

骨头的故事

内含子

请你坐下来和我一起享用一顿丰盛的晚餐，席间听我讲一些有趣的生物学故事。

我们吃掉鸡腿上的肉，把中间的骨头扔一边；再敲开螃蟹腿上坚硬的外壳，去吃里面的肉。你已经注意到了，鸡腿和螃蟹腿正好是反着的，一个骨头在里面，一个骨头在外面。我们把它们分别称为内骨骼和外骨骼（图 1）。脊椎动物和节肢动物是迄今为止最成功的两个动物类群，它们都进化出了骨骼。尽管内骨骼和外骨骼的起源完全没有关系，但它们却具有相似的功能（支撑身体，辅助运动），而且还有相似的化学成分（都含有蛋白质、多糖和丰富的钙质）。可见，骨骼对于运动的重要性。



图 1. 外骨骼（蝎子）和内骨骼（狗）

我们脊椎动物的一个基本的特征就是有内骨骼。人类有 206 块骨头，其中最长的的是大腿骨（股骨），最小的是耳朵里的三块听小骨。当然最奇特的还是那些使我们得名的玲珑剔透的脊椎骨了。脊椎动物能够撑起庞大的身躯，又能灵活地扭头、弯腰就是仰仗由一串脊椎骨组成的脊柱。人类有 33 块脊椎骨，其中颈椎 7 块，胸椎 12 块，腰椎 5 块，骶椎 5 块（愈合成一块），尾椎 4 块（愈合成一块）。每一节胸椎上都长有一对肋骨，也就是说我们有 12 对肋骨（图 2）。不同脊椎动物的脊椎数变化很大，比如马通常有 54 块脊椎骨，蛙类有 10 块脊椎骨，而蛇类一般有 200-400 块脊椎骨（图 3），有些种类的蛇的脊椎骨甚至可以超过 500 块。从图中我们还可以看到蛇的肋骨几乎遍布整个身体，也就是说蛇的这么多脊椎骨大部分都是胸椎。我们看到的蛇的曼妙身材其实是它们的胸部，传说中的“水蛇腰”并不存在。

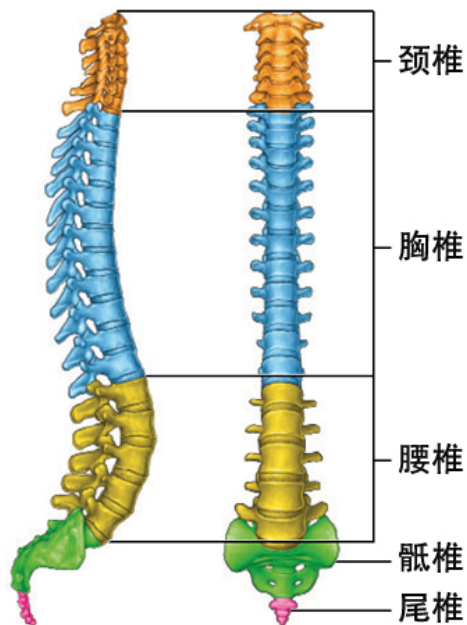


图 2. 人类的脊柱

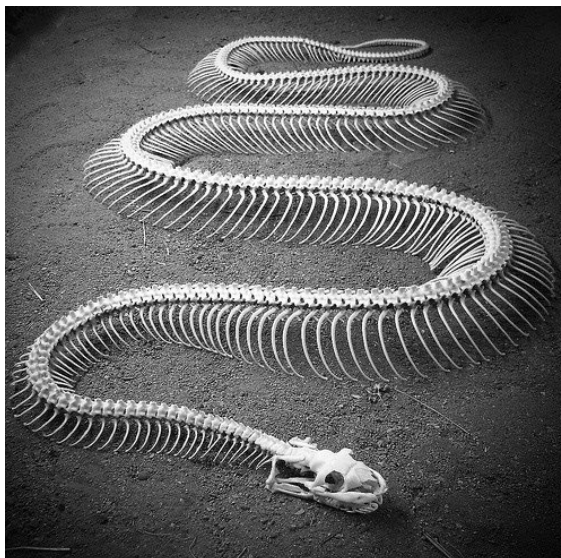


图 3. 蛇的骨骼

那么，脊椎骨的数量又是如何控制的呢？尽管我们的身体并不像节肢动物那样分节，但我们在胚胎发育的某些阶段确实有一些叫做体节的沿身体前后轴周期性变化的结构。而脊椎的数量就是由体节的数量决定的。

