

陕西潼关南寨子遗址人口的平均预期寿命与死亡模式

于世永^{1,2}, 康志海^{1,2}

(1. 中国科学院地球环境研究所 黄土与第四纪地质国家重点实验室, 西安 710075;

2. 陕西省加速器质谱技术及应用重点实验室, 西安 710061)

摘要:作为社会存在和发展的基础和主体,人口因素在人类文明发展中起着重要作用。我们通过编制生命表,对陕西潼关南寨子遗址4个墓葬出土的人骨进行古人口学分析,计算出关中平原东部地区仰韶文化中期人口的平均预期寿命为27.8岁,高出我国西北、东北地区 and 太湖流域新石器时期的人口平均预期寿命约8岁,而与山东沿海地区大汶口文化时期的王因遗址较为接近。这可能与本区中全新世较大暖期东亚夏季风主导下的较为适宜的气候条件和农业社会较高的经济状况有关。分析发现南寨子遗址男性的平均预期寿命显著高于女性,符合史前人口的普遍规律。我们的研究表明育龄妇女围产期较低的护理条件是造成这一现象的主要原因。

关键词:南寨子遗址;半坡文化;生命表;平均预期寿命;死亡概率

中图分类号:K878 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-9901(2012)01-0735-08

Average life expectancy and mortality pattern at Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

YU Shi-yong^{1,2}, KANG Zhi-hai^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075, China; 2. Shaanxi Province Key Laboratory of Accelerator Mass Spectrometry Technology and Application, Xi'an 710061, China)

Abstract: Population played a pivotal role in the emergence and complexification of human society. As a primary knowledge base, human skeletal remains preserved in the graves of archaeological sites can open a window into the relationship between prehistoric demographical and cultural processes. Previous studies in northwestern and northeastern China revealed that the average life expectancy and mortality pattern of Neolithic people were totally different from modern human population. However, little is known about such demographical information on the Guanzhong Plain. Here we analyze a total of 18 human skeletons excavated from four graves at Nanzhaizi archaeological site about 0.6 km southeast of Tongguan, Shaanxi Province. The life table method is used to calculate the average life expectancy and survival probability. It is a descriptive analytic method that represents the full life processes of a local biological population. Our results indicate that the average life expectancy at this site is about 27.8 years, generally higher than that in northwestern and northeastern China as well as in Taihu area, but very close to that on the coast of Shandong Province. This high life expectancy is most likely due to the optimal climatic and socio-economic conditions during the middle Holocene. Our results also reveal a sexual difference in the average life expectancy. Specifically, the life expectancy of male is slightly higher than that of female at childbearing age. This appears to be a common demographical phenomenon in prehistoric population. A closer look at the survival curves of

收稿日期:2012-01-03

基金项目:中科院百人计划项目

通讯作者:于世永, E-mail: yusy@ieecas.cn

both male and female suggest that the high mortality rate due to the poor perinatal care is the key reason for this phenomenon.

Key words: Nanzhaizi archaeological site; Banpo Culture; life tables; average life expectancy; mortality probability

人口是人类自身和文化发展的一个重要因素之一,在人类社会复杂化进程中发挥了重要作用(Eshed et al, 2004)。人口平均寿命的长短一方面受社会经济条件、卫生医疗水平的制约,另一方面,由于体质、遗传因素、气候环境等差异,也使得群体的平均寿命长短相差悬殊(Puleston and Tujapurkar, 2008)。虽然难以预测具体某个人的寿命有多长,但可以在合理的假设前提下,通过科学的方法计算出一个群体从出生时平均可存活的年数,即人口的平均预期寿命。这里所指的人口平均预期寿命是在当前社会经济条件和分年龄死亡率保持不变的前提下同时出生的一批人(birth cohort)预期可能生存的寿命。它是度量一个族群健康状况和社会经济发展水平的重要指标。

平均预期寿命的计算是通过生命表的编制而实现的。这一方法广泛应用于人口统计、保险筹算学、医学、流行病学、生物学等领域。国外自上世纪60年代以来利用考古和墓葬人骨数据开展了大量的工作(Deevey, 1960; Kennedy, 1969; Lovejoy et al, 1977; Bender, 1979; Howell, 1982; Lynnerup, 1996; Batey, 2009; Dyke et al, 2011; Trinkaus, 2011)。近年来结合存活分析,国外学者逐渐建立起了考古人口学的理论框架(Howell, 1976; Sattenspiel and Harpending, 1983; Gage, 1988; Meindl and Russell, 1998)。

