

# 中国甘肃酒泉青铜时代人类 股骨化学元素含量分析<sup>①</sup>

郑晓瑛

(北京大学人口研究所, 北京 100871)

**关键词** 人类股骨; 化学元素; 青铜时代

## 内 容 摘 要

本文用电感耦合等离子体源发射光谱法测定了中国青铜时代人类股骨远端的铁(Fe)、锌(Zn)、铜(Cu)、氟(F)、硒(Se)、钙(Ca)、磷(P)、镍(Ni)、铍(Be)、锰(Mn)、镁(Mg)、锶(Sr)、钼(Mo)、钇(Y)、铬(Cr)、钴(Co)、钛(Ti)、铝(Al)、钡(Ba)、钾(K)、钪(Sc)、钒(V)等 22 个化学元素参照系数据。经研究表明, 22 种化学元素中几乎无性别差异, 食物相关元素与年龄及时代有关。

## 一、前 言

本世纪 60 年代末, 70 年代初, 生物化学、无机化学及环境科学的理论渗透到人类学的研究领域。首先是由 Toots 和 Voorhies(1965)把微量元素分析用于古生物的食物结构的研究。Brown(1974)又使用这种技术对 Formative 时期(1100—900 B. C.)的印第安人的食物与社会地位关系进行了研究。从那时起, 国外一些学者开始对化学元素分析产生兴趣, 特别是与食物结构有关的元素, 如锶(Gilbert, 1975; Szpunar *et al.*, 1978; Lambert *et al.*, 1979; Schoeninger, 1979; Sillen, 1981)。

由于古代人类材料较少, 而且长期在地下埋藏, 造成土壤对骨骼的污染, 在研究中会产生一定的干扰作用, 在测定过程中又有赖于现代医学、地质学、化学、卫生学、环境科学等多学科的理论和技术。此外, 由于分析过程耗时长, 耗资昂贵, 在一定程度上制约了这项研究工作的发展速度。80 年代中期, 人们突破了仅用原子吸收光谱法不能解决的问题。例如: 消耗的标本量减少, 适用多元素的微量分析, 耗时、耗资也相对减少, 从而使这个领域的研究工作向前迈进了一步。人们发现不仅锶与食物结构有关, 锌、钠等元素也与食物结构有关, 据此对食物结构作了详细的复原(Byrne, 1984, 1987)并对微量元素含量与性别年龄的关系进行了研究(Jun Yoshinaga *et al.*, 1989)。很值得一提的是, Lambert 等(1982)对古代人的肋骨和股骨的化学元素含量作了比较研究, 结果表明, 与食物结构有关的化学元素在肋骨和股骨之间无明显差异, 但一些土壤元素对肋骨的污染比股骨要稍重些, 这就使我们的研究比较材料不再局限在同一种材料之内。尽管我国考古发掘中出土的人骨材料比较丰富, 但由于前述的原因以及缺乏我国古代人骨及现代人骨的化学

<sup>①</sup>收稿日期: 1991-12-29

元素含量的参照标准,这项工作至今仍属空白。

本文测定了股骨 Fe、Zn、Cu、F、Se、Ca、P、Ni、Be、Mn、Sr、Mo、Y、Cr、Ti、Al、Bc、K、Sc、V、Mg 等 22 个化学元素的含量。尽管其中一些元素目前还不具备讨论的条件,但它可以做为我国古代人骨化学元素含量的首批基础数据,为进一步研究比较提供参考材料。

## 二、材料和方法

本文所用材料是 1987 年北京大学考古学系和甘肃省博物馆在甘肃省酒泉县干骨崖四坝文化墓地发掘出土的人类骨骼。四坝文化属青铜时代,相当于中原地区夏代。干骨崖墓地属于四坝文化的中后期,根据考古类型学的排比研究,将该墓地分为四段,经过与其它遗址和文化的比较,结合<sup>14</sup>C 数据,推定干骨崖墓地的绝对年代为:第一段,公元前 1840—1760 年;第二段,公元前 1760—1680 年;第三段和第四段,公元前 1680—1600 年。其中一、二段考古学文化面貌特点相近,定为前期,三、四段定为后期。通过考古学反映的一些文化现象和考古发掘中的一些迹象,推测当时的经济形态属半农半牧性质(李水城,1988)。本文所用的材料为墓葬中出土的人骨股骨干远端,共测量 29 座墓中的 29 件样品。其中男性 16 例,女性 10 例,儿童 2 例,性别不明 1 例,参照土样 1 例。