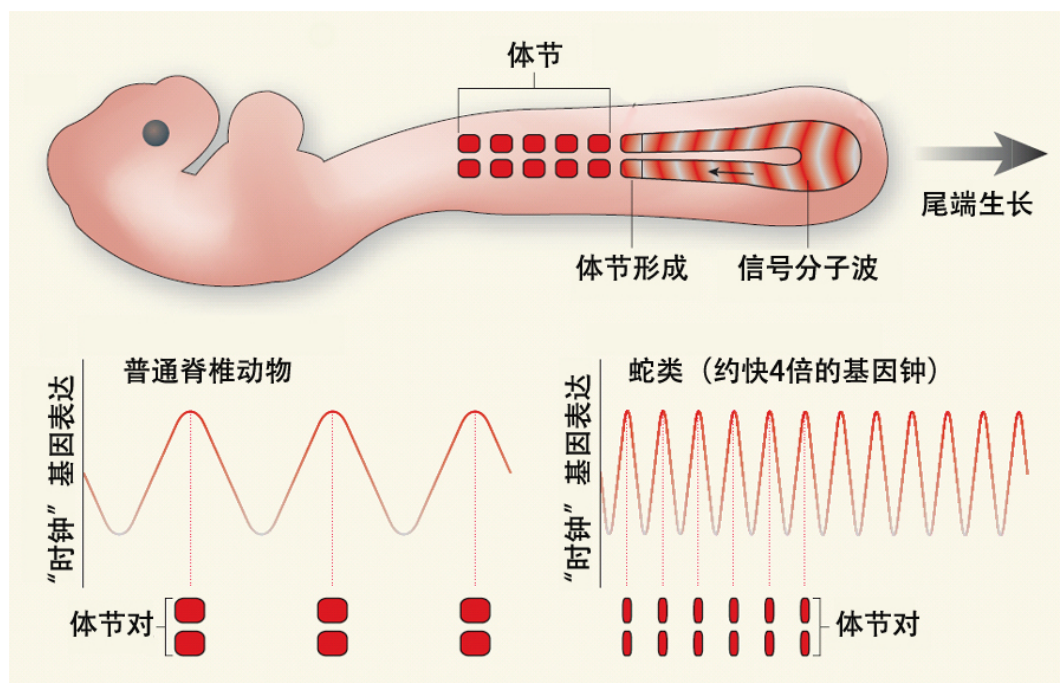


图 4. 脊椎动物的体节形成

科学家们发现体节的产生有赖于一些蛋白信号分子浓度的周期性变化。体节按照从头到尾的顺序一对一对地形成，从尾端传来的浓度信号每波动一个周期就有一对体节产生。信号分子浓度的周期性变化则是由编码它们的基因的周期性表达引起的。人们把这些基因形象地称为“时钟”基因，这个钟走得越快，胚胎产生的体节就越多。显然蛇的这个基因钟比我们的快得多（图 4）。看看玉米蛇胚胎的发育过程，你会觉得它不是在长大，而是在长长（图 5）。

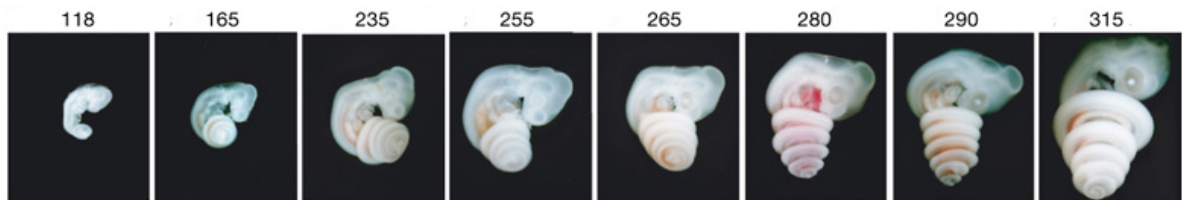


图 5. 玉米蛇的胚胎发育（图上方数字表示体节数）

你或许听过类似的故事：某人的脑袋能转 180° 。一次小偷从后面偷他的钱包，此人肩膀不动，脸一下转了过来，小偷当场吓死……这类故事当然是不可信的，至少我们都没见过这样的人。Youtube 视频里有一个人的头能转 180° ，但需要用手帮忙才能很费力的转过去[1]。