我国文化遗址众多,考古资料丰富,开展此类研究具有得天独厚的优势。国内学者已对不同遗址开展了人口学研究(潘其风,1996;韩康信,2000;张君和王根富,2004;辛怡华,2010),但史前人口学的研究在国内仍处于起步阶段。西北地区是我国新石器文明的发源地之一,被认为是探索和解决一些史前研究中重大学术课题的关键地区(水涛,2001;Yu et al, 2010)。开展史前人口学研究是了解过去人类社会-经济与自然环境变化关系的基础,然而目前在关中地区尚未开展这方面的研究。本文以陕西潼关南寨子遗址为例,通过编制生命表探讨该地区新石器人口的平均预期寿命和死亡模式。

1 数据与分析方法

南寨子遗址位于潼关县城东约0.6 km处的七岔河与潼峪河交汇处的冲积平原上。遗址北临黄河、渭河,南依秦岭余脉华山山地(图1),南北长约1000 m,东西宽约350 m,陇海铁路从中穿过。文化内涵以庙底沟文化为主,同时在遗址北部还发现了少许半坡文化的墓葬(王伟林等,2011)。该遗址是关中平原东部迄今发现的面积最大的仰韶文化聚落(距今约7000~5000年)。

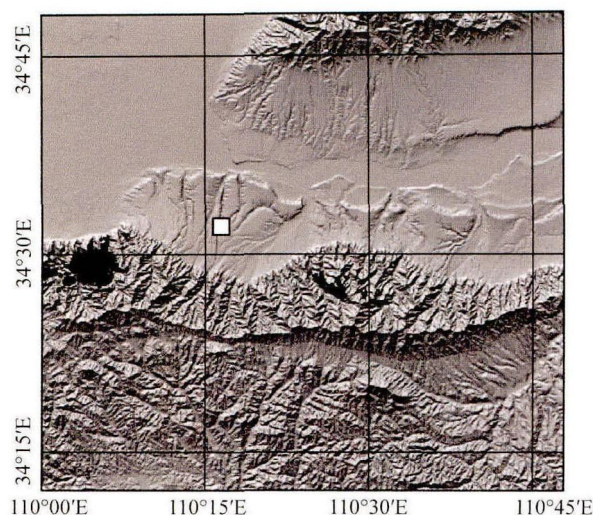


图1 研究区地貌地形图(方块为南寨子遗址位置)

Fig. 1 The topographic and geomorphic features of the study area (square denotes the location of Nanzhaizi archaeological site)

本文对南寨子遗址北区发现的半坡文化M2~5号墓地共18具人骨进行分析(陈靓等,2011)。半坡墓葬出土的器物与横镇、元君庙等半坡文化墓葬出土的同类器物有较多的共性(王伟林等,2011),推测年代应为半坡文化(距今6800~5300年)中期。这些骨骼保存状况较差,头骨大多破成碎片,多数骨骼只能进行性别、年龄的推断(陈靓等,2011),结果见表1。

M2~5号墓共发现18例个体,其中2例成年个体的性别、年龄不详,故从分析中舍去。另有2例是未成年个体,性别不详。这两例数据在分性别编制

生命表时也将剔除。其余可鉴定性别和年龄的 14 例成年个体男女的性别比为 0.75:1,平均死亡年龄为 26.13 岁(图 2)。其中男性的平均死亡年龄为 30.0 岁,女性的平均死亡年龄为 28.5 岁(陈靓等, 2011)。

表 1 陕西潼关南寨子遗址墓葬出土的人骨统计结果
Table 1 Statistics of human skeletons unearthed from the Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

墓葬编号	骨骼编号	性别	死亡年龄
M2 填土	1 号	不详	成年
M2	1 号	不详	成年
M2	2 号	不详	6~8 岁
M2	3 号	女性	20±岁
M2	4 号	男性	25~30 岁
M2	5 号	女性	25±岁
M2	6 号	男性	30±岁
M3	1 号	女性	成年
M3	2 号	男性	25±岁
M3	3 号	男性	30~35 岁
M3	4 号	女性	20±岁
M3	5 号	女性	45±岁
M3	6 号	不详	5~6 岁
M4	1 号	女性	40±岁
M4	2 号	男性	40±岁
M5	1 号	男性	25±岁
M5	2 号	女性	16~18 岁
M5	3 号	女性	30~35 岁

注:数据来源参考陈靓等(2011)