检测仪器:ICAP-9000SP 等离子直读仪。Fritsch os 102 玛瑙球磨机。

生物标准参考物质:国家标准物质研究中心提供的由中、英、日十余个检测中心共同研制的猪肝(国家计量局批准 G.B.WO8351)。

### 1. 样本的前处理

地下埋藏千百年的人骨材料,不仅受环境污染,在发掘过程中还进一步受到不同因素的污染,所以在制备测试样品前,应先将骨骼样品进行去表层污染的前处理。

(1)将股骨置于聚氯乙烯袋内破碎,取约 20 克已破碎的骨样。每个样品破碎时所用的聚氯乙烯袋仅使用一次。

(2)用去离子水反复冲洗骨标本三次,在操作过程中,均用玻璃棒操作。用于冲洗的容器均在每一个样本使用前彻底清洗。

(3)将清洗干净的骨块放置烘箱内约 12 小时烘干,取出后分别放在已进行除污染处理的聚乙烯瓶内(由北京医科大学公共卫生学院提供)。

(4)用玛瑙研钵或玛瑙球磨机将骨块研磨成 200 网目的骨粉,分装在已进行去污染处理的聚乙烯瓶内,待分析用。

### 2. 骨粉的溶解

#### (1)测定氟元素样品的制备

将骨粉末用混合熔剂(碳酸钠:氧化锌=5:1)于 940℃ 温度下熔 40 分钟后,用热蒸馏水提取,过滤后的试液用茜素锆比色测定。

#### (2)测定硒元素样品的制备

用 36%—38% 的氯化氢(HCl)制成 10%(V/V, 即水:酸=9:1),再加 65%—68% 的硝酸,使盐酸:硝酸=3:1,将骨粉溶于试剂中,对所得溶液用荧光光谱仪测定硒元素的浓度。

## (3)测定其它元素样品的制备

骨粉末用混合熔剂(硼酸:碳酸=2:1)置于960℃温度下熔融30分钟,待稍冷后用10%(V/V)盐酸溶解,所得溶液用等离子直读光谱仪测定。

## 三、结果和讨论

22个元素检测数据中,除铝、铁、镁、钙、钾、磷为重量百分比外,其它元素单位均为ppm。

## (一)化学元素含量分析

## 1. 股骨化学元素含量与性别的关系

16例男性和10例女性股骨的22个化学元素平均数的男女组间差异显著性水平用t检验法确定。当显著性水平取0.05为检验标准时,除铜、钴和钛三种元素的含量具有显著性差异外,其它元素均无显著性差异(表1)。