头部转动的角度是由颈椎决定的。颈椎就是脊柱最前面那几块脊椎骨，后面紧邻长肋骨的胸椎。尽管哺乳动物的脊柱骨数目多有不同，但绝大多数哺乳动物都有 7 块颈椎（图 2）。尽管长颈鹿拥有极长的脖子，它也只有 7 块颈椎，只不过每一块都很长。

不过例外的事情常常会有。海牛和某些二趾树懒只有 6 块颈椎，而三趾树懒却有 9 块颈椎，这使它们成了脖子最灵活的哺乳动物。它们的头部居然能转 270° （图 6）。



图 6. 三趾树懒有 9 块颈椎

你或许对猫头鹰那机警转动的脑袋和天鹅优雅的长脖子印象颇深。鸟类的脖子比哺乳动物的脖子灵活，它们的颈椎也更多。鸟类通常有 13-25 块颈椎，如猫头鹰有 14 块，鸵鸟有 17 块，天鹅有 25 块（图 7）。



图 7. 大角度扭头的猫头鹰和天鹅的骨骼

不过，我们的颈椎数比上虽然不足，比下也还很有余。没脖子的青蛙就只有一块宝贵的颈椎。当然，颈椎多少并没有好坏之分。对于在水中生活来说，有一个长而灵活的脖子并不是优势。相反，擅长游泳的动物通常都是短脖子或没有脖子，比如鲸和海豚的祖先是具有脖子的，但现在它们已经看不出脖子了，这使它们游泳时的阻力更小。

现在让我们把眼光从躯干移向四肢，比如说，我们的腿。两栖动物、爬行动物、鸟类和哺乳动物统称为四足动物，而所有四足动物的腿都很相似。也许有人会说，我们的膝盖是朝前的，可有些动物，比如狗、马还有鸟类的膝盖是朝后的。当然，这种认识是一种误解。所有四足动物的膝盖都是朝前的，那看似朝后的膝盖实际上是它们的脚踝。也就是说，你看到的马的修长的腿差不多有一半其实是脚。

造成这种差异的原因是动物们不同的行走方式。根据足部着地部位的不同，四足动物的行走方式可分为跖行、趾行和蹄行三种（图 8）。

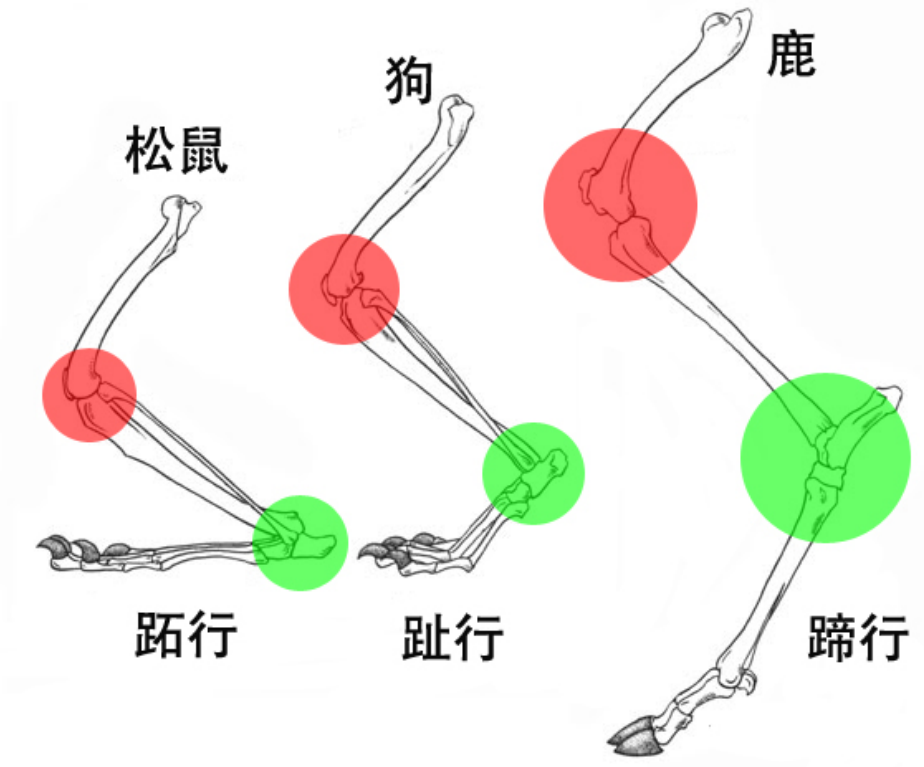


图 8. 跖行、趾行和蹄行（红色为膝关节，绿色为踝关节）

足部的骨骼分为跗骨、跖骨和趾骨三组（图 9）。踝关节的骨骼以及脚跟都属于跗骨，脚趾上的骨骼属于趾骨，而介于二者之间的就是跖骨（对于前肢的情形，只要把跗骨、跖骨和趾骨换成腕骨、掌骨和指骨就行了）。

