

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2017.0076

中国古代儿童断奶模式与喂养方式初探 —— 以安徽薄阳城遗址人骨的 C、N 稳定同位素分析为例

夏阳^{1,2}, 张敬雷³, 余飞⁴, 张辉⁵, 王婷婷^{1,2}, 胡耀武^{1,2}, Benjamin T FULLER²

1. 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044; 2. 中国科学院大学人文学院考古学与人类学系, 北京 100049; 3. 南京大学历史系, 南京 210023; 4. 安徽省文物考古研究所, 合肥 230061. 滁州市文物所, 滁州 239000

摘要: 了解古代儿童的断奶模式和喂养方式, 可望为揭示古代儿童的营养状况、生长发育以及其死亡原因提供有价值的重要信息。近些年来, 通过对古代儿童骨骼的 C、N 稳定同位素分析, 重建古代儿童的断奶模式和喂养方式, 成为国际生物考古界的研究前沿, 但在我国尚无任何相关报道。为此, 本文以安徽滁州薄阳城遗址人骨(包含不同年龄阶段的儿童和成年人)样品为研究材料, 通过对同一个体肋骨和肢骨的 C、N 稳定同位素分析和比较, 重点探讨了我国西周时期儿童的断奶模式及喂养方式。研究结果显示: 儿童在 2 岁已有辅食的摄入, 大多数儿童在 3-4 岁已经完成断奶; 断奶后的儿童, 其食物中包含更多的植物作为辅食。本研究, 印证了我国历史文献中有关儿童喂养模式的最早记载(唐代孙思邈的医书《千金方》), 也为系统探索我国古代儿童的断奶模式和喂养方式提供了很好的范例。

关键词: 薄阳城遗址; 儿童; 断奶模式; 喂养方式; 碳、氮稳定同位素

中图分类号: O615.2; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2018)01-0110-11

A preliminary study on children's weaning patterns and feeding practices in ancient China

XIA Yang^{1,2}, ZHANG Jinglei³, YU Fei⁴, ZHANG Hui⁵, WANG Tingting^{1,2},
HU Yaowu^{1,2}, Benjamin T FULLER²

1. Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 2. Department of Archaeology and Anthropology, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049; 3. Department of History, University of Nanjing, Nanjing 210023; 4. Institute of Cultural Relics and Archaeology of Anhui Province, Hefei 230061; 5. Institute of Cultural Relics of Chuzhou, Chuzhou, 239000, China

Abstract: Investigation of children breastfeeding/weaning practices and feeding practices in the past have become one of hotspot in the international bioarchaeological fields. However,

收稿日期: 2017-02-13; 定稿日期: 2017-09-28

基金项目: 国家自然科学基金外籍青年科学家项目(41550110224), 中国科学院国际访问学者项目(2016VBC002), 国家重点基础研究发展计划 973 计划(2015CB953803), 国家自然科学基金(41373018)

作者简介: 夏阳, 女, 满族, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室硕士生, 主要从事古人类食谱研究。E-mail: xiayang14@mailsucas.ac.cn

通讯作者: 于飞, E-mail: 10012251@qq.com

Citation: Xia Y, Zhang JL, Yu F, et al. A preliminary study on children's weaning patterns and feeding practices in ancient China [J].

Acta Anthropologica Sinica, 2018, 37(1): 110-120

there has been no similar research undertaken in China. Here we investigated the breastfeeding and weaning patterns as well as children feeding practices at the Western Zhou Dynasty site of Boyangcheng located in Chuzhou, Anhui Province, China. In addition, we utilize the differences in bone collagen turnover rates between rib and long bones from the same individual to examine past life histories, such as changes in diet or residence. Bone collagen from both the rib and long bones (either femurs or humeri) of 42 individuals was measured for stable isotope ratios of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$). The human $\delta^{13}\text{C}$ values range from -20.7‰ to -12.0‰ with a mean value of $-18.8\text{‰}\pm 1.6\text{‰}$. The human $\delta^{15}\text{N}$ values range from 9.1‰ to 13.4‰ with a mean value of $10.9\text{‰}\pm 1.0\text{‰}$. The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ results reflect that solid foods were introduced to the infant's diet before the age of 2 years, and that the elevated children $\delta^{15}\text{N}$ results returned to adult levels by approximately 3-4 years of age, indicating that the weaning process was completed during this period. Individuals between 2-10 years old, with lower $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ results than the adult mean, possibly consumed more plant-based diets, and this is consistent with Chinese medical teachings ~1500 years later during the Tang Dynasty (618~907 AD). The isotopic offsets between the ribs and long bones revealed that five adults experienced dramatic dietary shifts in their later lives, switching from predominately C_4/C_3 to C_3 diets. This research provides the first isotopic information about ancient Chinese breastfeeding and weaning practices and a good example for future studies to examine diachronic trends of feeding practices of ancient children in China.