首先对死亡个体按年龄进行分组,方案如下:5 岁以下分两组,其中 0 岁组定义为大于或等于 0 岁但未到 1 岁($0 \leq x < 1$)的个体数,用半开半闭区间表示 $[0,1)$;1 岁组定义为大于或等于 1 岁但未到 5 岁($1 \leq x < 5$)的个体数,表示为 $[1,5)$ 。5 岁以上的死亡个体以 5 岁为间隔,分若干组。如 5 岁组为大于或等于 5 岁但未到 10 岁($5 \leq x < 10$)的个体数,表示为 $[5,10)$,10 岁组为大于或等于 10 岁但未到 15 岁($10 \leq x < 15$)的个体数,表示为 $[10,15)$,其余类推,直到把所有的数据分组完成为止。然后就是编制生命表并计算分各年龄段的平均预期寿命(Angel, 1969; Moore et al, 1975)。对于生命表中各个量的计算,首先定义:

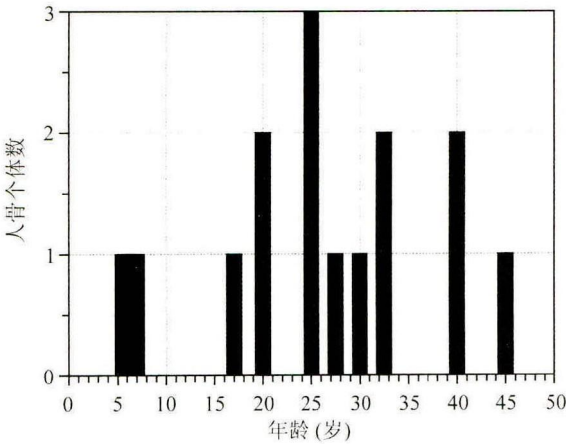


图 2 陕西潼关南寨子遗址出土人骨反映的人口死亡年龄分布
Fig. 2 The distribution of age at death based on unearthed human skeletons from Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

- x : 年龄组, $x = [0, 1, 5, 10, 15, \dots]$
- d_x : 年龄组 x 的死亡个体数
- Δx : 两个相邻年龄组的差, $\Delta x = [1, 4, 5, 5, \dots]$
- N : 死亡个体总数
- l_x : 尚存人数, 指进入年龄组 x 的尚未死亡的个体数
- q_x : 年龄组 x 的死亡概率
- S_x : 存活概率
- L_x : 未来生存人年数, 指从年龄组 x 进入到下一个年龄组 $x + 1$ 的人年数
- T_x : 累积未来生存人年数, 指从年龄组 x 开始直到所有个体都死亡的累计生存人年数
- e_x : 年龄组 x 的平均预期寿命

各年龄组的死亡个体数 d_x 可以从人骨鉴定报告上直接获得,死亡个体总数 $N = \sum d_x$,尚存人数 l_x 可以经过简单的计算获得。例如对于 0 岁组, $l_0 = N$,对于 1 岁组, $l_1 = l_0 - d_0$,对于其他年龄组,以此类推,直至所有个体都死亡,即 $l_x = 0$ 。其他几个量的计算公式如下:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x}$$
$$S_x = \frac{l_x}{N}$$
$$L_x = \frac{l_x + l_{x+1}}{2} \times \Delta x$$

$$T_x = \sum L_x$$
$$e_x = \frac{T_x}{l_x}$$

需要注意的是计算累积未来生存人年数累计 T_x 。比如对于0岁组, T_0 ,就是从表中0岁组开始对所有 L_x 值向下求和,对于1岁组, T_1 ,就是从1岁组开始对所有的 L_x 值向下求和,其余类推。

2 结果与讨论

韩康信(2000)最早对山东王因遗址所发掘的827具人骨进行了总人口简略生命表编制并分阶段、分性别编制该遗址的简略生命表;潘其凤(1996)通过对内蒙古敖汉旗大甸子墓葬661具人骨编制总人口简略生命表以及男女分性别简略生命表作出了死亡年龄分布曲线图。另外,潘其凤(1998)对黑龙江省泰来县平洋墓葬以及内蒙古赤峰大南沟遗址进行了男女两性合计简略生命表的编制并进行了比较分析。张君与王根富(2004)介绍了如何编制现时生命表,并讨论了江苏金坛三星村人均寿命男女高低的原因。夏寒(2006)对江苏高邮龙邱庄史前墓葬人口状况进行了分析。辛怡华(2010)通过比较发现我国新石器时代人口的平均预期寿命约为19.99岁,并且人口平均预期寿命在大约3000年的历史进程中延长了2.66岁;还发现我国史前和历史时期的男性平均预期寿命高于女性,而且黄河流域先民的人口平均寿命可能高于长

