

新疆于田流水墓地青铜时代人类颅骨 的非连续性特征研究

张建波^{1 2}, 巫新华³, 李黎明^{1 2},
金力^{1 2}, 李辉^{1 2}, 谭婧泽^{1 2}

(1. 复旦大学遗传工程国家重点实验室 现代人类学教育部重点实验室, 上海 200433;

2. 上海人类学学会, 上海 200433; 3. 中国社会科学院考古研究所, 北京 100710)

摘要: 新疆是欧亚大陆东西方人群交流的关键地带, 新疆人群是研究东西交流史的主要对象。本文对昆仑山北麓青铜时代的新疆于田流水墓地出土的20具颅骨进行了61项非连续性特征的观察, 对其中的20项非连续性特征与世界范围近代和现代人群进行频率数据的主成分分析, 计算样本间的史密斯生物学距离, 根据距离系数作邻接法聚类分析和多维尺度分析。结果显示, 于田流水墓地人群是一组欧亚混合的人群, 且与南亚人群有一定程度的相似性, 表明东西方人群的交流早在公元前1000年就存在于新疆西南昆仑山地区。

关键词: 非连续性特征; 于田; 体质人类学

中图法分类号: Q983

文献标识码: A

文章编号: 1000-3193 (2011) 04-0379-26

1 前言

人类颅骨非连续性特征 (Discontinuous traits), 有时也被称为“离散型性状” (Discrete traits) 或“形态小变异” (Morphological minor variants), 属于颅骨非测量特征中的一部分, 也是人类学研究的重要手段之一, 在探讨人群间关系方面具有重要的价值^[1-3]。颅骨非连续性特征大致归纳为四类: 1) 骨化不全变异 (Hypostotic variations), 如鼓板裂孔 (Tympanic dehiscence)、卵圆孔棘孔交通 (Ovale-spinosum confluence) 等; 2) 骨化过度变异 (Hyperostotic variations), 如外耳道骨肿 (Auditory exostosis)、髁突前结节 (Precondylar tubercle) 等; 3) 额外的骨缝和小骨变异 (Supernumerary suture or ossicle variations), 如额中缝 (Metopism)、人字点骨 (Ossicle at lambda) 等; 4) 供血管和神经通行的孔、管和沟变异 (Vessel and nerve related variations), 如眶上孔 (Supraorbital foramen)、副眶下孔 (Accessory infraorbital foramen) 等^[2]。但也有学者将额外的骨缝和小骨变异归类于骨化不全变异中^[3-10]。

Wood-Jones 等人研究了史前关岛人、夏威夷人和中国华北人的颅骨非连续性特征, 提出

收稿日期: 2010-06-22; 定稿日期: 2011-02-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (31071102); 上海市哲学社会科学规划课题 (2010BZH005)。

作者简介: 张建波 (1985-), 男, 复旦大学现代人类学教育部重点实验室硕士研究生, 主要从事体质人类学研究。

通讯作者: 谭婧泽, 女, 讲师, E-mail: tanjingze@gmail.com

以颅骨非连续性特征作为人类族群判别的可能标准^[11-14]。AC Berry 和 KJ Berry 通过研究来自 8 个不同地区的 585 具颅骨的 30 项表形变异发现,特定的群体中常见的表形变异出现的频率保持某种稳定,并且频率大小与相近的群体接近,变异的出现率在不同人群中几乎保持稳定反映了不同人群之间的遗传差异,非连续性特征在一定程度受基因控制,具有遗传性^[15]。Cheverud 等根据恒河猴研究的结果认为颅骨非连续性特征之遗传性高于测量性状^[16]。AC Berry 和 KJ Berry^[15]还对人类颅骨的一些非连续性特征作了严格的定义。Smith^[17]提出的由非连续性特征的出现频率来计算人群间亲缘关系,即人群间的生物学距离(Biological Distance)的公式。此后,Berry 定义的人类颅骨非连续性特征观察标准及群体间生物学距离的计算方法在国外人类学研究领域中得到了广泛的应用。上世纪 90 年代中期以来,Dodo,Hanihara 和 Ishida 等日本学者对日本和各大洲人骨的非连续性特征做了大量的研究,积累了十分丰富的非连续性特征数据^[5-9,18,19]。

国内学者对人类颅骨非连续性特征的研究始于 20 世纪 80 年代末^[2,3,20,21],目前相关研究数量不多,有学者尝试用非连续性特征研究中国古代人群与周边人群的关系^[22-26],但目前的研究存在比较项目少和样本数量较小的问题。本研究把中国新疆于田样本置于世界人群样本中应用多元统计方法进行比较分析,探索性地研究新疆于田流水墓地青铜时代人群与周边地区人群间的关系,并进一步验证颅骨测量性状的研究结果。