Keywords: Boyangcheng site; Children; Weaning patterns; Feeding practices; C and N stable isotope

1 前言

儿童，是人类生命延续的载体，是人类社会发展的希望。然而，儿童也是人类社会的弱势群体，其喂养方式和营养状况，尤其是断奶模式，直接关系到个体乃至整个社会的生死存亡^[1-3]。故此，古代儿童食物结构和断奶模式的研究，就成为了解古代社会儿童营养和生长发育的重要窗口^[4-5]。

近些年来，考古遗址中儿童骨骼的 C、N 稳定同位素分析，正日益成为国际生物考古界直接揭示儿童食物结构和断奶时间的主要研究方法^[6-12]。其分析原理如下：哺乳过程中，被哺乳的婴儿（母乳的消费者）直接摄取母亲（母乳生产者）的母乳，相对母亲而言其营养级就得以提升。研究表明，完全由母乳喂养的儿童，其 $\delta^{15}\text{N}$ 值较其母亲约富集 2‰-3‰^[6,9,13]；随着儿童的断奶以及辅食的不断引入，儿童的 $\delta^{15}\text{N}$ 值将相应降低。而当断奶彻底完成，儿童的 $\delta^{15}\text{N}$ 值就近似于成人。此外，C 同位素比值也可用以重建哺乳和断奶模式。完全以母乳为食的儿童，其 $\delta^{13}\text{C}$ 值相比其母亲约提高 1‰^[8,14]。而断奶的开始以及辅食的加入，则使 $\delta^{13}\text{C}$ 值较 $\delta^{15}\text{N}$ 值更快降至其母亲（成人）的水平。因此，根据儿童的 $\delta^{13}\text{C}$ 值，即可追踪儿童食谱中最早固体食物的引入。

中国考古遗址中,常发现与儿童有关的特殊文化现象。如史前时代的瓮棺葬,将早逝的儿童装进瓮棺之中,埋葬于居住区内部或房屋近旁^[15]。然而,纵观我国古代儿童的研究,主要集中在探讨儿童的葬式葬俗^[16-18],鲜于揭示儿童的喂养方式,更勿论儿童的断奶模式。此外,古代儿童哺乳断奶情况的最早文献记载,出自唐朝孙思邈的《千金方》^[19],唐之前仍属空白。

最近,安徽滁州薄阳城遗址(西周时期)出土了大量的儿童墓葬,在所有墓葬中儿童的比例超过 60%,这为我们探索我国古代儿童的断奶模式和喂养方式提供了一个极好的契机。为此,本文选取该遗址出土的儿童及成人骨骼,开展了 C、N 稳定同位素分析,旨在重建该遗址儿童的哺乳和断奶模式,为系统探讨中国古代儿童的食物结构和喂养方式奠定基础。

2 材料与方 法

2.1 样品选择

薄阳城遗址位于安徽省滁州市,2013 年第三次全国文物普查时发现,并于 2014 年由安徽省文物考古研究所进行发掘。根据出土遗迹和遗存,该遗址的主体年代,定为西周(未发表资料)。出土人体骨骼标本 42 例,其年龄和性别的鉴定结果,由张敬雷完成,并列于表 1。其中,14 岁以下的个体被定义为儿童,14-18 岁为青少年,18 岁以上为成人^[20]。在骨骼保存条件允许的情况下,对同一个个体,尽量对肋骨和肢骨(包括股骨和肱骨)进行同时取样,共取得肋骨 37 例,肢骨 42 例,共 79 例。

2.2 骨胶原制备

骨胶原制备,在中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室进行。提取方法,主要依据 Richards 和 Hedges 文献^[21]并略作修改。主要流程如下:机械去除样品骨样内外表面的污染物质。称取 2 g 左右的骨样,0.5 mol/L 的 HCl 溶液中 4°C 下浸泡脱钙,每隔两天换新鲜酸液,直至骨样松软,溶液无明显气泡。去离子水洗至中性,0.125 mol/L 的 NaOH 溶液中浸泡 20h。洗至中性,置于 0.001mol/L 的 HCl 溶液中 70°C 加热 48h,趁热过滤,冷冻干燥得骨胶原,称重。骨胶原的得率,等于骨胶原质量除以骨样质量。

2.3 C、N 含量及稳定同位素测试

骨胶原的 C、N 元素含量及稳定同位素比值,在中国科学院大学考古学与人类学系考古同位素实验室测试。仪器为稳定同位素质谱分析仪(Isoprime 100 coupled with Elementar Vario)。测试 C、N 元素含量所用的标准物质为磺胺(Sulfanilamide)。样品的 C、N 稳定同位素比值,以 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值表示,并分别以国际标准物质 IAEA-600、IAEA-CH-6 和 IAEA-600、IAEA-N-2 进行校正,分析误差均低于 $\pm 0.2\text{‰}$ 。此外,每测试 10 个样品中插入一个实验室自制胶原蛋白标样($\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-14.7\text{‰} \pm 0.1\text{‰}$, $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $7.0\text{‰} \pm 0.1\text{‰}$),监测胶原样品测试的准确度。测试数据见表 1。

表 1 人骨样品的考古学和人类学信息以及同位素数据

Tab.1 Archaeological and anthropological contexts and isotopic data of human bone samples