表1 股骨化学元素含量与性别的关系

项目	男 性				女 性				显著性检验	
	平均数	标准差	变异范围	变异系数	平均数	标准差	变异范围	变异系数	T值	显著性
Y	4.18	0.94	3.11-6.84	0.23	5.06	1.91	3.11-8.09	0.38	0.43	—
Al	7.20	4.50	1.94-18.66	0.63	6.37	5.70	1.27-17.47	0.90	0.40	—
Fe	47.74	26.57	10.38-83.83	0.56	39.72	19.4	7.33-63.44	0.49	0.79	—
P	3627.91	352.19	3270.3-4120.5	0.07	3707.47	244.14	3311.46-3951.61	0.07	0.60	—
Mg	61.91	17.44	47.15-113.57	0.28	77.32	28.3	46.35-140.93	0.37	1.68	—
Ca	2146.88	117.69	1928.72-2375.8	0.05	2204.12	127.97	2002.21-2410.06	0.06	1.13	—
Zn	105.94	51.41	72.5-277.2	0.49	124.68	86.21	76.96-349.7	0.67	0.67	—
K	121.82	45.29	82.9-197.82	0.39	101.00	23.84	89.2-166.73	0.24	1.30	—
Cu	6.19	4.00	1.00-13.00	0.60	4.37	3.33	1.00-9.3	0.76	2.16	++
Mo	0.98	0.96	0.32-3.20	1.00	0.46	0.07	0.31-0.56	0.16	1.58	—
Sr	708.30	183.90	369.0-949.0	0.20	730.37	208.49	414-1057	0.29	0.27	—
Ba	110.16	100.72	240-406.0	0.91	135.39	131.65	25.65-375.2	0.97	0.53	—
Mn	62.10	33.43	23.0-157.92	0.56	56.68	13.56	31.84-77.23	0.25	0.63	—
Co	1.64	3.10	0.1-8.18	1.89	5.34	3.26	0.1-9.65	0.61	2.81	++
Cr	21.14	7.76	14.2-37.01	0.37	27.19	9.28	17.1-45.14	0.34	1.73	—
V	5.93	1.96	3.9-9.43	0.33	5.84	2.25	2.56-9.02	0.38	0.10	—
N	8.90	10.44	0.1-32.14	1.17	14.59	8.95	0.7-19.57	0.61	0.61	—
Be	0.86	0.41	0.2-1.55	0.48	0.95	0.40	0.2-1.5	0.42	0.53	—
Se	0.70	0.32	0.12-1.33	0.46	0.51	0.47	0.07-1.52	0.92	1.68	—
Ti	20.20	6.34	9.0-25.0	0.31	15.00	4.00	11-19	0.27	2.71	++
Sc	1.35	1.11	0.35-5.01	0.82	1.72	1.51	0.35-5.85	0.88	0.70	—
F	2094.25	560.81	928.0-3200	0.27	2202.5	891.5	1216-4352	0.4	0.36	—

## 2. 干骨崖墓地前期(一、二段)和后期(三、四段)化学元素含量的变异

在确定了男女两性股骨除铜、钴和钛以外的化学元素含量无显著性差异的前提下,将男性和女性混在一起,然后按考古分期的结果,将干骨崖墓地分成二期,即前期(一、二

段) 和后期 (三、四段), 再做显著性检验。

表 2 股骨化学元素含量与时代的关系

项 元 素 目	前 期			后 期			t 值	显著性
	例数	平均值	标准差	例数	平均数	标准差		
Y	10	5.13	1.87	14	3.99	0.31	2.26	++
Al	10	7.30	4.59	14	6.28	4.10	0.51	—
Fe	10	52.14	20.86	14	42.74	28.14	0.86	—
P	10	3609.22	300.42	14	3633.46	207.59	0.23	—
Mg	10	62.34	16.07	14	71.27	24.69	0.96	—
Ca	10	2168.70	160.81	14	2148.19	98.96	0.38	—
Zn	10	115.98	90.48	14	111.35	31.48	0.18	—
K	10	95.04	5.30	14	146.43	51.89	3.06	++
Cu	10	3.59	2.86	14	9.22	3.40	4.12	++
Mo	10	0.56	0.20	14	0.98	0.82	1.47	—
Sr	10	578.08	137.41	14	827.05	185.38	3.33	++
Ba	10	182.19	116.16	14	79.89	95.89	2.30	++
Mn	10	73.58	19.92	14	52.48	30.99	1.80	—
Co	10	3.98	4.24	14	1.41	1.91	1.99	—
Cr	10	24.48	11.44	14	20.16	5.48	1.22	—
V	10	5.97	1.99	14	5.23	1.56	0.10	—
Ni	10	10.13	10.76	14	6.93	7.77	0.83	—
Bc	10	0.99	0.33	14	0.70	0.44	1.70	—
Sc	10	0.71	0.46	14	0.64	0.43	0.32	—
Ti	5	20.75	3.49	7	17.00	4.77	2.05	—
Se	10	2.02	1.86	14	0.92	0.39	2.17	++
F	10	215.07	668.63	14	2106.14	542.41	0.0018	—