2 材料与方 法

2.1 研究材料

2002 年 7—8 月,中国社会科学院考古研究所新疆考古队在昆仑山北麓考察古代玉石之路时,在新疆和田地区于田县阿羌乡流水村附近,发现了一片青铜时代古墓地,并于 2003 年对其中的 8 座墓葬进行了正式考古发掘。该墓地基点(中心点)地理坐标为北纬 36°14′41.9″,东经 81°43′23″,海拔为 2850m^[27]。

所发现的墓葬皆由石围或石堆与竖穴土坑状墓室两部分构成,方向基本上朝东,偏差在 10°—20°之间^[27]。墓葬中出土有大量的陶器,陶器表面多有角纹、弦纹、菱形纹、网纹和波纹等的刻划纹饰,这是首次在新疆境内发现的以单纯的刻划纹为主的陶器形制。还出土有风格各异的铜刀、铜扣、铜镞、铜马具,和耳坠、手镯、铜镜等的铜质装饰品,以及石器、玉器、金器、骨角器和铁器等随葬品^[27]。

于田流水墓地位于昆仑山北部中段,正处于中西文化交流通道的关键点^[27]。流水墓地南临克里雅河,西傍流水河,北靠阿克布拉克台地数个水量丰沛的泉眼,北部是广阔的缓坡山地草场,十分适合人类生活。考古学者认为,优越的地理位置,丰沛的水源和牧场,流水墓地很可能是一处长期或反复使用的墓地^[27]。所采集的人骨样品进行¹⁴C 测年为距今 2950 ± 50 年,木炭样品测年分别为距今 2980 ± 50、2640 ± 80、2890 ± 40 和 2950 ± 40 年。综合分析推测,流水墓地所代表的考古学文化年代应在公元前 1000 年前后^[27]。

2003 年发掘的于田流水墓地共出土 21 具人骨,去除一具性别不明的未成年人骨,可进行非测量观察的颅骨有 20 具,其中 12 具为男性,8 具为女性。

2.2 研究方法

本文所观察的人类颅骨非连续性特征主要依据的是 Birkby^[28]介绍的定义和观察方法,

并参考了 Dodo^[29-31] 和 Hanihara and Ishida^[4-10] 的观察标准, 本文观察了 61 项颅骨非连续性特征, 记录为存在和不存在。

本研究选取了其中的 20 项特征, 与 Hanihara and Ishida^[6-9] 发表的亚洲、北极、欧洲和北非的 53 个人群进行频率的比较分析, 在此基础上又应用 Fisher 精确检验法对于田与 12 个大区域群体进行差异显著性的统计学检验, 以确定于田与 12 个大区域群体之间在这 20 项特征上是否具有显著性差异及差异程度。然后应用多元统计方法, 比较分析于田与 53 个人群及大区域人群之间的关系。仅考虑性状的出现频率进行主成分分析 (Principal component analysis/PCA); 计算样本两两之间的史密斯生物学距离 (Smith's mean measure of divergence/MMD)^[32, 33], 并对 MMD 矩阵应用邻接法聚类分析 (Neighbor-Joining/NJ)^[34] 和多维尺度 (Multidimensional scaling/MDS) 分析。

MMD 的计算方法采用 Green 和 Suchey 提出的校正公式^[32, 35]:

$$\text{MMD} = \frac{\sum_{i=1}^r ((\theta_{1i} - \theta_{2i})^2 - (1/(n_{1i} + 1/2) + 1/(n_{2i} + 1/2)))}{r}$$

r = 不相关性状的数目

θ = 角度转换, 样本观察性状的出现率 p 是群体观察性状出现率 P 的无偏估计。

$$\theta = \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(1 - \frac{2k}{n+1} \right) + \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(1 - \frac{2(k+1)}{n+1} \right)$$

k = 观察到“ i ”性状的个体数

n = 观察“ i ”性状的样本量

计算过程中, 由于某些群体的样本量小, 校正系数 $[-(1/(n_{1i} + 1/2) + 1/(n_{2i} + 1/2))]$ 偏大, MMD 出现负值, 此时把 MMD 设为 0^[19, 36]。

3 结 果

3.1 颅骨非连续性特征的调查与频率比较

本研究中每个个体的年龄和性别的判定主要依据《人体测量方法》中的指标^[37]。为了与其他学者的数据进行比较分析, 未成年人 (0—15 岁) 的颅骨非连续性特征数据未参与出现频率的统计分析, 只统计了大于或等于 15 岁以上的成年人的非变形颅骨的 61 项颅骨非连续性特征的出现频率 (表 1)。由于样本量小, 我们把男女性别和左右侧别合并, 在群体水平上做进一步分析^[5-9, 29-31, 38]。

对表 1 的出现频率进行分析, 于田人骨的 61 项非连续性特征性状中, 不同性状出现频率的差异比较大, 按高低可分为三种类型。

(1) 高频率类型 (60%—100%): 副腭小孔中除一个个体无法辨别外, 其余 19 个个体均双侧出现, 出现率为 100%; 腭圆枕、下颌圆枕、颧面孔、眶上切迹、髁后孔、亨利棘等 6 项性状的出现率均在 80% 以上; 硬膜眼窝孔、顶孔、颊后孔、乳突孔缺如和维萨利斯孔等 5 项性状的出现率在 60%—80% 之间, 属高频率。