样品编号	年龄	年龄 (中位数)	性别	骨胶原 提取率(%)	骨骼 类型	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	C(%)	N(%)	C:N
M13	~2	2	?	8.0	股骨	-18.2	12.7	42.4	16.0	3.1
				5.1	肋骨	-19.2	12.6	27.9	10.8	3.0
M23	~2	2	?	4.1	股骨	-20.1	11.4	42.0	15.7	3.1
				2.5	肋骨	-20.3	10.5	41.1	15.5	3.1
M14	2-3	2.5	?	3.6	肱骨	-18.7	12.5	41.0	15.1	3.2
				6.6	肋骨	-18.9	12.2	41.2	15.6	3.1
M22	2-3	2.5	?	3.0	股骨	-19.5	13.4	42.1	15.8	3.1
				8.2	肋骨	-20.1	11.6	40.8	15.6	3.1
M8(B)	~3	3	?	4.4	肱骨	-18.8	13.0	33.8	12.9	3.1
				4.3	肋骨	-19.0	12.5	38.9	14.7	3.1
M26	~3	3	?	8.7	股骨	-19.0	12.1	39.4	14.9	3.1
				7.1	肋骨	-19.4	11.5	38.9	14.5	3.1
M8(A)	~4	4	?	3.9	股骨	-19.5	11.2	41.2	15.4	3.1
				2.3	肋骨	-20.3	9.3	40.9	15.5	3.1
M17	~4	4	?	2.6	股骨	-20.7	11.3	41.4	15.5	3.1
				3.1	肋骨	-20.6	11.0	37.3	14.1	3.1
M31	~4	4	?	7.2	肱骨	-19.2	10.9	41.4	15.8	3.1
				7.4	肋骨	-19.1	10.7	37.4	14.6	3.0
M37	~4	4	?	8.6	肱骨	-17.4	11.0	40.8	15.2	3.1
				5.6	肋骨	-17.8	9.8	41.9	15.5	3.2
M9(A)	4-5	4.5	?	4.7	股骨	-19.0	12.2	42.8	16.0	3.1
				4.0	肋骨	-19.6	11.7	38.2	14.5	3.1
M9(B)	4-5	4.5	?	7.4	股骨	-20.3	11.4	39.8	14.9	3.1
				2.3	股骨	-20.4	10.8	42.6	15.8	3.1
M32	~6	6	?	6.8	肋骨	-20.0	10.0	40.7	15.2	3.1
				5.7	肱骨	-19.5	10.3	28.3	10.5	3.1
M36	~6	6	?	5.5	肋骨	-19.3	10.1	41.9	15.6	3.1
				5.9	股骨	-19.5	11.1	41.5	15.4	3.1
M39	~7	7	?	8.2	肋骨	-19.7	10.4	43.0	16.3	3.1
				4.0	股骨	-20.2	10.5	41.8	15.6	3.1
M35	9-10	9.5	?	4.7	肋骨	-20.4	10.4	41.9	15.2	3.1
				4.8	股骨	-19.7	10.4	40.0	15.2	3.1
M12	~10	10	?	7.5	肋骨	-19.0	9.6	34.4	13.1	3.1
				7.6	股骨	-20.1	10.2	43.1	16.2	3.1
M25	~10	10	?	4.7	肋骨	-20.3	10.4	40.5	15.4	3.1
				6.7	股骨	-19.3	10.6	42.2	15.8	3.1
M24	10-11	10.5	?	6.7	股骨	-19.3	10.6	42.2	15.8	3.1
M18	10-15	12.5	?	2.0	股骨	-16.7	11.0	19.2	7.9	2.8
M10	13-14	13.5	?	5.4	肱骨	-19.3	10.0	35.7	14.1	2.9
				2.7	肋骨	-19.9	9.1	23.4	8.5	3.2
M42	~14	14	?	6.2	股骨	-19.8	10.6	41.5	15.6	3.1
				4.7	肋骨	-19.7	10.6	42.5	15.8	3.1

续表 1 人骨样品的考古学和人类学信息以及同位素数据

Tab.1 Archaeological and anthropological contexts and isotopic data of human bone samples(Continued)

样品编号	年龄	年龄 (中位数)	性别	骨胶原 提取率(%)	骨骼 类型	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	C(%)	N(%)	C:N
M2	15-20	17.5	男	0.0	股骨	未提出骨胶原				
				4.1	肋骨	-19.6	10.1	38.5	14.5	3.1
M28	15-20	17.5	男	3.4	股骨	-19.4	11.0	42.0	15.8	3.1
				6.7	肋骨	-18.7	10.0	41.9	15.8	3.1
M48	24-26	25	男	3.1	股骨	-18.4	10.1	41.9	15.7	3.1
M20	30-35	32.5	?	7.3	股骨	-15.5	9.1	41.0	15.3	3.1
				2.6	肋骨	-18.1	10.1	31.3	11.8	3.1
M49	30-35	32.5	女	5.1	股骨	-16.5	10.7	41.0	15.5	3.1
				2.7	肋骨	-18.2	10.6	43.0	16.3	3.1
M7	~35	35	男	2.4	股骨	-20.9	10.1	12.1	7.0	2.0
				2.0	肋骨	-22.1	7.9	6.3	6.4	1.1
M46	~40	40	?	4.7	股骨	-16.5	10.5	36.0	13.6	3.1
				2.2	肋骨	-15.7	10.1	42.5	15.9	3.1
M11	30-50	40	男	8.9	股骨	-16.7	11.2	43.5	16.3	3.1
				6.7	肋骨	-18.6	12.2	41.0	15.3	3.1
M16	40-45	42.5	男	2.4	股骨	-14.7	10.8	40.2	15.4	3.0
				9.0	肋骨	-17.0	11.0	37.1	13.8	3.1
M3	40-45	42.5	?	3.0	股骨	-19.8	10.9	37.0	14.2	3.0
				6.2	肋骨	-20.1	11.4	33.3	12.5	3.1
M19	45-50	47.5	?	4.8	股骨	-20.4	10.1	42.5	16.0	3.1
				8.6	肋骨	-20.0	10.0	35.9	13.5	3.1
M29	45-50	47.5	男	7.3	股骨	-12.0	10.9	42.2	16.0	3.1
				7.2	肋骨	-15.7	11.5	39.1	14.4	3.2
M21	未知年 龄-儿童	-	?	3.1	肱骨	-19.5	12.6	42.1	15.8	3.1
				2.9	肋骨	-19.5	13.0	39.9	15.4	3.0
M30	未知年 龄-儿童	-	?	3.7	肱骨	-19.6	13.0	37.8	14.8	3.0
				2.9	肋骨	-19.8	13.0	22.9	9.1	2.9
M38	未知年 龄-儿童	-	?	4.2	股骨	-20.1	9.8	40.8	15.7	3.1
				4.8	肋骨	-20.3	9.5	39.2	14.8	3.1
M45	未知年 龄-儿童	-	?	3.6	股骨	-18.2	11.5	42.2	15.7	3.1
				3.8	肋骨	-18.3	11.0	42.1	15.9	3.1
M6	未知年 龄-成人	-	男	5.9	股骨	-19.6	10.5	29.1	11.5	3.0
				5.9	肋骨	-19.4	10.6	40.4	15.3	3.1
M33	未知年 龄-成人	-	女	3.0	股骨	-16.2	11.6	40.5	17.7	2.7
				6.8	肋骨	-16.8	10.7	41.4	15.3	3.2
M34	未知年 龄-成人	-	?	3.1	股骨	-22.3	10.6	2.3	1.8	1.5
M41	未知年 龄-成人	-	男	3.7	股骨	-15.8	10.1	42.4	15.7	3.1
				6.5	肋骨	-16.3	10.3	43.1	16.3	3.1