结果表明, 钇、钾、铜、镉、钡、硒等 6 种元素在前后二期具有显著性差异(表 2)。

在表 1 中, 钛元素在男女两性间有显著性差异, 在表 2 中, t 值也接近显著性差异水平的标准。因为本文所测的钛元素样品例数太少(仅 12 例), 我们在下面的研究中, 将不再考虑钛元素, 从统计意义讲, 在自由度小于 10 时, t 分布曲线与正态分布曲线差别较大; 当自由度大于 20 时, t 分布曲线与正态分布曲线很接近(邓勃, 1984)“t”检验则要求数据是在正态分布下进行的, 所以, 钛元素的检验结果不能肯定是可靠的, 仅以此做为参考数据。

铜元素在股骨中的含量不仅有性别差异, 还有时代差异, 说明该元素的变异较大。镉和钾两个元素是与食物结构密切相关的元素, 它们没有性别差异, 在时代上却有显著性差异, 说明干骨崖墓地前后两期居民的食物结构不尽相同, 这一点将在下文详细讨论。

钇、钡、硒和钴等 4 个元素有性别和时代上的差异。由于这些元素在食物结构, 健康等拟讨论问题中意义不明, 本文仅提供了这些元素的检测数据。

## (二)古代居民的食物结构复原初探

### 1. 食物相关元素的分析

锶 对人骨中微量元素的分析研究, 最早是从对食物结构分析开始的(Toots 和 Voorhies, 1965)。许多外国学者认为锶与食物的关系密切, 因为人体内锶的总含量的99%存在于骨骼中(Schoeninger, 1979)对出土人骨锶含量的测定不易受到土壤污染的干扰(Wychoff 和 Doberantz, 1968)。锶的含量以及锶/钙的比例随着食物中植物类和蛋白类的比例不同而发生变化。锶在骨中含量无国内参照标准, 仅与国外文献数据做相应比较。

表3 锶元素的比较

时 代	项 目	例 数	Sr(ppm)	Ca(%)	Sr / Ca
干骨崖前期		9	578.1	2168.7	0.26
干骨崖后期		14	827.1	2148.4	0.38
现代人		12	91	40.5	0.23
史前人类		2	146	15.1	0.97

注: 表中现代人和史前人类数据引自 Byrnc, 1987。

“现代人”指生活在同一地区的本世纪人骨, 材料来源于医院。

“史前人类”指美洲印地安 Woodland 中期的人骨, 材料来源于考古发掘。

从表3可以看出, 干骨崖墓地后期骨锶含量明显高于前期, 这可能说明后期居民食物中植物类所占比例高于前期。国外获得的数据绝对值与干骨崖的相差较大, 原因是国外70年代仅采用消解法, 所以元素含量均比溶解法低(Szpunar, 1978), 但从锶/钙的比值看, 干骨崖前期和后期的值均接近并高于现代人, 但远远低于史前人类。这似乎提示我们一种趋势, 即人类的食物结构, 从古至今含蛋白的肉类所占的比例逐渐增多, 同时, 机体对蛋白的吸收利用率也提高了。干骨崖墓地前期和后期的古代居民骨骼中钙的含量没有变化, 锶的含量变化较大, 可能后期的居民开发了更多的植物类食物来源, 或开始更多地依赖种植作物, 否则, 仅靠采集自然界的植物, 很难达到这样高的骨锶量, 那很可能会保持在与史前人类骨锶量相似的水平上。

锌 锌的含量与食物结构关系密切。据测定, 现代人骨中的含量是150—250ppm(Underwood, 1977), 锌的含量与蛋白食物的摄入有明显的关联。肉食动物骨骼中锌的含量远远高于草食动物骨锌量(Gilbert, 1975)有人认为, 谷物中的植酸酶(Phytate)也可将坚果内富含的锌载入体内, 坚果、浆果和海产品中也富含锌(Underwood, 1977)。干骨崖墓地前期的居民骨骼中锌的平均含量为115.98ppm, 后期为111.35ppm, 前后二期几乎相等, 但都低于现代人骨骼中锌的含量。说明当时人们的食物中仍是以植物食物为主, 在这些植物中, 也缺乏富含锌的植物, 如坚果、浆果等。同样, 尽管在墓葬中有较丰富的蚌壳随葬, 可能也仅是作为装饰品, 水产品的摄入大概也很有限, 所以锌的含量较低。