江流域。这些研究为本次开展对比研究提供了基础数据。

根据编制的南寨子遗址总人口生命表,各年龄组的死亡人数、尚存人数、死亡概率、存活概率以及平均预期寿命等结果列在表2中。生命表中,预期平均寿命是人口统计中最重要的分析指标。而0岁组平均预期寿命的意义最为重要,它表示某地区新生儿所预期能够存活的年龄。一般不做说明的情况下,平均预期寿命是专指生命表中0岁组平均预期寿命,其他年龄组的平均预期寿命称为平均剩余生命或简称平均余命(李永胜,2002)。可以看出,南寨子人的平均预期寿命是27.8岁。这一结果高出我国西北、东北地区 and 太湖流域新石器时期的人口平均预期寿命约8岁(辛怡华,2010),但与山东沿海地区的大汶口文化时期的王因遗址较为接近(韩康信,2000)。这可能与关中平原地区中全新世较为适宜的气候条件和较高的社会经济状况有关。前人(赵景波,2003;赵景波等,2003)通过对岐山全新世古土壤的成壤作用和花粉分析发现,关中平原全新世大暖期发育有淋溶型森林土壤黄棕壤,植被类型以落叶阔叶林为主,间有森林草原出现。中全新世气候最佳阶段年均温比今高约3℃。年均降水量比今多200 mm左右,为夏季风主导下的亚热带气候(李秉成,2004)。发掘表明大部分墓葬均有随葬品(王伟林等,2011)。其中M2号墓有随葬品8件,M3号墓有9件,M4号墓发现4件。

表2 陕西潼关南寨子遗址总人口简略生命表

Table 2 Abridged life table for Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

年龄组 (岁)	死亡人数 (个)	尚存人数 (个)	死亡概率	存活概率	未来生存人 年数(个年)	累积未来生存人 年数(个年)	平均预期寿命 (年)
[0, 1)	0	15	0.000	1.000	15.0	417.5	27.833
[1, 5)	0	15	0.000	1.000	60.0	402.5	26.833
[5, 10)	2	15	0.133	1.000	70.0	342.5	22.833
[10, 15)	0	13	0.000	0.867	65.0	272.5	20.962
[15, 20)	1	13	0.077	0.867	62.5	207.5	15.962
[20, 25)	2	12	0.167	0.800	55.0	145.0	12.083
[25, 30)	4	10	0.400	0.667	40.0	90.0	9.000
[30, 35)	3	6	0.500	0.400	22.5	50.0	8.333
[35, 40)	0	3	0.000	0.200	15.0	27.5	9.167
[40, 45)	2	3	0.667	0.200	10.0	12.5	4.167
[45, 50)	1	1	1.000	0.067	2.5	2.5	2.500

值得指出的是,平均预期寿命和平均死亡年龄是两个不同的概念。平均预期寿命反映某一人群存活到某年龄阶段后预期还能继续存活多少年。从以上的计算公式可以看出,它是以各年龄组死亡人数作为权数计算出来的平均数,其大小取决于各年龄组死亡率相对水平,如果低年龄组死亡人数占的比重增大,则平均寿命就会降低;反之则活到高龄的人将增多,平均预期寿命就会增高。任何一个年龄组的死亡水平发生变化都会影响平均预期寿命的改变,而婴儿死亡率的高低对平均预期寿命的影响更为明显(徐景尧,1984)。由于生命表中的各项指标不受其人口年龄构成影响,不同时期、不同人口的寿命指标具有良好的可比性。平均死亡年龄则指一个群体平均的生存时间。它不仅取决于各年龄段死亡率的高低,也取决于种群的人口构成。因而不同地区、不同阶段的人口平均死亡年龄不可比较。Sattenspiel and Harpending (1983)已经证明在稳定人口的假设前提下,平均预期寿命和平均死亡年龄两者较为接近,但出生率总是等于平均死亡年龄的倒数,与死亡率无关。我们计算的南寨子人的平均预期寿命为27.8岁,低于平均死亡年龄高约2岁,表明这不是一个稳定的人口构成。我们据平均死亡年龄推算的人口出生率约为38.3‰。