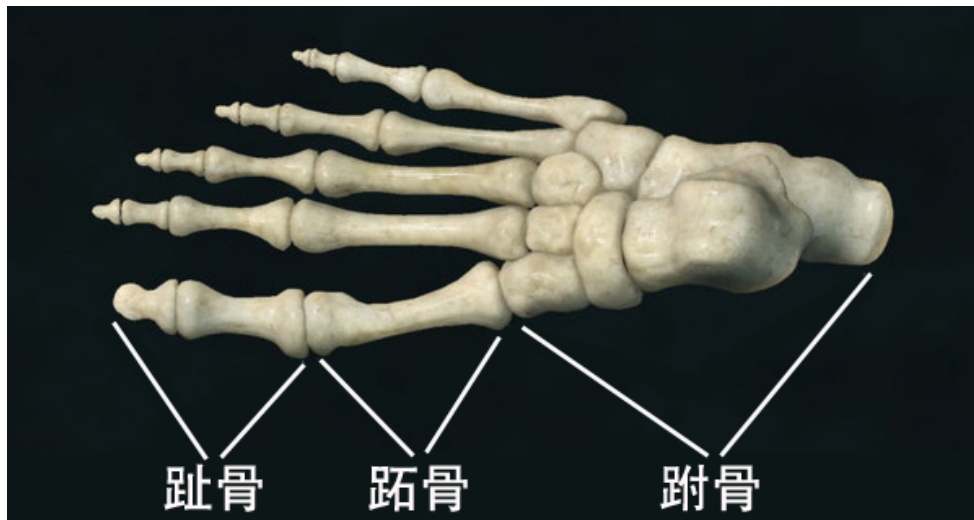


图 9. 人类足部的骨骼

跗骨、跖骨和趾骨都着地的行走方式称为跖行，也就是说整个足部都着地。跖行的哺

哺乳动物有啮齿目（如老鼠和松鼠）、食虫目（如刺猬）、灵长目（如猴子和猩猩）动物以及各种熊等等。

趾骨以及趾骨和跖骨之间的关节着地的行走方式叫做趾行，相当于我们踮着脚走路。趾行的动物有食肉目动物（如猫、虎、豹、狮子、狼、狐狸）、大象和所有的鸟类。

蹄行是指只有趾骨末端的行走方式。奇蹄目（如马、骡、犀牛）和鲸偶蹄目（如牛、羊、鹿、猪、河马）成员是蹄行动物。

人类的行走是典型的跖行。当然人类也能做到趾行，但不太稳定。借助鞋跟的支持可以达到类似趾行的效果，当然这种“假趾行”并不是一种健康的行走方式。蹄行的难度就更大了，不过有些人——芭蕾舞演员——经过训练也可以做到。当然，对脚部的伤害也是相当严重的（图 10）。



图 10. 人类的跖行、“趾行”和“蹄行”

跖行是最原始的行走方式。我们的脊椎动物祖先登陆时就是这种走法。现存的两栖和爬行类动物也都是跖行的。跖行也是效率最低的方式，跖行的动物少有很善于奔跑的。

趾行相当于把跖行的腿加长了一段，肌肉集中在比较高的位置。肌肉往复运动的距离相对变短，节约能量，因此是一种效率较高的方式。人类在快跑时也采用类似趾行的方式——这就是短跑钉鞋脚跟部位没有钉子的原因，因为快跑时脚跟不着地。

蹄行则更进一步，发力的部位进一步上移，能量的使用效率也更高，所以当今的长跑高手大多是有蹄动物。

也许你会有这样的印象：常见的哺乳动物多是趾行或蹄行的，比如马、牛、羊、猪、猫、狗等。其实它们都属于一个称为劳亚兽总目的类群（图 11）。劳亚兽是迄今最成功的一群哺乳动物，它们包括天上飞的蝙蝠，水里游的鲸、海豚、海豹、海狮，还有陆地上