铜 铜在分析食物结构中也是一个关键元素。尽管它在动物体内各组织间分布的差异很大, 但它并不随年龄而发生变化(Prasad, 1978)。铜在健康人骨中的平均含量为

20ppm, 它主要富含在海产品、动物肝脏、坚果及豆类中, 一般植物的含铜量很少。干骨崖墓地前期人骨中铜的平均含量仅为 3.59ppm, 后期升高达 9.22ppm, 但仍没达到现代人的水平。说明当时的人们摄入的富含铜的食物较少, 但后期有可能增加了食用豆类植物而使骨铜量增高(铜元素的研究也附议了在锌元素研究中关于蚌类水产品食用不多的推断)。

根据考古学研究表明, 四坝文化的经济是半农半牧性质, 可以想象, 当时居民食用肉类食物不会太少, 但当时人们的文化水平以及对食品加工、利用的知识还远远不如现代人, 这可能造成机体对食人的肉类食物吸收利用率较低。这样, 就显示出干骨崖墓地的古代居民的食物结构以植物食物为主, 肉类食物在食物中所占比例较低(并接近现代人, 但远远高于史前人类)。特别是后期居民可能较多地依赖种植粮食作物, 如谷类或豆类, 至少他们已经发现了野生的谷类和豆类。

## 2. 与食物相关元素的时代变异

镉、钙、锌、镁、铜等 6 种元素都被证明与食物的种类有关。但其中部分元素与食物种类的必然关系的研究刚刚开始, 还没能得出确切的结论。本文对于干骨崖墓地出土的人骨材料的食物相关元素的测定和研究, 是为了了解中国古代人骨的食物相关元素的含量, 以提供古代居民的食物结构信息。有鉴于此, 对于干骨崖墓地通过考古分期所得出的时代变化, 也进行了统计研究。与食物相关元素随时间变化情况见表 4。

表 4 化学元素分段比较

时 间 元 素	Mg(%)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Sr(ppm)	Ca(%)
一 段	71.34 ± 18.7	76.25 ± 17.5	1.92 ± 2.2	0.47 ± 0.09	686.75 ± 70.1	2209.2 ± 213.3
二 段	55.14 ± 10.4	143.84 ± 118.2	4.92 ± 3.1	0.62 ± 0.27	484.9 ± 106.8	2136.0 ± 121.3
三 段	72.58 ± 22.3	110.74 ± 40.9	7.38 ± 3.1	0.94 ± 1	788.1 ± 157.5	2169.0 ± 150.0
四 段	69.52 ± 69.5	112.17 ± 15.0	11.68 ± 2.5	1.05 ± 0.7	879.0 ± 221.2	1119.0 ± 60

这些与食物相关的元素, 均与埋藏时间的长短, 以及由土壤造成的污染大小无关(Lambert, 1979)。表 4 中所列各元素的含量即代表埋藏时人们的元素含量水平。镁随时代的变化而未显示出明显的变化规律。镁主要富含在谷物中, 由于镁的含量偏低, 可以推断, 干骨崖墓地的居民从早期到晚期种植农作物中, 谷物所占的比例较小。锌在第二段的含量明显高于第一段, 但随后又有所下降, 但三、四段仍高于第一段水平。锌的时代变化比镁要明显。钙的含量从第一段到第四段是持续下降的趋势, 这可能与食物结构中含镉食物增加, 造成镉与钙的竞争有关。铜、钼、硒都随时代而稳步增高, 说明人们在提高植物食物的同时, 也不断增加开发含蛋白的食物。图 1 更形象地说明这些时代变化的趋势。