为了解南寨子人的总体死亡模式,我们将表2中计算出的各年龄组的存活概率做成曲线图(图3)。可以看出,存活概率随年龄大致呈指数下降。该地区的人口从出生并经历了一个儿童期相对较低的死亡概率后,存活概率呈指数下降,到45岁左右存活概率基本上接近0。另外,图中显示婴幼儿的存活概率为1,这在尚无任何医疗条件的远古时期是不可能的事情。这在古人口学中是一个普遍存在的假相,主要是由于婴幼儿尸骨的保存性造成的。事实上由于当时自然条件很差,人们的生活十分艰苦,加之疾病流行,儿童死亡率是很高的。一般情况下,婴幼儿的尸骨比较容易腐烂,在墓葬中难以保存下来,这就造成了这个年龄组人口全部存活的假相。另外,也与半坡文化时期先民对儿童不同的殡葬习惯有关。儿童大多不葬于公共墓地内,而是在房屋附近地上挖个坑,放个大陶瓮或罐,儿童夭折后把尸

体放在里面,上面盖个陶钵或陶盆,从而形成了半坡人的一大特色,考古学称之为瓮棺葬(孙祖初,1998)。

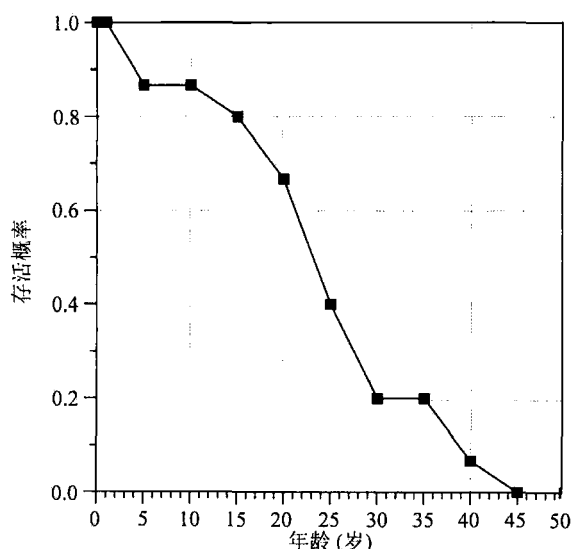


图3 陕西潼关南寨子遗址人口生存概率曲线

Fig. 3 Survival probability curve for Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

为了探讨人口平均预期寿命的性别差异,我们分别编制了男性和女性生命表(表3,表4)。结果表明,南寨子人的平均预期寿命存在显著的性别差异。其中,男性的平均预期寿命为31.7岁,女性为30.4岁。男性高于女性1.3岁。这与辛怡华(2010)通过分析甘肃、东北和太湖流域几处新石器文化遗址得出的结论一致。可能反映了新石器人口存在的一个普遍规律。

为解释这一现象,我们根据表3、4中计算出的男女存活概率与年龄的关系做成曲线图并进行对比(图4)。从图4可以看出,女性从10岁开始急剧下降,直至27岁左右,存活概率都显著低于男性。这一年龄段是女性生育期,可见围产期较低的护理条件是造成育龄期女性死亡的一个重要因素,从而使得女性预期寿命普遍低于男性。值得注意的是从27岁生育期结束后,成年女性的存活概率在各年龄段都开始高于男性。这与当时的社会组织结构有关。半坡文化时期是一个女性地位高于男性的母系氏族社会。女性掌管着农业和社会经济,在生产和财富分配中起着主导作用。

表3 陕西潼关南寨子遗址男性人口简略生命表

Table 3 Abridged life table of male for Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

年龄组 (岁)	死亡人数 (个)	尚存人数 (个)	死亡概率	存活概率	未来生存人 年数(个年)	累积未来生存人 年数(个年)	平均预期寿命 (年)
[0, 1)	0	6	0.000	1.000	6.0	190.0	31.667
[1, 5)	0	6	0.000	1.000	24.0	184.0	30.667
[5, 10)	0	6	0.000	1.000	30.0	160.0	26.667
[10, 15)	0	6	0.000	1.000	30.0	130.0	21.667
[15, 20)	0	6	0.000	1.000	30.0	100.0	16.667
[20, 25)	0	6	0.000	1.000	30.0	70.0	11.667
[25, 30)	3	6	0.500	1.000	22.5	40.0	6.667
[30, 35)	2	3	0.667	0.500	10.0	17.5	5.833
[35, 40)	0	1	0.000	0.167	5.0	7.5	7.500
[40, 45)	1	1	1.000	0.167	2.5	2.5	2.500
[45, 50)	0	0	1.000	0.000	0.0	0.0	0.000

表4 陕西潼关南寨子遗址女性人口简略生命表

Table 3 Abridged brief life table of female for Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