注：斜体部分表示 C/N 摩尔比异常，被剔除分析的样品。

3 结果

3.1 样品污染判别

由表 1 可看出, 除 M2 的股骨未提取出骨胶原外, 其余样品均提取出骨胶原。这些样品的骨胶原提取率, 均明显低于现代胶原含量 (约 20%)^[22], 表明在长期的埋藏过程中绝大部分骨胶原已发生了不同程度的分解。然而, 判断骨胶原是否保留其最初的生物学特性和化学组成, 当属其 C 含量、N 含量和 C/N 摩尔比^[23]。DeNiro、Hedges 等指出, 骨胶原的 C 含量为 15.3%~47.0%, N 含量为 5.5%~17.3%, C/N 摩尔比值落在 2.9-3.6 范围内可视为未污染样品^[24-25]。据此, 6 例样品的 C/N 摩尔比超出正常范围, 在以下分析中予以剔除。

3.2 先民的食物结构

薄阳城遗址人群 C、N 稳定同位素散点图, 如图 1 所示。其中, $\delta^{13}\text{C}$ 的变化范围为 -20.7‰ 至 -12.0‰, 均值为 $-18.8 \pm 1.6\text{‰}$, 表明总体上先民主要以 C_3 类食物为食, 但其较大的 $\delta^{13}\text{C}$ 变化范围, 则暗示人群食物结构的多样性。对于 $\delta^{15}\text{N}$ 值而言, 其变化范围为 9.1‰ 至 13.4‰, 均值为 $10.9 \pm 1.0\text{‰}$, 表明先民食物中包含较大量的动物蛋白, 这当与人群以儿童为主、受哺乳效应 (nursing effect, 食物中富含母乳) 影响密切相关^[12]。

3.3 儿童的断奶模式及喂养方式

薄阳城遗址未成年人 C、N 稳定同位素数据, 如图 2 所示。为进一步揭示儿童同位素数据随年龄的变化趋势, 在图 2 中将成年人同位素的均值和标准偏差 (近似代表以儿童母亲为主体的成年人) 作为参照^[12]。

研究显示, 因哺乳效应, 致使完全以母乳为食的儿童骨胶原 $\delta^{13}\text{C}$ 值提升 1‰^[8,14], 而断奶后添加的辅食, 如谷物、燕麦、水果等, 将导致儿童 $\delta^{13}\text{C}$ 值的下降。在图 2 (a) 中, 以成人数据为基准, 可以看出, 儿童的 $\delta^{13}\text{C}$ 值两岁之前并无显著变化, 表明至少在两岁之前已有固体食物的摄入。由于样品中缺乏小于 2 岁的个体, 故很难确定固体食物被引入到儿童食谱中的具体时间。需要指出的是, 一个 4 岁的个体 M37, 具有较高的 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 这可能与其摄取了较多的 C_4 类食物有关, 而与母乳喂养无关。

与 $\delta^{13}\text{C}$ 值相比, 儿童 $\delta^{15}\text{N}$ 值的明显变化, 更能显现其哺乳模式^[6-12]。总体而言, 由图 2 (b) 可以看出, 婴儿和 4 岁以下儿童 $\delta^{15}\text{N}$ 的值, 明显高于其他年龄阶段的未成年人和成年人, 表明母乳的喂养。3-4 岁时 $\delta^{15}\text{N}$ 值开始下降, 表明这段时间母乳的减少和断奶的开始, 考虑到骨骼成分的更新速率远远落后于食物摄取的时间^[8],