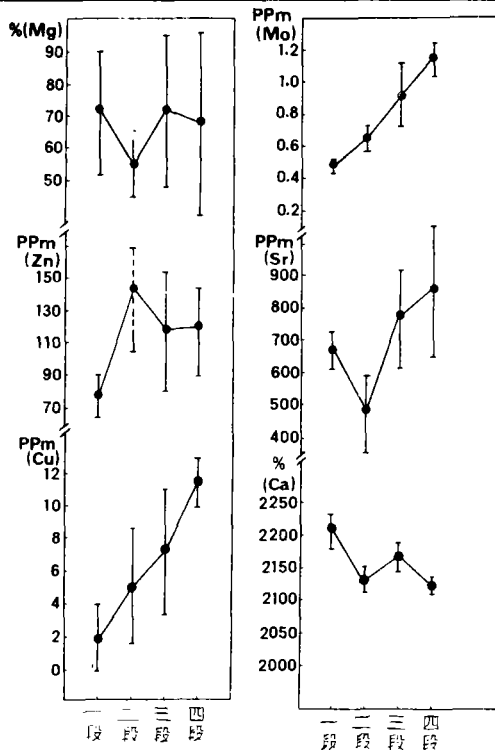


图1 与食物相关元素的时代变异  
Differences between time periods of the content of food-related elements

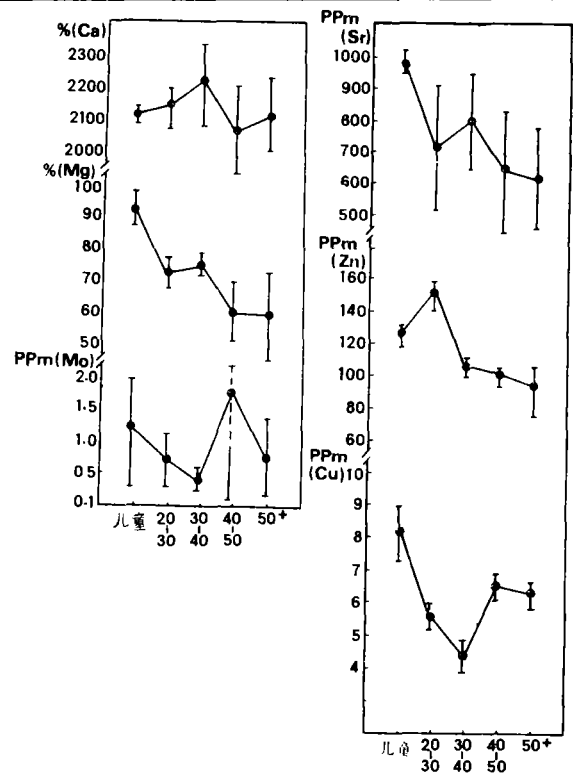


图2 与食物相关元素的年龄性别变异  
Differences between age and sex of the content of food-related elements

### 3. 与食物相关元素的年龄性别变异

前面已经谈到, 几乎所有的化学元素, 包括与食物相关的元素在性别上是没有差异的, 但在年龄上显示出一些差异(见表5)。

表5 食物相关元素含量的年龄变异

年龄组	例数	Ca	Sr	Zn	Cu	Mg	Mo
儿童	2	2130.4 ± 7.5	989.0 ± 415.0	125.0 ± 25.5	8.3 ± 9.4	92.5 ± 49.0	1.13 ± 0.88
20-30岁	6	2161.6 ± 72.3	706.7 ± 215.5	147.8 ± 102.4	5.6 ± 3.0	73.3 ± 34.0	0.68 ± 0.33
30-40岁	9	2230.9 ± 133.0	789.0 ± 155.0	110.3 ± 67.6	4.3 ± 4.6	75.5 ± 23.8	0.42 ± 0.09
40-50岁	4	2074.8 ± 1276	647.0 ± 206.6	105.3 ± 41.7	6.5 ± 3.7	65.7 ± 8.2	1.76 ± 1.7
50岁以上	7	2135.0 ± 115.0	636.7 ± 165.2	87.4 ± 14.2	6.3 ± 4.1	58.6 ± 13.6	0.71 ± 0.6