(2) 中等频率类型 (30%—60%): 人字缝骨、枕乳缝间骨、副颧面孔、眶上孔、额孔、眶上神经孔、乳突孔、缝外乳突孔、鼓板裂孔、开放棘孔、副下颌孔、眶上神经沟、眶下孔缝、顶孔缺

表 1 于田流水墓地人骨非连续性特征观察汇总
Tab. 1 Cranial nonmetric data of Liushui Graveyard

序号	非连续性特征	男性				女性				出现数 样本数	P
		OL	RO	RL	OO	OL	RO	RL	OO		
1	外耳道骨肿 Auditory exostosis (AUDE) (> 1mm)	0	0	0	12	0	0	0	7	0/20	0.0000
2	腭圆枕 Palatine torus(PALT)	-	-	10	2	-	-	7	0	17/19	0.8947
3	下颌圆枕 Mandibular torus(MANT)	0	1	9	1	0	0	5	1	15/17	0.8824
4	囱门骨 Bregmatic ossicle(BREO)	-	-	1	10	-	-	0	8	1/19	0.0526
5	冠缝骨 Coronal ossicle(CORO)	0	0	0	11	1	0	0	7	1/20	0.0500
6	人字点骨 Ossicle at lambda(OSSL)	-	-	1	11	-	-	1	6	2/19	0.1053
7	人字缝骨 Lambdoid ossicle(LAMO)	1	0	2	9	1	1	1	4	6/20	0.3000
8	印加骨 Inca bone(INCB)	-	-	0	12	-	-	0	7	0/19	0.0000
9	枕乳缝间骨 Occipito-mastoid bone (OCMB)	0	0	2	10	2	1	1	3	6/19	0.3158
10	星点骨 Asterionic bone(ASTB)	1	0	1	10	0	2	0	4	4/20	0.2000
11	顶切迹骨 Parietal notch bone(PANB) (> 5mm)	0	0	0	12	1	3	0	3	4/20	0.2000
12	颞鳞骨 Temporo-Squamous ossicle (TESO)	0	1	0	11	0	0	0	6	1/20	0.0500
13	翼上骨 Epipterice bone(EPIB)	0	2	0	10	0	1	1	5	4/20	0.2000
14	日本人骨 Os Japonicus(OSJA)	0	0	0	12	0	0	0	7	0/20	0.0000
15	硬膜眼窝孔 Meningo-orbital foramen (MEOF)	4	1	2	5	2	2	2	1	13/19	0.6842
16	副眶下孔 Accessory infraorbital foramen (ACIF)	1	0	0	11	1	0	1	5	3/20	0.1500
17	颧面孔 Zygomatico-facial foramen(ZYFF)	1	0	10	0	1	0	4	1	16/20	0.8000
18	副颧面孔 Accessory zygomatico-facial foramen(AZFF)	3	1	2	5	1	0	1	5	8/20	0.4000
19	眶上孔 Supraorbital foramen(SUPF)	1	3	0	8	0	2	3	3	9/20	0.4500
20	眶上切迹 Supra-orbital notch(SUON)	3	1	8	0	2	0	3	3	17/20	0.8500
21	滑车上骨刺 Supra-trochlear spine(SUTS)	0	0	0	12	0	0	1	6	1/20	0.0500
22	额切迹 Frontal notch(FRON)	0	0	0	12	1	0	2	5	3/20	0.1500
23	额孔 Frontal foramen(FROF)	0	2	0	10	1	2	2	2	7/20	0.3500
24	眶上神经孔 Supraorbital nerve foramen (SUNF)	1	3	0	8	0	2	3	3	9/20	0.4500
25	顶孔 Parietal foramen(PARF)	1	3	6	2	1	2	2	2	15/20	0.7500
26	乳突孔 Mastoid foramen(MASF)	2	0	3	6	0	1	1	3	7/18	0.3889
27	缝外乳突孔 Mastoid foramen extra-sutural (MFES)	1	2	2	7	0	0	2	4	7/20	0.3500
28	二分舌下神经管 Hypoglossal canal bridging(HYCB)	0	1	2	8	1	0	0	7	4/20	0.2000
29	鼓板裂孔 Tympanic dehiscence(TYMD) (> 1mm)	0	3	1	8	2	0	0	5	6/20	0.3000
30	翼棘孔 Pterygo-spinous foramen(PTSE)	0	0	0	12	0	0	0	6	0/19	0.0000
31	赫依特孔 Foramen of Hyrtl(FOOH)	0	0	0	12	0	0	0	6	0/19	0.0000
32	开放棘孔 Foramen spinosum open (FOSO)	0	2	1	9	2	1	0	3	6/19	0.3158
33	不完全卵圆孔 Foramen ovale incomplete (FOOI)	2	1	0	9	0	0	0	6	3/18	0.1667