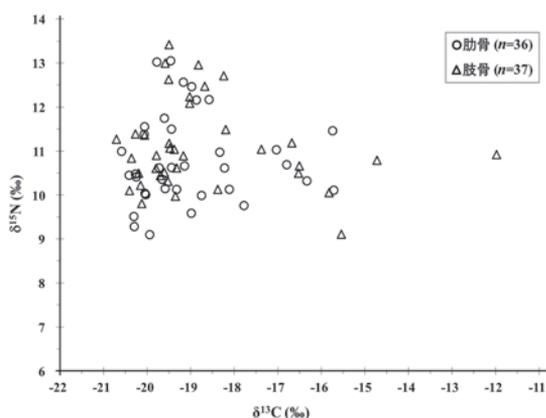


图 1 薄阳城遗址样品 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 比值散点图
Fig.1 All $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ results from Boyangcheng site

可以推断，儿童的断奶时间应更早。4 岁之后，儿童的 $\delta^{15}\text{N}$ 值回落到成人范围之内，反映了此时儿童的断奶业已彻底完成。年龄在 4-14 岁的儿童，其 $\delta^{15}\text{N}$ 值低于成人，这是其在断奶后被喂养了更多的植物类食物所致^[8-10]（与动物蛋白相比具有较低的 $\delta^{15}\text{N}$ 值）。

3.4 先民肋骨与肢骨同位素数据的差异

由于人体不同部位骨骼的生理功能不同，其新陈代谢速率也就存在一定的差异^[26-27]。例如，肢骨中的骨胶原，至少十年以上才能完全更新^[28]，而肋骨则 2-5 年就可整个更换^[29]。故此，通过对人体不同部位骨胶原同位素数据的比较分析，可较为全面地探索先民个体生长发育过程中食物结构的变化^[30-36]。对于儿童而言，对比肢骨和肋骨的同位素数据，可进一步揭示儿童的断奶模式和喂养方式^[37]。

由图 3 可以看出，绝大部分个体肋骨和肢骨 $\delta^{13}\text{C}$ 的值无明显差异，表明先民的食物来源较为稳定。然而，图 3 中 5 个成人肢骨 $\delta^{13}\text{C}$ 的值远高于肋骨，且他们其中 4 个肢骨 $\delta^{15}\text{N}$ 的值相比肋骨较低（图 4），表明这些个体的食物来源曾发生过明显的改变，可能与

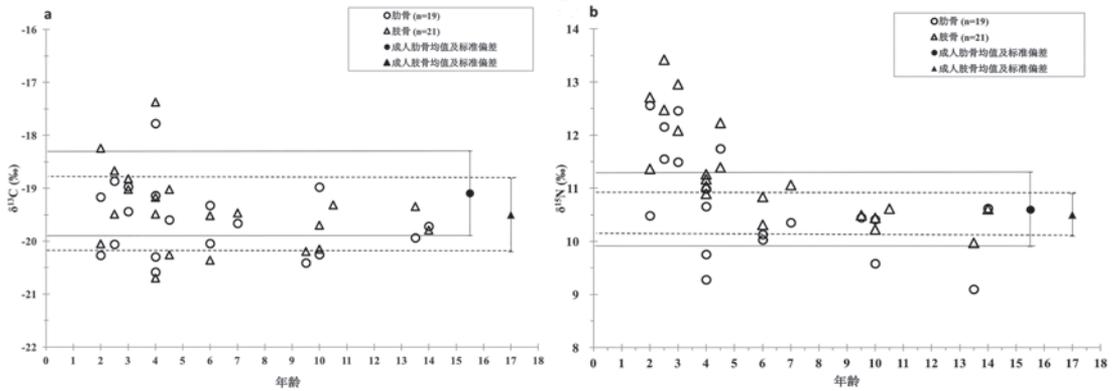


图 2 薄阳城遗址儿童 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 比值随年龄变化分布图

Fig.2 Plot of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values vs. estimated age at death for children from Boyangcheng

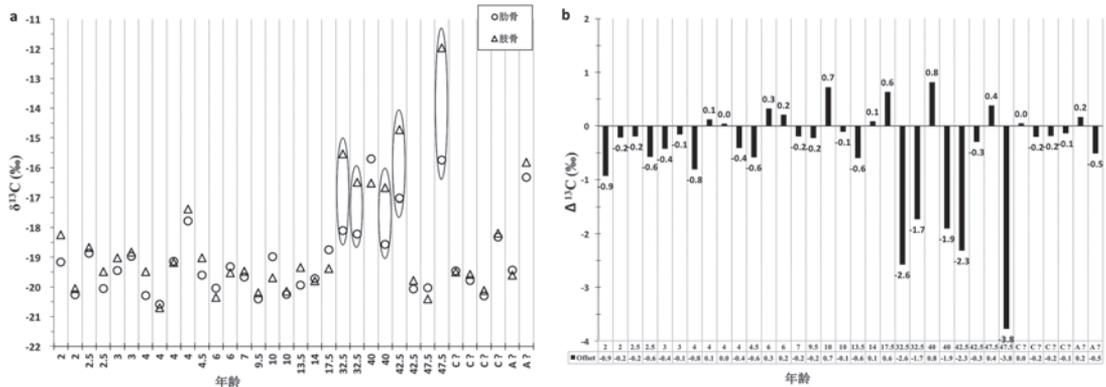


图 3 a. 个体肋骨和肢骨 $\delta^{13}\text{C}$ 值比较; b. 肋骨和肢骨差值 $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{13}\text{C} = \delta^{13}\text{C}_{\text{肋骨}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{肢骨}}$)
(注: C? 为无法判断具体年龄的儿童; A? 为无法判断具体年龄的成人)