与食物相关元素的含量, 在各年龄组中, 有较大的变化。钙的含量, 在0-40岁时稳定上升, 40岁后逐渐下降, 但出乎意料的是大于50岁的人, 骨中钙含量又有回升, 可能与锶含量下降(年龄增大, 植物类食物减少)有关。锶的含量在0-40岁时稳定上升, 40岁后逐渐下降, 这可能因为该地区古代居民口腔疾病较严重(郑晓瑛, 1991), 年龄稍大后, 食用高纤维的植物类食品减少所致。锌含量在0-30岁时持续升高, 从30岁左右开始下降。铜含量在儿童时期最高, 从青春期后开始下降, 但到40岁以后, 其含量又开始增高。镁和钼的含量基本随年龄的增大而下降(见图2)。

关于中国古代人骨化学元素含量与食物结构关系的研究在国内几乎没有,另外,也缺乏这方面的考古学资料。所以,本文研究比较材料受到限制;到目前为止,也没有中国现代人骨化学元素含量的参照标准,所以本文无法与中国现代人骨化学元素含量加以比较,只能根据食物相关元素在植物类或动物类食品中含量的高低,进行古代人食物结构的定性推论。这些问题的解决,有待于更多的资料充实后,进行深入的研究。

## 四、结 论

本文测定了中国甘肃酒泉青铜时代人类股骨的铁、锌、铜、氟、硒、钙、磷、镍、铍、锰、镁、锶、钼、钇、铬、钴、钛、铝、钡、钾、钨、钒等 22 个化学元素的含量,为我国建立了第一批古代人骨化学元素比较研究的参照数据,经分析得出以下几个论点:

1. 22 种化学元素中,除铜、钴和钛 3 个元素外,均无性别差异。

2. 钇、钾、铜、锶、钡、硒等 6 个元素有时代差异。

3. 食物相关元素与年龄相关性很大,但与性别的相关性很小。锶、锌、镁、钼的骨含量随年龄增加而下降。儿童骨锌含量很低,青春期后达到一生最高时期。儿童骨铜量较高,随年龄增加而下降,40 岁左右开始随年龄而增加。骨钙在 40 岁左右开始下降,50 岁左右又有增高趋势。

4. 镁、锌的时代变化不明显,后期铜、锶、钼高于前期,但钙有下降趋势。

5. 干骨崖墓地的居民以植物类食物为主,肉食类为辅。特别是后期居民,植物类食物的种类比前期更加丰富了,如后期铜、钼、锶、钙均程度不同地高于前期,推测当时(准确地说是从后期开始),可能已开始种植作物,如豆类、谷类,至少是发现了更多可食用的野生豆类或谷类。

本文是在导师吴汝康教授指导下完成的博士论文的一部分,曾得到北京大学测试中心邵宏翔教授的帮助,在此表示衷心感谢。本研究得到北京市中关村地区联合分析测试中心分析测试基金赞助。

## 参 考 文 献

- 邓 勃, 1984. 数理统计方法在分析测试中的应用. 化学工业出版社, 北京.
- 李水城, 1988. 四坝文化研究. 北京大学硕士研究生论文集. 北京大学出版社, 北京.
- 郑晓瑛, 1991. 甘肃酒泉干骨崖四坝文化人骨研究, 第六章, 第二节. 北京大学博士研究生学位论文.
- Brown, A.B., 1974. Bone strontium as a dietary indicator in human skeletal populations. *Contrib. Geol.*, 13(2):47-48.
- Byrne, K.B., 1984. Dietary reconstruction of the Middle Woodlands population at Abbott Farm by trace element analysis. Senior Thesis, Princeton University, Princeton, New Jersey.
- Byrne, K.B., 1987. Reconstruction of the diet of the Middle Woodland Amerindian population at Abbott Farm by bone trace-element analysis. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 74:373-384.
- Gilbert R.L.Jr., 1975. Trace elemental analysis of trace skeleton Amerindian populations at Dickinson Mounds. Ph. D. dissertation. University of Massachusetts, Amherst.
- Jun Yoshinaga and Tsuguyoshi Suzuki, 1989. Sex and age related variation in elemental concentrations of