的狮子、老虎、斑马、羚羊等等。劳亚兽中趾行（和蹄行）是行走方式的主流，跖行的成员（如熊）不多。高超的运动能力是它们成功的一个重要因素。相比之下，我们灵长总目（包括灵长目和啮齿目等）的成员则显得比较原始——主要采取跖行的行走方式。当然跖行也有它的优势，尽管在运动效率上差一些。跖行的足部接触地面的面积大，比较适合两足站立。除了人，哺乳动物中擅长直立的如熊、猴子等都是跖行的。另外，跖行动物的手指（脚趾）也更灵活。尽管在运动上欠缺一些，但我们可以用两条腿站着，用灵巧的双手来完成一些复杂的工作，还是很划得来的。也可以说，幸好我们是跖行动物，不然就没有机会变成人了——没有自由而灵巧的手去实施，聪明的大脑就不会有那么大的优势了。

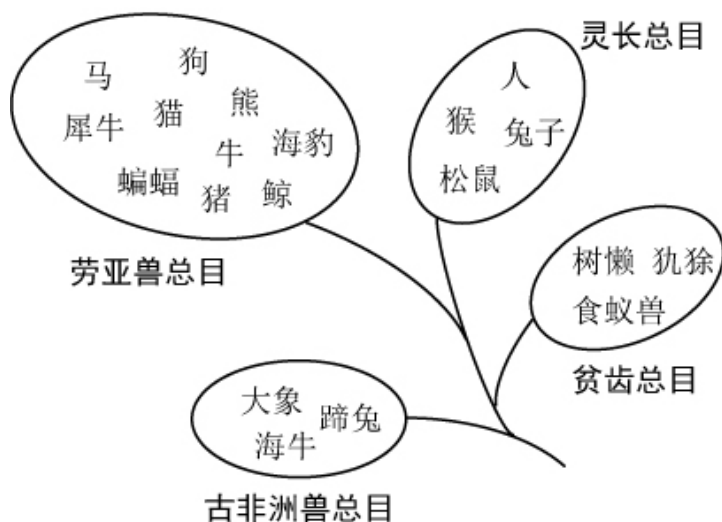


图 11. 胎盘哺乳动物的分类

让我们把目光再从四肢移回躯干，这次我们来看一个人类没有的骨头。有时候没有比有更有意思。



图 12. 海象阴茎骨化石和猛犸象牙化石工艺品

你可能会以为图 12 中这四个漂亮的艺术品是用象牙做的，那么你就猜对了四分之一。除了最右边一个是猛犸象的象牙化石，其它三个都是海象的阴茎骨化石做的。什么，阴茎里还有骨头吗？是的，其实在胎盘哺乳动物中有阴茎骨是主流（图 13），没有的反倒是少数。

