区别，那么这一方法的运用，当更有其意义。其次，各种馬各类頰齿长寬大致有一定的范围，长寬指数和咬合面的大小随着馬进步程度的增大而有增大的趋势，这对我們在鑑定馬頰齿的时候，应当可以作为一个参考因素来考虑。

我們可以将各类馬頰齿都繪成长寬坐标图(原尖指数也同样可以繪图)，当我們找到一个馬頰齿，就可以根据它的长寬(原尖长也一样)，在图中找出它所在的位置。以前年周明鎮和作者鑑定的新种黄河馬(*Equus huanghoensis* Chow et Liu)为例，除了其他形态特征显示一些与別种馬的差异外，单就长寬(原尖长也一样)测量来看，相当于图2中右上角的位置，远离我国下更新統主要馬类——三門馬的变异范围(因为上次鑑定的一批材料中，沒有M<sup>3</sup>，所以在图2中沒有表示出来)。最近在三門峡地区又发现一些馬化石，其中一部分也应当是属于黄河馬的。因此黄河馬当可定为一个新种。

另外，我們也可以根据馬頰齿长寬相对位置，配合其他因素，如原尖长指数，以及各种可用数字表示的进化关系，作出比較細致的进化树来。然而，另一方面，我們也知道，各种馬頰齿长寬数所占范围，并不是截然分开的(事实上也不可能，因为它们都是互相关联的)；长寬相关程度，由于个体变异，变化也常是很大的，长寬指数和咬合面大小的增长趋

势,也并不是非常明显的(原尖长指数的变化,实际上也不很大),因而在应用的时候,必须慎重考虑。何况,显示馬的进化方向及程度的标志很多,我們看問題应当全面。

另外也有些問題,須待以后进一步研究解决。如: 1. 西瓦立克馬为一种中間型的馬,何以在图(本文图2)中位置較高? 2. 如将普通馬(*Equus caballus*)各亚种的頰齿长寬数列入,則显示一种瀰漫性的分布,何故? 3. 长寬指数与长寬积数間的矛盾統一問題。

## 六、小 結

1. 在正常情况下,同种馬的同类頰齿,长寬的数值有着一定程度的相关;
2. 馬的同类頰齿长寬指数和咬合面,随着馬的进化,有增大的迹象;
3. 較进步的类型,前臼齿的咬合面,显然大于臼齿的;一般馬中部頰齿的长寬指数大于两端的;
4. 馬頰齿长寬指数和咬合面的增大,可能和咀嚼方向与咀嚼強度有关;
5. 馬頰齿长寬指数与咬合面的大小,可作为鑑定馬化石的一項参考因素。

## 参 考 文 献

- 周明鎮、刘后一, 1959, 山西更新世馬类化石的新材料。古脊椎动物与古人类, 1(3), 133—136。  
 周明鎮、薛祥煦, 1958, 辽宁建平及康平几种更新世晚期哺乳类化石。古生物学报, 6(1), 52。  
 梅契尼科夫, 1959, 論达尔文主义。科学出版社。164頁。  
 裴文中、吴汝康, 1957, 資阳人。中国科学院古脊椎动物研究所甲种专刊第1号, 52頁。  
 Громова, В., 1949, История лошадей (рода *Equus*) в старом свете. АН СССР.  
 Pei, W. C., 1940, The upper cave fauna of Choukoutien. *Pal. Sin. New Ser. C*, 10, 64—65.  
 Teilhard de Chardin, P. et Piveteau, J., 1930, Les Mammifères fossiles de Nihowan (Chine). *Ann. de Paleont.*, 19(33), 33—41.  
 Zdansky, O., 1935, *Equus* und andere Perissodactyla. *Pal. Sin. Ser. C*, 6(5), 21.

## LENGTH AND BREADTH RELATIONSHIP IN THE CHEEK TEETH OF *EQUUS*

(Summary)

LIU HOU-YI

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica)

In this paper the length and breadth relationship in the upper and lower cheek teeth of *Equus* is analysed. The results were summarized as follows:

1. Normally, simple correlation exists between the length and breadth of the same cheek teeth of different individuals belonging to the same species.
2. The length-breadth index and the size of the chewing surface of the cheek teeth tend to increase with the evolutionary sequence.
3. Generally speaking, the size of the premolars is bigger than that of the molars in the more progressive species of the genus. The index of middle cheek teeth is bigger than that of the cheek teeth of both ends.
4. The bigger length-breadth index and the size of chewing surface of cheek teeth of horse are probably related to the direction and strength of mastication.
5. The relationship of length and breadth and the size of chewing surface of cheek teeth of horse may be useful in the identification of fossil horses.