Fig.3 a. Plot of individual $\delta^{13}\text{C}$ rib and long bone values; b. Calculated $\Delta^{13}\text{C}$ offsets between ribs and long bones ($\Delta^{13}\text{C} = \delta^{13}\text{C}_{\text{rib}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{long bone}}$)

(Note: C? = child of unknown age and A? = adult of unknown age)

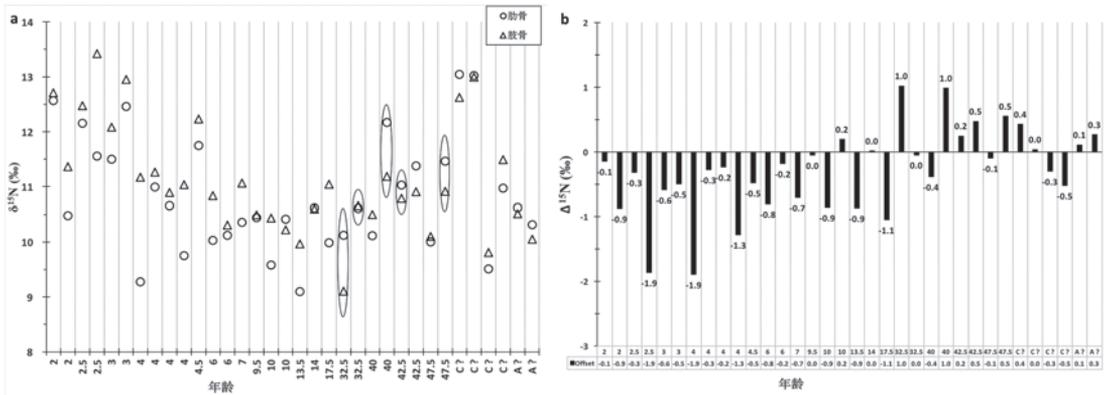


图 4 a. 个体肋骨和肢骨 $\delta^{15}\text{N}$ 值比较 ; b. 肋骨和肢骨差值 $\Delta^{15}\text{N}$ ($\Delta^{15}\text{N} = \delta^{15}\text{N}_{\text{肋骨}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{肢骨}}$)
(注: C? 为无法判断具体年龄的儿童; A? 为无法判断具体年龄的成人)

Fig.4 a. Plot of individual $\delta^{15}\text{N}$ rib and long bone values; b. Calculated $\Delta^{15}\text{N}$ offsets between ribs and long bones ($\Delta^{15}\text{N} = \delta^{15}\text{N}_{\text{rib}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{long bone}}$)

(Note: C? = child of unknown age and A? = adult of unknown age)

迁徙活动相关。与断奶模式密切相关的 $\delta^{15}\text{N}$ 最大变化及差值(图4), 发生在断奶期(3-4岁), 反映了这一时段儿童由完全母乳喂养逐渐向断奶及添加辅食的过程。然而, 并非所有儿童的断奶模式一成不变。例如, 一个2岁的个体(M23), 其肋骨的 $\delta^{15}\text{N}$ 值较其肢骨偏低, 表明该个体2岁前已完成断奶; 另一个儿童(M9北), 虽年龄偏大(4-5岁), 但仍具有较高的 $\delta^{15}\text{N}$ 值, 显示该个体仍有可能摄入一定量的母乳。

4 讨论

江淮地区的农业考古研究表明, 新石器时代以降, 稻作农业就在该地区盛行^[38-39]。虽然滁州薄阳城遗址尚未开展细致的植物考古研究, 但该遗址附近的何郢遗址(西周时期, 距离薄阳城遗址 20km)的植硅石分析表明, 西周时期的滁州地区, 水稻已成为当地先民的主要食物来源之一^[40]。由此, 我们推断遗址中人骨胶原所呈现的以 C_3 类食物为主的同位素特征, 当与先民以大量的水稻为食密切相关。但先民 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 值较大的变化范围(图1、图3、图4), 也彰显出先民食物结构的多样性, 可能与部分先民的迁徙行为相关。这些先民, 可能是来自中国北方、以一定量 C_4 类食物(粟黍食品)为食的移民。

目前, 我国儿童断奶模式和喂养方式的详细而权威的最早记录, 来自于唐朝孙思邈的《千金方》。书中的记载“六个月可与稀粥, 五岁方可吃荤腥”以及“多因爱惜过当, 三两岁犹未饮食, 至脾胃虚弱, 平生多疾”, 指出: 纯母乳喂养要一直持续到婴儿6个月, 6个月之后可增加一些辅食(如稀粥), 且过长的超过2-3岁的哺乳期同样不适宜, 因为太晚断奶对儿童的长远健康不利。此外, 《千金方》还推荐儿童应多吃植物类食物, 直到五岁才可以摄入肉食。相对历史文献而言, 本研究首次提供了中国古代儿童断奶模式及喂养方式的直接证据。