续表 1 于田流水墓地人骨非连续性特征观察汇总

Tab. 1 Cranial nonmetric data of Liushui Graveyard

序号	非连续性特征	男性				女性				出现数 样本数	P
		OL	RO	RL	OO	OL	RO	RL	OO		
34	颊后孔 Posterior malar foramen(POMF)	0	4	4	4	2	0	3	2	13/20	0.6500
35	副腭小孔 Accessory lesser palatine foramen(ALPF)	0	0	12	0	0	0	7	0	19/19	1.0000
36	副颏孔 Accessory mental foramen(ACMF)	1	1	0	8	0	0	0	6	2/16	0.1250
37	副下颌孔 Accessory mandibular foramen(ACCM)	2	0	1	7	1	0	1	4	5/16	0.3125
38	髁后孔 Condylar canal patent(COCP)	1	2	9	0	1	1	2	3	16/20	0.8000
39	额中缝 Metopism(METO) (>1/2)	-	-	2	10	-	-	1	7	3/20	0.1500
40	额颞结合 Fronto-temporal articulation(FRTA)	0	0	1	11	0	0	0	7	1/20	0.0500
41	眶上神经沟 Supraorbital nerve groove(SUNG) (>10mm)	0	1	2	9	2	0	2	4	7/20	0.3500
42	眶下孔缝 Infraorbital suture(INFS)	0	0	5	7	1	0	3	3	9/20	0.4500
43	岩鳞缝 Petrosquamous suture(PETS)	0	0	1	11	0	0	2	4	3/20	0.1500
44	亨利棘 Spine of Henle(SPOH)	0	0	12	0	1	1	5	1	19/20	0.9500
45	成对髁突面 Condylar facet double(COFD)	0	0	0	10	1	0	0	6	1/19	0.0526
46	髁突前结节 Precondylar tubercle(PRET)	1	0	0	10	1	0	2	4	4/19	0.2105
47	咽窝 Pharyngeal fossa(PHAF)	-	-	2	10	-	-	3	4	5/19	0.2632
48	旁髁突 Paracondylar process(PARP)	1	0	0	10	0	0	0	6	1/17	0.0588
49	舌骨线桥 Mylohyoid bridging(MYLB)	0	1	1	8	0	0	0	6	2/16	0.1250
50	颧面孔缺如 Zygomatico-facial foramen absent(ZFFA)	0	2	0	10	2	0	0	5	4/20	0.2000
51	顶孔缺如 Parietal foramen absent(PAFA)	3	1	2	6	2	1	2	2	11/20	0.5500
52	乳突孔缺如 Mastoid foramen absent(MAFA)	0	1	6	3	3	0	2	2	12/18	0.6667
53	髁管闭锁 Condylar canal absent(COCA)	2	1	0	9	0	1	3	2	7/20	0.3500
54	枕横缝残存 Biasterionic suture(BIAS) (>10mm)	1	1	0	10	1	0	1	4	4/20	0.2000
55	左行矢状窦沟 Sagittal sinus groove left(SSGL)	-	-	5	7	-	-	2	5	7/19	0.3684
56	颈静脉孔骨桥 Jugular foramen bridging(JUFB)	0	0	1	8	0	0	0	6	1/18	0.0556
57	床状突起间骨桥 Clinoid bridging(CLIB)	0	0	0	11	0	0	0	6	0/17	0.0000
58	维萨利斯孔 Foramen of Vesalius(FOOV)	1	0	8	3	1	1	2	2	13/18	0.7222
59	颊骨后裂 Transverse zygomatic suture vestige(TZSV) (>5mm)	0	0	1	11	1	0	0	6	2/20	0.1000
60	内侧腭管 Medial palatine canal(MEPC)	0	0	0	11	0	0	0	7	0/19	0.0000
61	卵圆孔棘孔交通 Ovale-spinosum confluence(OVSC)	1	0	0	11	0	0	0	6	1/19	0.0526

注: 1: OL 仅左侧出现, RO 仅右侧出现, RL 两侧同时出现, OO 两侧缺失。2: 眶上神经孔(Supraorbital nerve foramen) 指所有通向眶腔内的完整的孔, 眶上孔(Supra-orbital foramen) 和额孔(Frontal foramen) 有时单独出现, 有时同时出现。当眶上孔与额孔同时出现时, 只记出现一次。滑车上孔极少单独出现。

表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Tab. 2 Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples

序号	比较项	东 亚										阿伊努			
		新疆于田		中国北方		中国南方		日本		北海道阿伊努		萨哈林阿伊努			
		N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P		
1)	外耳道骨肿 Auditory exostosis (> 1mm)	20	0.0000	166	0.0000	86	0.0116	171	0.0000	259	0.0193	104	0.0000		
2)	人字点骨 Ossicle at lambda (OSSL)	19	0.1053	158	0.1329	86	0.2326	157	0.0764	244	0.0082	102	0.0098		
3)	枕乳缝间骨 Occipito-mastoid bone (OCMB)	19	0.3158	163	0.2025	86	0.3256	170	0.1412	254	0.1693	101	0.2475		
4)	星点骨 Asterionic ossicle	20	0.2000	164	0.1463	86	0.3372	171	0.1520	257	0.1323	104	0.1538		
5)	顶切迹骨 Parietal notch bone (> 5mm)	20	0.2000	165	0.3212	85	0.4353	169	0.2840	256	0.1836	104	0.3269		
6)	副眶下孔 Accessory infraorbital foramen (ACIF)	20	0.1500	165	0.2061	93	0.3871	171	0.2456	204	0.1373	90	0.3000		
7)	二分舌下神经管 Hypoglossal canal bridging (HYCB)	20	0.2000	166	0.2048	92	0.1087	172	0.1686	253	0.3557	103	0.3204		
8)	鼓板裂孔 Tympanic dehiscence (TYMD) (> 1mm)	20	0.3000	165	0.4909	93	0.3656	172	0.3198	258	0.2636	104	0.3365		
9)	副颞孔 Accessory mental foramen (ACMF)	16	0.1250	89	0.1798	46	0.0870	144	0.1250	188	0.2234	84	0.2381		
10)	髁后孔 Condylar canal patent (COCP)	20	0.8000	163	0.8896	92	0.8913	172	0.9070	248	0.9315	102	0.8333		
11)	额中缝 Metopism (> 1/2)	20	0.1500	166	0.0843	93	0.0860	172	0.0756	253	0.0237	103	0.0000		
12)	髁突前结节 Precondylar tubercle (PRET)	19	0.2105	163	0.1166	80	0.1625	171	0.0585	242	0.0785	98	0.1122		
13)	旁髁突 Paracondylar process (PARP)	17	0.0588	166	0.0060	80	0.0125	172	0.0000	245	0.0449	100	0.0200		
14)	舌骨线桥 Mylohyoid bridging (MYLB)	16	0.1250	89	0.0449	46	0.0870	143	0.0699	191	0.1780	86	0.0814		
15)	枕横缝残存 Biastertionic suture vestige (> 10mm)	20	0.2000	165	0.1273	86	0.2442	169	0.1243	259	0.1042	104	0.1442		
16)	颈静脉孔骨桥 Jugular foramen bridging (JUFB)	18	0.0556	166	0.1024	85	0.1176	172	0.0988	94	0.1383	103	0.1262		
17)	颞骨后裂 Transverse zygomatic suture vestige (TZSV) (> 5mm)	20	0.1000	161	0.1304	93	0.0968	164	0.1037	208	0.2500	95	0.2211		
18)	内侧腭管 Medial palatine canal (MEPC)	19	0.0000	163	0.0429	93	0.0645	169	0.1243	211	0.2227	100	0.0500		
19)	卵圆孔棘孔交通 Ovale-spinosum confluence (OVSC)	19	0.0526	166	0.0301	86	0.0698	172	0.0407	249	0.0763	104	0.0962		
20)	眶上神经孔 Supraorbital nerve foramen (SUNF)	20	0.4500	166	0.6145	92	0.5652	171	0.5205	249	0.2610	104	0.4519		

续表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Tab. 2 Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples

序号	东南亚																						
	缅甸		东南亚内陆		爪哇		菲律宾		婆罗洲		巽他群岛		安达曼/尼可巴		东南亚矮黑人								
	Myanmar	N	P	Mainland SE Asians	N	P	Javanese	N	P	Philippines	N	P	Borneans	N	P	Lesser Sunda	N	P	Andamanese/Nicobarese	N	P	Negritos	N
1)	188	0.0000	180	0.0000	134	0.0075	219	0.0046	149	0.0268	67	0.0000	123	0.0000	36	0.0000							
2)	187	0.0802	180	0.1056	133	0.0526	216	0.1204	145	0.0897	67	0.1045	121	0.1074	36	0.0278							
3)	189	0.3016	180	0.2889	134	0.2463	219	0.3105	147	0.3401	66	0.3788	123	0.1382	36	0.3333							
4)	188	0.2287	180	0.2944	134	0.2910	219	0.2785	149	0.3423	67	0.2985	123	0.2439	36	0.1389							
5)	185	0.2811	180	0.2611	134	0.2836	218	0.3119	151	0.4768	67	0.2239	123	0.3252	36	0.3889							
6)	185	0.1622	188	0.2926	132	0.3030	218	0.2706	154	0.2662	66	0.3182	118	0.0847	35	0.2000							
7)	189	0.1905	190	0.1421	135	0.2000	214	0.2009	147	0.2177	65	0.1231	122	0.1639	34	0.1471							
8)	188	0.3138	192	0.3490	136	0.3824	219	0.3470	157	0.2293	67	0.3433	123	0.2927	36	0.5833							
9)	51	0.1176	140	0.1143	115	0.0696	83	0.1084	101	0.1188	45	0.0667	77	0.0909	26	0.1154							
10)	188	0.8404	190	0.8526	135	0.8741	214	0.8224	146	0.9178	65	0.8000	122	0.7705	34	0.7941							
11)	189	0.0212	192	0.0365	137	0.0584	217	0.0276	156	0.0513	65	0.0462	123	0.0488	36	0.0000							
12)	188	0.1064	173	0.0636	130	0.0615	206	0.0631	131	0.1221	65	0.0462	120	0.1083	34	0.0294							
13)	188	0.0106	173	0.0231	130	0.0154	204	0.0294	132	0.0303	66	0.0000	120	0.0083	34	0.0294							
14)	51	0.0784	140	0.0857	116	0.1207	83	0.0602	101	0.0891	46	0.1522	77	0.0519	26	0.0000							
15)	188	0.1809	180	0.1833	134	0.1269	218	0.2018	146	0.2603	67	0.2388	123	0.1626	36	0.2222							
16)	188	0.0691	179	0.0894	132	0.1591	215	0.1674	143	0.0979	66	0.0758	122	0.0820	34	0.1176							
17)	188	0.1170	189	0.0582	132	0.1061	217	0.0829	160	0.0867	67	0.0746	116	0.0862	36	0.0286							
18)	187	0.0749	187	0.0802	132	0.0758	215	0.0744	150	0.0667	67	0.1791	115	0.0609	35	0.1143							
19)	189	0.0265	180	0.0778	132	0.0606	217	0.0599	148	0.0946	67	0.0597	123	0.0813	35	0.1429							
20)	189	0.4127	192	0.4792	137	0.4964	218	0.4495	157	0.4076	67	0.4030	123	0.4959	36	0.3889							

续表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples (cont.)

序号	东北亚																			
	蒙古人		布里亚特人		黑龙江流域		贝加尔新石器时代		雅库特		埃克文		楚克奇		阿留申		亚洲爱斯基摩人		格陵兰爱斯基摩人	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
1)	183	0.0000	150	0.0133	165	0.0061	81	0.0370	64	0.0313	110	0.0000	73	0.0000	117	0.0000	132	0.0076	166	0.0181
2)	178	0.1236	147	0.1293	155	0.0387	69	0.1014	63	0.0952	109	0.0550	73	0.0548	116	0.1034	130	0.0615	166	0.0602
3)	181	0.1326	137	0.1387	148	0.1622	62	0.1452	63	0.1587	103	0.1942	67	0.2687	108	0.1019	119	0.1681	165	0.1152
4)	181	0.1326	144	0.1319	160	0.2063	71	0.1549	65	0.0923	109	0.1101	73	0.1644	114	0.1304	131	0.1679	166	0.1084
5)	181	0.2486	142	0.1549	162	0.1481	71	0.2113	65	0.2000	108	0.3056	73	0.2603	116	0.1034	132	0.2197	166	0.2590
6)	177	0.1808	150	0.1533	155	0.2516	63	0.3016	64	0.1406	98	0.1735	70	0.3143	106	0.2736	128	0.3594	164	0.3598
7)	181	0.1934	151	0.2185	165	0.2303	75	0.2800	64	0.2500	104	0.3173	73	0.2603	107	0.2804	128	0.3203	166	0.2651
8)	183	0.3934	150	0.5800	164	0.3232	80	0.2126	65	0.5077	110	0.4545	73	0.4247	117	0.5043	132	0.5000	167	0.3713
9)	108	0.2407	124	0.1855	104	0.1923	66	0.1364	56	0.2321	92	0.1087	27	0.1852	71	0.0986	41	0.1951	76	0.1711
10)	180	0.7556	149	0.8658	163	0.7546	54	0.9074	63	0.7778	96	0.8854	72	0.8333	105	0.9238	128	0.9531	166	0.9398
11)	183	0.0492	151	0.0530	166	0.0000	81	0.0123	65	0.0462	111	0.0270	74	0.0270	117	0.0256	132	0.0455	167	0.0060
12)	180	0.1278	148	0.1824	159	0.0440	68	0.0882	64	0.1250	99	0.0000	66	0.0455	105	0.0571	119	0.0756	163	0.0184
13)	180	0.0111	149	0.0000	160	0.0188	72	0.0556	65	0.0308	102	0.0000	73	0.0137	106	0.0189	127	0.0000	165	0.0061
14)	107	0.0748	124	0.1371	105	0.0762	64	0.0781	56	0.0714	92	0.1522	27	0.3333	69	0.3913	40	0.2250	76	0.1711
15)	183	0.1694	148	0.1622	164	0.1037	70	0.1000	65	0.1538	110	0.1364	74	0.1216	115	0.0957	131	0.1450	165	0.3212
16)	74	0.2973	149	0.1409	162	0.1852	60	0.1500	64	0.1250	100	0.1000	25	0.2800	49	0.1633	130	0.2231	165	0.1818
17)	171	0.1228	146	0.1164	152	0.1382	66	0.1818	63	0.0952	104	0.0769	68	0.0588	98	0.2143	124	0.0323	157	0.1019
18)	172	0.0640	144	0.0556	152	0.0395	72	0.0139	63	0.0794	104	0.0288	67	0.0299	112	0.0536	119	0.0000	164	0.0305
19)	183	0.0437	151	0.0530	166	0.0241	74	0.0405	65	0.0308	108	0.0648	72	0.0694	112	0.0714	129	0.1163	166	0.0542
20)	183	0.5683	151	0.7020	166	0.7048	79	0.6709	65	0.7231	111	0.6577	74	0.7973	117	0.7179	132	0.7348	167	0.7006