- contemporary Japanese rib. *The Science of the Total Environment*, 79:209–221.
- Keith, A. 1929. Human skulls from ancient cemeteries in the Tarim Basin. *J. Anthropol. Inst., Bd.* 59:149–180.
- Lambert, J. B., C. B. Szpunar and J.E.Buikstra, 1979. Chemical analysis of excavated human bone from Middle and Late Woodland sites. *Archaeometry*, 21(2):115–129.
- Lambert, J.B., S.M.Vlasek, A.C.Thometz and J.E.Buikstra, 1982. A comparative study of the chemical analysis of ribs and femurs in Woodland populations. *Am.J. Phys. Anthropol.*, 59:289–294.
- Prasad, A.S. 1978. *Trace Elements and Iron in Human Metabolism*. Plenum Medical Book Company, New York.
- Schoeninger, M.J., 1979. Status at Chalcatzingo: Some empirical and technical aspects of strontium analysis. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 51:295–310.
- Sillen, A., 1981. Strontium and diet at Hayonim Cave. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 56:131–137.
- Szpunar C.B., J.B. Lambert and J.E. Buikstra, 1978. Analysis of excavated bone by atomic absorption. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 48:199–202.
- Toots, H. and M.R. Voorhies, 1965. Strontium in fossil bones and the reconstruction of food chains. *Science*, 149:854–855.
- Underwood, E.J., 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. Academic Press, New York.
- Wyckoff, R.W.G. and A.R. Doberentz, 1968. The strontium content of fossil teeth and bones. *Acta Geochim. Cosmochim.* 32:109–115.

## A CHEMICAL ELEMENT ANALYSIS OF BRONZE AGE HUMAN FEMURS IN CHINA

Zheng Xiaoying

(Institute of Population Research, Peking University, Beijing 100871)

**Key word** Human femur; Chemical elements; Bronze Age

### Abstract

Twenty-two chemical elements in human femurs of the late Bronze Age were determined by ICAP. They are ferrum(Fe), zincum(Zn), cuprum(Cu), fluorum(F), selenium(Se), calcium(Ca), phosphorum(P), niccolum(Ni), beryllium(Be), manganum(Mn), magnesium(Mg), strontium(Sr), molybdanium(Mo), yttrium(Y), chromium(Cr), cobaltum(Co), titanium(Ti), aluminium(Al), baryum(Ba), kalium(K), scandium(Sc), vanadium(V). This analysis established China's consult system of chemical elements analysis for ancient human bones. Results indicated that twenty of these chemical element, barely differed between the sexes. Only Co and Ti showed some differences. The content of some elements such Y, K, Cu, Sr, Ba and Se varied greatly with age. The contents of food-related elements were larger relatively for age but smaller for sex. The Sr, Zn, Mg and Mo con-

tent in the Bone decreased as age increased. The Zn content of bone in children was very low, while it was the highest during puberty. On the other hand the Cu content of children was high, and decreased with age, it began to increase again around age of 40. Ca content began to decrease from the age of 40, yet tended to increase from the age of 50. This phenomenon may be related to competition in absorption between Ca and Sr. There were no obvious rules regulating this shift for Mg and Zn. The late Bronze Age levels of Cu, Sr and Mo were higher than those of the early period, but Ca, on the other hand, tended to decrease. The Sr content among the ancient inhabitants of the Ganguya cemetery was high, but that of Cu and Zn was low. The value of Sr / Ca was higher than that in modern populations, but far lower than that in prehistoric ones. These results reveal that the ancient inhabitants in Ganguya primarily ate plant products with only a small amount of meats. In the later period the kinds of foods became more varied. The content of elements such as Cu, Mo, Sr and Ca was higher in varying degree than in early periods. We suggest that people began to cultivate plants such as beans and cereals or, alternatively people had discovered and were eating more kinds of wild beans and cereals.