本文通过比较肋骨和肢骨的 C、N 稳定同位素比值及两者的差值 ($\Delta^{13}\text{C}$ 和 $\Delta^{15}\text{N}$)，揭示了西周时期滁州地区儿童的断奶模式和喂养方式。我们发现，对于大多数婴儿和儿童个体，母乳喂养可持续到 3-4 岁，但断奶在 4 岁前就已基本完成；至迟在 2 岁左右，儿童食物中业已包含一定量的植物类食物作为辅食；部分儿童的断奶时间早于绝大部分儿童，也反映出儿童喂养方式的不一致性。此外，通过儿童喂养模式的探讨，还可以一窥其致死原因。已有的研究表明，儿童死亡率和稳定同位素所建立的哺乳与断奶模式存在相关性^[10,41]。在本研究中，尽管薄阳城遗址儿童的致死原因尚未可知，但儿童死亡率最高的年龄段（2-4.5 岁）与稳定同位素数据所揭示的断奶时间相吻合的现象表明，这些儿童的死亡很有可能受到断奶后所引起的营养状况和生长压力的影响。例如，M13（2 岁儿童）具有较高的肢骨 $\delta^{13}\text{C}$ 值，暗示其食物中仍包含部分母乳。该个体的肋骨 $\delta^{13}\text{C}$ 值却相对较低，这表明断奶业已开始和并引入固体食物。由此我们推断，此儿童很有可能死于断奶后固体食物引入的危险时期。

综上所述，本研究为探讨中国古代儿童的断奶模式和喂养方式提供了一个极好的范例，研究结论也部分印证了《千金方》的记载。显然，开展更多的相关类似研究，将为揭示我国不同时段、不同地区、不同文化人群中儿童的哺乳和断奶模式提供更多的科学证据。

5 结 论

通过安徽滁州薄阳城遗址人群骨骼的 C、N 稳定同位素分析，结合该地区的考古资料，得出以下几点认识：

1) 总体上，先民的食物结构显示出 C_3 类为主的特征，这与西周时期滁州地区普遍种植水稻相关；

2) 以成年人作为基准，比较不同年龄阶段儿童的同位素数据发现，儿童在 2 岁已有辅食的摄入，大多数儿童在 3-4 岁完成断奶。此后，儿童还被喂养了更多的植物类食物。这些结论，与中国古代医书《千金方》对儿童喂养方式的推荐相一致；

3) 通过对同一个体肋骨和肢骨同位素数据的对比，不仅可以昭示了先民（成年人）食物结构的变化及可能的迁徙活动，尤为重要是揭示了儿童不同时期内食物来源的变化及断奶模式。本研究为深入了解我国古代儿童的喂养模式奠定了基础。

参考文献

- [1] Popkin BM, Lasky T, Litvin J, et al. The infant-feeding triad: infant, mother, and household[A]. In: Food and nutrition in history and anthropology [C]. New York: Gordon and Breach, 1986.
- [2] Knodel J, Kintner H. The impact of breast feeding patterns on the biometric analysis of infant mortality[J]. Demography, 1977, 14(4): 391-409.
- [3] Katzenberg MA, Herring D, Saunders SR. Weaning and infant mortality: evaluating the skeletal evidence[J]. American Journal of Physical Anthropology, 1996, 101(S23): 177-199.
- [4] Dettwyler KA, Fishman C. Infant feeding practices and growth[J]. Annual Review of Anthropology, 1992, 21: 171-204.
- [5] Sellen DW, Smay DB. Relationship between subsistence and age at weaning in “preindustrial” societies[J]. Human Nature, 2001, 12(1): 47-87.

- [6] Fogel ML, Tuross N, Owsley DW. Nitrogen isotope tracers of human lactation in modern and archaeological populations[J]. *Carnegie Institution of Washington Yearbook*, 1989, 88: 111-117.
- [7] Schurr MR. Using stable nitrogen-isotopes to study weaning behavior in past populations[J]. *World Archaeology*, 1998, 30(2): 327-342
- [8] Richards MP, Mays S, Fuller BT. Stable carbon and nitrogen isotope values of bone and teeth reflect weaning age at the Medieval Wharram Percy site, Yorkshire, UK[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2002, 119(3): 205-210.
- [9] Fuller BT, Fuller JL, Harris DA, et al. Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2006, 129(2): 279-293.
- [10] Fuller BT, Molleson TI, Harris DA, et al. Isotopic Evidence for Breastfeeding and Possible Adult Dietary Differences from Late/Sub-Roman Britain[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2006, 129(1): 45-54.
- [11] Choy K, Jeon OR, Fuller BT, et al. Isotopic evidence of dietary variations and weaning practices in the Gaya cemetery at Yeanri, Gimhae, South Korea[J]. *American journal of physical anthropology*, 2010, 142(1): 74-84.
- [12] Tsutaya T, Yoneda M. Reconstruction of breastfeeding and weaning practices using stable isotope and trace element analyses: a review[J]. *American journal of physical anthropology*, 2015, 156(S59): 2-21.
- [13] Millard AR. A model for the effect of weaning on nitrogen isotope ratios in humans[J]. In: Goodfriend GA, Collins MJ, Macko SA, Wehmiller JF eds. *Perspectives in amino acid and protein geochemistry*[C]. New York: Oxford University Press, 2000, 51-59.
- [14] Fuller BT. *Isotopic investigation of pregnancy and breastfeeding in modern and archaeological populations*[D]. University of Oxford, 2003.
- [15] 许宏. 略论我国史前时期瓮棺葬 [J]. *考古*, 1989(4): 331-339
- [16] 龚丹. 屈家岭文化中的儿童埋葬方式探析 [J]. *东南文化*, 2006(5): 10-14
- [17] 陈洪海, 周浩然. 甘青地区史前时期未成年人埋葬问题分析 [J]. *考古与文物*, 2013(2): 23-31
- [18] 张雅军, 何弩, 尹兴喆. 山西陶寺遗址出土人骨的病理和创伤 [J]. *人类学学报*, 2011(3): 265-273
- [19] 唐·孙思邈. *千金方* [M]. 北京: 华夏出版社, 1993
- [20] 朱泓. *体质人类学* [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005
- [21] Richards MP, Hedges REM. Stable isotope evidence for similarities in the types of marine foods used by Late Mesolithic humans at sites along the Atlantic coast of Europe[J]. *Journal of Archaeological Science*, 1999, 26(6): 717-722.
- [22] Ambrose SH, Butler BM, Hanson DB, et al. Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific[J]. *American journal of physical anthropology*, 1997, 104(3): 343-361.
- [23] Ambrose SH. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis[J]. *Journal of archaeological science*, 1990, 17(4): 431-451.
- [24] DeNiro MJ. Post-mortem preservation and alternation of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*[J], 1985, (317): 806-809.
- [25] Hedges REM. Bone diagenesis: an overview of processes. *Archaeometry* [J], 2002, 44(3): 319-328.
- [26] Adami S, Gatti D, Viapiana O, et al. Physical activity and bone turnover markers: a cross-sectional and a longitudinal study[J]. *Calcified tissue international*, 2008, 83(6): 388-392.
- [27] Huiskes R, Ruimerman R, Van Lenthe GH, et al. Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone[J]. *Nature*, 2000, 405(6787): 704-706.
- [28] Hedges REM, Clement JG, Thomas CDL, et al. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2007, 133(2): 808-816.
- [29] Cox G, Sealy J. Investigating identity and life histories: isotopic analysis and historical documentation of slave skeletons found on the Cape Town foreshore, South Africa[J]. *International Journal of Historical Archaeology*, 1997, 1(3): 207-224.
- [30] Sealy J, Armstrong R, Schrire C. Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons[J]. *Antiquity*, 1995, 69(263): 290-300.
- [31] Bell LS, Cox G, Sealy J. Determining isotopic life history trajectories using bone density fractionation and stable isotope measurements: a new approach[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2001, 116(1): 66-79.
- [32] Schroeder H, O'Connell TC, Evans JA, et al. Trans-Atlantic slavery: Isotopic evidence for forced migration to Barbados[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2009, 139(4): 547-557.
- [33] Pollard AM, Ditchfield P, Piva E, et al. 'Sprouting like cockle amongst the wheat': the St Brice's Day massacre and the isotopic