续表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples (cont.)

序号	东北印度												南亚												中亚												西亚			
	西藏/Nepalese				阿萨姆/锡金				孟加拉/比哈尔				印度南部				印度西北部				阿富汗				中亚塔加拉				哈萨克族				以色列				土耳其/塞浦路斯			
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P				
1)	125	0.0000	64	0.0000	124	0.0000	124	0.0000	180	0.0000	174	0.0115	44	0.0000	146	0.0068	120	0.0500	109	0.0000	63	0.0952																		
2)	123	0.1463	63	0.1587	124	0.1774	180	0.2778	180	0.2778	175	0.1714	42	0.1667	143	0.1748	114	0.1667	109	0.1193	63	0.0952																		
3)	123	0.2683	63	0.3333	124	0.1532	178	0.1517	173	0.1329	173	0.1329	43	0.1163	134	0.0896	115	0.1217	108	0.1481	62	0.1452																		
4)	124	0.2661	63	0.3333	124	0.1774	179	0.1844	173	0.1965	173	0.1965	43	0.0698	143	0.1888	120	0.1833	108	0.3241	62	0.3226																		
5)	124	0.4758	63	0.3651	124	0.2823	179	0.2682	174	0.2586	174	0.2586	44	0.1136	142	0.1972	119	0.1681	109	0.2018	63	0.1270																		
6)	122	0.0984	65	0.2154	123	0.0976	184	0.1141	184	0.1141	167	0.0958	43	0.2093	142	0.1408	120	0.1917	100	0.1400	58	0.2069																		
7)	123	0.1463	65	0.2154	124	0.2419	181	0.2320	181	0.2320	173	0.2659	43	0.1395	129	0.3101	120	0.3083	84	0.1310	53	0.3962																		
8)	124	0.3710	65	0.3846	124	0.2903	184	0.3207	184	0.3207	174	0.3218	44	0.2273	145	0.3586	120	0.4000	109	0.1651	62	0.2097																		
9)	65	0.0615	49	0.1020	77	0.0909	95	0.0947	95	0.0947	87	0.0805	32	0.1250	95	0.2316	118	0.3136	15	0.0000	15	0.2000																		
10)	121	0.8182	64	0.7969	123	0.8455	181	0.8895	181	0.8895	174	0.8851	41	0.8293	128	0.7969	118	0.7542	98	0.7245	55	0.8182																		
11)	125	0.0720	65	0.0923	124	0.0161	184	0.0326	184	0.0326	175	0.0743	44	0.0455	147	0.0340	120	0.0333	110	0.0727	63	0.0794																		
12)	119	0.0924	65	0.0769	121	0.0992	176	0.0739	176	0.0739	170	0.1000	43	0.1163	123	0.0407	120	0.1500	107	0.0935	54	0.2037																		
13)	119	0.0168	65	0.0154	121	0.0165	176	0.0398	176	0.0398	171	0.0175	43	0.0000	123	0.0000	120	0.0167	106	0.0000	56	0.0179																		
14)	65	0.1231	49	0.2041	77	0.0519	95	0.0737	95	0.0737	87	0.0460	32	0.1250	94	0.1064	118	0.1017	30	0.0667	15	0.1333																		
15)	124	0.2258	63	0.3333	124	0.1774	180	0.1889	180	0.1889	175	0.2114	44	0.2273	144	0.0764	120	0.0750	109	0.2752	63	0.1746																		
16)	123	0.0976	64	0.1094	124	0.0968	177	0.0791	177	0.0791	174	0.0575	42	0.1190	123	0.1870	120	0.1583	103	0.1456	53	0.2641																		
17)	122	0.1311	64	0.0781	123	0.0488	178	0.0393	178	0.0393	169	0.0473	44	0.0909	135	0.0222	119	0.0756	90	0.0778	54	0.0000																		
18)	122	0.0410	65	0.0615	123	0.0325	182	0.0549	182	0.0549	166	0.0181	43	0.0698	138	0.0362	119	0.0504	95	0.0526	58	0.1724																		
19)	123	0.0488	64	0.0156	124	0.0242	178	0.0562	178	0.0562	175	0.0343	43	0.0465	142	0.0282	120	0.0167	106	0.0660	63	0.0317																		
20)	125	0.4320	65	0.4462	124	0.4677	184	0.4457	184	0.4457	175	0.3943	44	0.2727	148	0.5676	120	0.6000	110	0.3000	62	0.3710																		

续表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples (cont.)