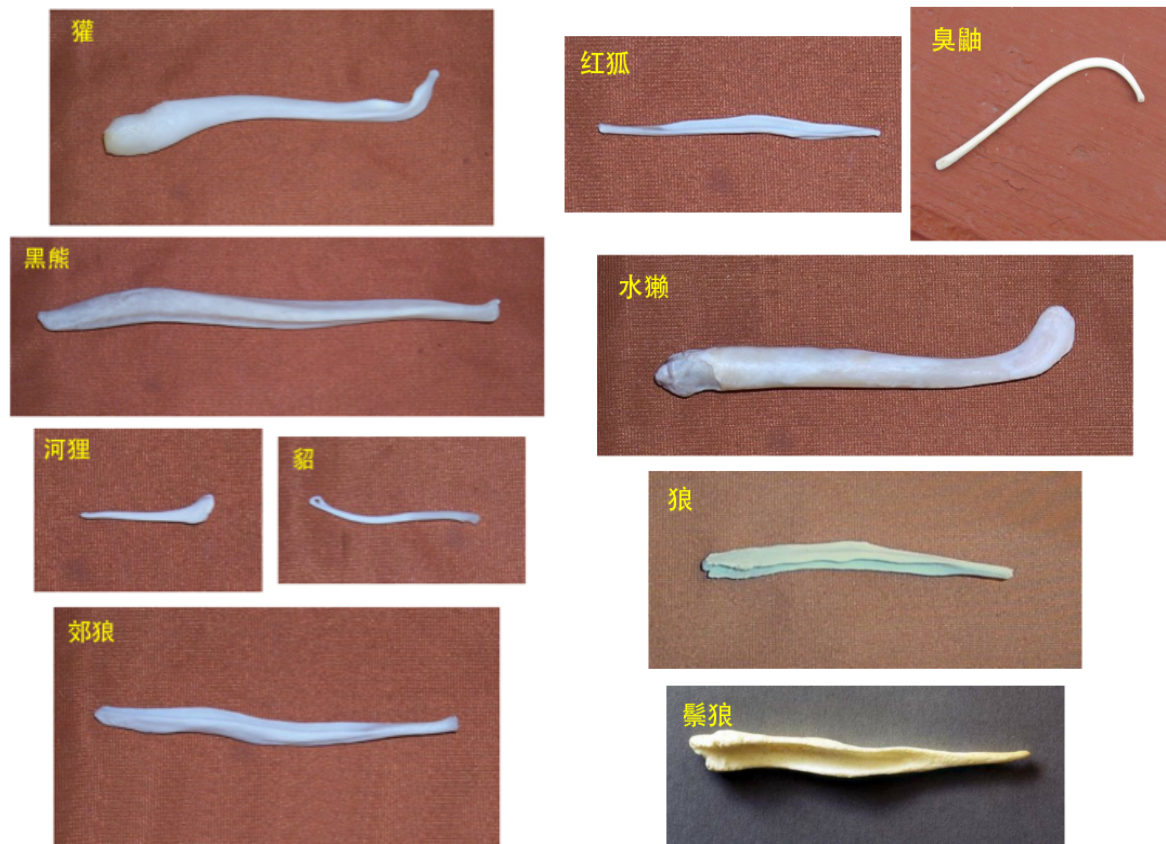


图 13. 阴茎骨 (图中的大小不代表实际大小或比例)

阴茎骨平时藏在动物的肚子里，需要的时候由一组肌肉把它推到阴茎的肉质部分中（图 14）。大概你已经猜到了，这根骨头是为交配准备的。有了它阴茎勃起的主动性和反应速度都大大提高，在交配机会稍纵即逝的残酷竞争中，拥有这个装备无疑会大占便宜。没有阴茎骨的阴茎勃起则完全依赖充血。



图 14. 阴茎骨的位置（上：蓬尾浣熊；下：白𧀾）

原始的单孔目（如鸭嘴兽、针鼹）和有袋目（如袋鼠、考拉）哺乳动物没有阴茎骨。在胎盘哺乳动物中没有阴茎骨的有：大象、兔子、斑鬣狗、鲸和海豚以及奇蹄目动物（如马、驴、貘、犀牛）等。绝大多数灵长目动物都有阴茎骨，包括和我们亲缘关系最近的黑猩猩。然而人类在这方面却很另类。研究者们认为这可能源于人类特殊的两性关系，比如相对固定的伴侣、伴侣间的感情以及雌性的发情期不明显等。限于篇幅，这里就不讨论了。还有一种没有阴茎骨的灵长目动物是蜘蛛猴。

图 15 是一种一万多年前灭绝了的海象的阴茎骨化石，发现于西伯利亚。这可能是世界上已知最大的阴茎骨了。大象和鲸这些大型动物都没有阴茎骨，否则也许还能有更大的。



图 15. 古代海象的阴茎骨化石

与象牙和犀牛角类似，一些动物的阴茎骨也被做成饰品（图 16）。在有些文化里它们是生殖力的象征，这也使有些种类的动物因此遭到过度捕杀。



图 16. 爱斯基摩海象的阴茎骨做成的饰品（两端镶有象牙）

关于人的阴茎骨还有一种好玩的解释：圣经故事里说，女人是男人的肋骨变的，但男人并没有少一根肋骨。与我们的类人猿近亲相比，男人确实少了一根骨头，那就是阴茎骨，所以说当初上帝拿走的是阴茎骨（图 17）。而古希伯来语中没有阴茎骨这个词，后人无法理解先哲的手稿，于是讹传成了肋骨。这个当然不是事实了。



Was the human baculum lost in
the Garden of Eden?

图 17

桌子上已经堆满了吃剩下的骨头，骨头的故事也该讲完了。这顿晚餐是不是很有意思呢？那么，我们下次再见吧。

注释：

[1] <http://www.youtube.com/watch?v=ZCW0PSwYeFg>

* 部分图片系由源于网络的图片加工而成。