年龄组 (岁)	死亡人数 (个)	尚存人数 (个)	死亡概率	存活概率	未来生存人 年数(个年)	累积未来生存人 年数(个年)	平均预期寿命 (年)
[0, 1)	0	7	0.000	1.000	7.0	212.5	30.357
[1, 5)	0	7	0.000	1.000	28.0	205.5	29.357
[5, 10)	0	7	0.000	1.000	35.0	177.5	25.357
[10, 15)	0	7	0.000	1.000	35.0	142.5	20.357
[15, 20)	1	7	0.143	1.000	32.5	107.5	15.357
[20, 25)	2	6	0.333	0.857	25.0	75.0	12.500
[25, 30)	1	4	0.250	0.571	17.5	50.0	12.500
[30, 35)	1	3	0.333	0.429	12.5	32.5	10.833
[35, 40)	0	2	0.000	0.286	10.0	20.0	10.000
[40, 45)	1	2	0.500	0.286	7.5	10.0	5.000
[45, 50)	1	1	1.000	0.143	2.5	2.5	2.500

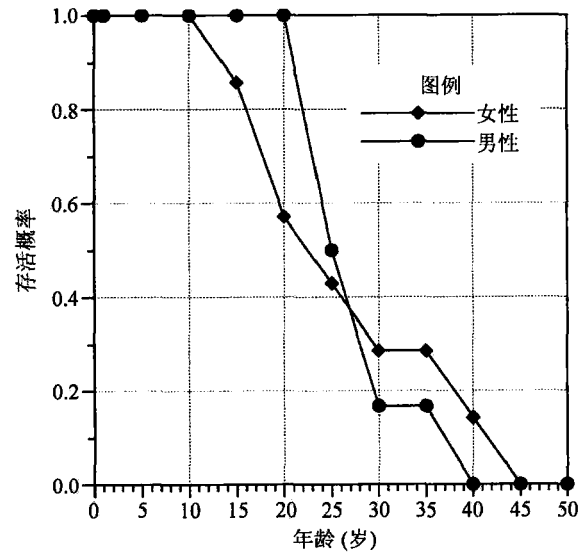


图4 陕西潼关南寨子遗址男女存活概率曲线图
Fig.4 Comparison of survival probability curves between female and male for Nanzhaizi archaeological site, Tongguan, Shaanxi Province

3 结论

人口因素在社会生产和社会生活的发展中起着重要作用。它是社会存在和发展的前提条件,是构成社会生产的基础和主体。通过对陕西潼关南寨子遗址出土人骨的古人类学分析,我们发现关中原东部地区史前人口的平均预期寿命为27.8岁,高出我国西北、东北地区 and 太湖流域新石器时期的人口平均预期寿命约8岁,但与山东沿海地区大汶口文化时期的王因遗址较为接近。这可能与中全新世较大暖期较为适宜的气候条件和较高的社会经济状况有关。另外,南寨子遗址的平均预期寿命存在显著的性别差异。与其他地区一样,男性高于女性。妇女围产期较低的护理条件是造成这一现象的主要原因。