- analysis of human bones from St Johns College, Oxford[J]. Oxford Journal of Archaeology, 2012, 31(1): 83-102.
- [34] Chenery C, Lamb A, Evans J, et al. Appendix 3. Isotope analysis of individuals from the Ridgeway Hill mass grave[J]. In: Loe L, Boyle A, Webb H, Score D eds, Given to the Ground': a Viking Age Mass Grave on Ridgeway Hill, Weymouth[C]. DNHAS, 2014.
- [35] Lamb AL, Evans JE, Buckley R, et al. Multi-isotope analysis demonstrates significant lifestyle changes in King Richard III[J]. Journal of Archaeological Science, 2014, 50: 559-565.
- [36] Jørkov MLS, Heinemeier J, Lynnerup N. The petrous bone—a new sampling site for identifying early dietary patterns in stable isotopic studies[J]. American journal of physical anthropology, 2009, 138(2): 199-209
- [37] Williams JS, White CD, Longstaffe FJ. Trophic level and macronutrient shift effects associated with the weaning process in the Postclassic Maya[J]. American Journal of Physical Anthropology, 2005, 128(4): 781-790.
- [38] 张敏, 汤陵华. 江淮东部的原始稻作农业及相关问题的讨论 [J]. 农业考古, 1996(3): 106-121
- [39] 杨立新. 江淮地区的原始农业及与文明形成的关系 [A]. 见: 中国高等科学技术中心. The Influence of Agriculture Origin on Formation of Chinese Civilization--Proceedings of CCAST (World Laboratory) Workshop[C]. 中国高等科学技术中心, 2001(6): 77-82
- [40] 吴妍, 黄文川, 姚政权, 等. 安徽滁州何郢遗址的植硅体分析 [J]. 农业考古, 2005(3): 59-64
- [41] Bourbou C, Fuller BT, Garvie-Lok SJ, et al. Nursing mothers and feeding bottles: reconstructing breastfeeding and weaning patterns in Greek Byzantine populations (6th–15th centuries AD) using carbon and nitrogen stable isotope ratios[J]. Journal of Archaeological Science, 2013, 40(11): 3903-3913

* * * * *

2017 《人类学学报》优秀论文评选结果

经过本刊编委的投票，下列 4 篇被评选为 2017 年度《人类学学报》优秀论文：

- 李法军. 鲤鱼墩遗址史前人类行为模式的骨骼生物力学分析 [J]. 人类学学报, 2017, 36(2): 193-215
- 高星. 人类起源与演化研究的共业：体质人类学、考古学与遗传学的交叉与整合 [J]. 人类学学报, 2017, 36(1): 131-140
- 刘武, John Willman, 曹波, 张璞, 董欣, 吴秀杰. 贵州兴义猫猫洞更新世晚期人类牙齿釉质崩裂痕迹 [J]. 人类学学报, 2017, 36(4): 427-437
- 关莹, 蔡回阳, 王新金, 许春华, 魏屹, 周振宇, 高星. 贵州毕节老鸦洞遗址 1985 年出土的石制品研究 [J]. 人类学学报, 2017, 36(3): 305-316

特向各位作者表示祝贺！

《人类学学报》编辑部