参考文献

- 陈 靛, 张 燕, 郭小宁, 等. 2011. 陕西潼关南寨子遗址出土人骨研究[J]. *考古与文物*, (6): 93-96. [Chen L, Zhang Y, Guo X N, et al. 2011. Study of the human skeletons excavated from the Nanzhaizi Site, Tongguan, Shaanxi Province[J]. *Archaeology and Cultural Relics*, (6): 93-96.]
- 韩康信. 2000. 山东兖州王因新石器时代人骨的鉴定报告[G]// 中国社会科学院考古研究所. 山东王因新石器时代遗址发掘报告. 北京: 科学出版社, 388-408. [Han K X. 2000. Report of human skeleton analyses of Wangyin Neolithic cultural site, Shandong Province[G]// Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. Excavation report of Wangyin Neolithic Cultural Site, Shandong Province. Beijing: Science Press, 388-408.]
- 李秉成. 2004. 西安半坡遗址全新世古气候环境的探讨[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 38(4): 485-488. [Li B C. 2004. Discussion on Holocene palaeoclimate environment in the ruins of Banpo in Xi'an[J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 38(4): 485-488.]
- 李永胜. 2002. 人口统计学[M]. 西安: 西安财经大学出版社, 120-178. [Li Y S. 2002. Demographical Statistics[M]. 西安: Publishing House of Xi'an University of Finance and Economics, 120-178.]
- 潘其凤. 1996. 大甸子墓葬出土人骨的研究[G]// 中国社会科学院考古研究所. 大甸子夏家店下层文化遗址与墓葬发掘报告. 北京: 科学出版社, 224-230. [Pan Q F. 1996. Study on the human skeleton remains of Dadianzi cemetery[G]// Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences. Excavation Report of Dadianzi Neolithic Cultural Site. Beijing: Science Press, 224-230.]
- 潘其凤. 1998. 大南沟新石器时代墓葬出土人骨的观察鉴定与研究[G]// 辽宁省文物考古研究所, 赤峰市博物馆. 大南沟后红山文化墓地发掘报告. 北京: 科学出版社, 145-150. [Pan Q F. 1996. Identification and study on the human skeleton remains of Neolithic cemetery at Danangou Site[G]// Institute of Archaeology, Museum of Chifeng City. Excavation Report of Dadianzi Hongshan Cemeteries. Beijing: Science Press, 145-150.]
- 水 涛. 2001. 中国西北地区青铜时代考古论集[M]. 北京: 科学出版社, 99, 237. [Shui T. 2001. Bronze Age Archaeology of Northwest China[M]. Beijing: Science Press, 99, 237.]
- 孙祖初. 1998. 半坡文化再研究[J]. *考古学报*, (4): 419-446. [Sun Z C. 1998. A restudy on Banpo Culture[J]. *Acta Archaeologica Sinica*, (4): 419-446.]
- 王炜林, 郭小宁, 陈 靛, 等. 2011. 陕西潼关南寨子遗址发掘简报[J]. *考古与文物*, (6): 10-15. [Wang W L, Guo X N, Chen L, et al. 2011. A brief excavation report on the Nanzhaizi Site, Tongguan, Shaanxi Province[J]. *Archaeology and Cultural Relics*, (6): 10-15.]
- 夏 寒. 2006. 江苏高邮龙虬庄史前墓葬人口状况分析[J]. *江汉考古*, (2): 40-46. [Xia H. 2006. Analysis on the dead buried in prehistory tombs at Gaoyou Longqiu, Jiangsu[J]. *Jiangnan Archaeology*, (2): 40-46.]
- 辛怡华. 2010. 东灰山、三星村、平洋等墓地与新石器时代几处墓地人口平均寿命比较[J]. *华夏考古*, (4): 58-70. [Xin Y H. 2010. Comparison of the Donghuishan, Sanxingcun and Pingyang cemeteries with Neolithic burial grounds in the average life span of population[J]. *Huaxia Archaeology*, (4): 58-70.]
- 徐景尧. 1984. 婴儿死亡率对平均寿命的影响[J]. *人口与经济*, (4): 28-30. [Xu J Y. 1984. Influence of infant mortality rate on the average life expectancy [J]. *Population & Economics*, (4): 28-30.]
- 张 君, 王根富. 2004. 江苏金坛三星村新石器时代墓葬中的人口统计与研究[J]. *文物*, (2): 54-60. [Zhang J, Wang G F. 2004. Demographical statistics and study of Sanxingcun Neolithic cemetery, Jintan, Jiangsu Province[J]. *Cultural Relics*, (2): 54-60.]
- 赵景波, 侯甬坚, 杜 娟, 等. 2003. 关中平原全新世环境演变[J]. *干旱区地理*, 26(1): 17-23. [Zhao J B, Hou Y J, Du J, et al. 2003. Holocene environmental changes in the Guanzhong Plain[J]. *Arid Land Geography*, 26(1): 17-23.]
- 赵景波. 2003. 关中地区全新世大暖期的土壤与气候变迁[J]. *地理科学*, 23(5): 554-559. [Zhao J B. 2003. Soil developed in the Holocene Magathermal and climatic migration in the Guanzhong area[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 23(5): 55-559.]
- Angel J L. 1969. The bases of paleodemography[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(3): 427-437.
- Batey E K. 2009. Paleodemography at Hierakonpolis, Upper Egypt: evaluation of age-estimation techniques (abstract) [J]. *American Journal of Physical Anthropology (Supplement)*, 48: 84-85.
- Bender S J. 1979. Paleodemographic analysis of a Late Woodland site in southeastern Michigan[J]. *Midcontinental Journal of Archaeology*, 4(2): 183-208.
- Deevey Jr E S. 1960. The human population[J]. *Scientific American*, 203: 194-204.
- Dyke A S, Saville J M, Johnson D S. 2011. Paleoeskimo

- demography and Holocene sea-level history, Gulf of Boothia, Arctic Canada[J]. *Arctic*, 64(2): 151–168.
- Eshed V, Gopher A, Gage T B, et al. 2004. Has the transition to agriculture reshaped the demographic structure of prehistoric populations? New evidence from the Levant[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 124(4): 315–329.
- Gage T B. 1988. Mathematical hazard models of mortality: an alternative to model life tables[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 76(4): 429–441.
- Howell N. 1976. Toward a uniformitarian theory of human paleodemography[J]. *Journal of Human Evolution*, 5(1): 25–40.
- Howell N. 1982. Village composition implied by a paleodemographic life table: the Libben site[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 59(3): 263–269.
- Kennedy K A R. 1969. Paleodemography of India and Ceylon since 3000 BC [J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 31(3): 315–319.
- Lovejoy C, Meindl R S, Pryzbeck, T R, et al. 1977. Paleodemography of the Libben site, Ottawa county, Ohio[J]. *Science*, 198(4314): 291–293.
- Lynnerup N. 1996. Paleodemography of the Greenland Norse[J]. *Arctic Anthropology*, 33(2): 122–136.
- Meindl R S, Russell K F. 1998. Recent advances in method and theory in paleodemography[J]. *Annual Review of Anthropology*, 27: 375–399.
- Moore J A, Swedlund A C, Armelagos G J. 1975. The use of life tables in paleodemography[J]. *Memoirs of the Society for American Archaeology*, (30): 57–70.
- Puleston C O, Tujapurkar S. 2008. Population and prehistory II: Space-limited human populations in constant environments[J]. *Theoretical Population Biology*, 74(2): 147–160.
- Sattenspiel L, Harpending H. 1983. Stable populations and skeletal age[J]. *American Antiquity*, 48(3): 489–498.
- Trinkaus E. 2011. Late Pleistocene adult mortality patterns and modern human establishment [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(4): 1267–1271.
- Yu X F, Zhou W J, Liu X Q, et al. 2010. Peat records of human impacts on the atmosphere in Northwest China during the late Neolithic and Bronze Ages [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 286(1–2): 17–22.
- ~~~~~
- (上接 734 页)
- Suganuma Y, Yokoyama Y, Yamazaki T, et al. 2010. ¹⁰Be evidence for delayed acquisition of remanent magnetization in marine sediments: Implication for a new age for the Matuyama-Brunhes boundary [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 296(3–4): 443–450.
- Wagner G, Masarik J, Beer J, et al. 2000. Reconstruction of the geomagnetic field between 20 and 60 kyr BP from cosmogenic radionuclides in the GRIP ice core[J]. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 172(1): 597–604.
- Xian F, An Z S, Wu Z K, et al. 2008. A simple model for reconstructing geomagnetic field intensity with ¹⁰Be production rate and its application in Loess studies [J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 51(6): 855–861.
- Zhou L P, Shackleton N J. 1999. Misleading positions of geomagnetic reversal boundaries in Eurasian loess and implications for correlation between continental and marine sedimentary sequences [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 168(1–2): 117–130.
- Zhou W J, Chen M B, Xian F, et al. 2007b. The mean value concept in mono-linear regression of multi-variables and its application to trace studies in geosciences [J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 50(12): 1828–1834.
- Zhou W J, Priller A, Beck J W, et al. 2007a. Disentangling geomagnetic and precipitation signals in an 80-7kyr Chinese loess record of ¹⁰Be[J]. *Radiocarbon*, 49(1): 139–160.
- Zhou W J, Xian F, Beck W, et al. 2010. Reconstruction of 130-kyr relative geomagnetic intensities from ¹⁰Be in two Chinese loess sections[J]. *Radiocarbon*, 52(1): 129–147.
- Zhu R X, Guo B, Pan Y X, et al. 2000. Reliability of geomagnetic secular variations recorded in a loess section at Lingtai, north-central China[J]. *Science in China (Series D)*, 43(1): 1–9.
- Zhu R X, Liu Q S, Pan Y X, et al. 2006. No apparent lock-in depth of the Laschamp geomagnetic excursion: Evidence from the Malan loess[J]. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 49(9): 960–967.
- Zhu R X, Pan Y X, Liu Q S. 1999. Geomagnetic excursions recorded in Chinese Loess in the last 70,000 years [J]. *Geophysical Research Letters*, 26(4): 505–508.
- Zhu R X, Zhang R, Deng C L, et al. 2007. Are Chinese loess deposits essentially continuous? [J]. *Geophysical Research Letters*, 34: L17306, doi:10.1029/2007GL030591.