序号	欧洲															
	俄罗斯		希腊		东欧		意大利		芬兰/乌拉尔		北欧		德国		法国	
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
1)	121	0.0331	64	0.0000	101	0.0000	202	0.0149	81	0.0000	65	0.0000	70	0.0000	108	0.0000
2)	119	0.1681	68	0.1324	101	0.1782	202	0.1980	79	0.2152	65	0.1231	71	0.0845	106	0.1415
3)	118	0.0339	66	0.1515	101	0.0792	200	0.0950	79	0.1139	65	0.0769	70	0.0714	105	0.0857
4)	121	0.1322	67	0.2537	101	0.1584	200	0.2100	79	0.2911	65	0.3692	70	0.2429	104	0.1635
5)	120	0.1750	66	0.1667	101	0.1584	201	0.1990	81	0.2099	65	0.2000	70	0.2286	105	0.1429
6)	120	0.1000	64	0.1719	119	0.2353	195	0.1949	80	0.2750	64	0.2188	71	0.3239	104	0.2019
7)	120	0.3333	61	0.2459	124	0.2984	190	0.3000	79	0.2911	65	0.2923	70	0.1571	95	0.3263
8)	121	0.4711	66	0.1970	124	0.1532	202	0.2277	81	0.1975	65	0.1846	70	0.2000	108	0.2315
9)	103	0.1942	24	0.0833	68	0.0441	114	0.0614	37	0.1081	33	0.1515	51	0.1176	23	0.0870
10)	118	0.9068	60	0.8333	122	0.8525	191	0.8010	78	0.8077	65	0.7846	70	0.7429	95	0.8526
11)	121	0.0413	70	0.1286	124	0.0726	204	0.0980	81	0.0494	65	0.0462	71	0.1127	108	0.1204
12)	120	0.1083	62	0.1613	101	0.1386	185	0.0811	78	0.0769	65	0.1231	70	0.0429	96	0.0625
13)	120	0.0083	62	0.0323	101	0.0099	183	0.0164	78	0.0128	65	0.0000	70	0.0143	96	0.0313
14)	103	0.0777	24	0.0833	68	0.1324	113	0.1239	37	0.2432	33	0.2424	51	0.1961	23	0.1304
15)	121	0.1983	68	0.1176	101	0.2871	200	0.2300	79	0.2405	65	0.2154	71	0.2254	105	0.2190
16)	36	0.1667	62	0.1935	101	0.1782	190	0.1895	80	0.1875	65	0.1692	70	0.1429	92	0.1957
17)	118	0.0339	61	0.0656	119	0.0588	191	0.0262	80	0.0250	64	0.0469	71	0.0000	102	0.0294
18)	120	0.0417	63	0.0635	119	0.0672	194	0.0979	80	0.0000	62	0.0645	70	0.0429	99	0.0505
19)	121	0.0083	67	0.0149	101	0.0693	202	0.0000	80	0.0250	65	0.0154	70	0.0143	104	0.0288
20)	121	0.3884	69	0.4493	124	0.3790	204	0.3480	81	0.3951	65	0.3385	71	0.4085	108	0.4444

续表 2 于田与世界 53 个样本的 20 项非连续性特征比较
Frequency distribution for the 20 cranial nonmetric traits in 54 samples (cont.)

序号	英联邦												北非												
	英联邦恩赛		英联邦雷普顿		英联邦彭布里		英联邦斯毕 1		英联邦斯毕 2		北非鲍道里		北非涅加达		北非吉萨		北非凯尔马		北非努比亚 1		北非努比亚 2		北非摩洛哥		
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
1)	114	0.0000	57	0.0000	168	0.0060	261	0.0077	101	0.0000	57	0.0000	186	0.0054	184	0.0217	226	0.0044	88	0.0000	140	0.0214	32	0.0000	
2)	114	0.1930	57	0.1404	166	0.1807	249	0.1004	102	0.2059	57	0.1930	187	0.1176	181	0.1492	225	0.1200	88	0.1136	136	0.1324	32	0.2500	
3)	113	0.0531	54	0.0741	162	0.0311	247	0.0283	101	0.0297	55	0.2000	183	0.1530	183	0.1585	219	0.1644	86	0.1512	135	0.1111	31	0.0645	
4)	113	0.1150	55	0.1273	163	0.2025	254	0.1220	101	0.2772	57	0.2982	186	0.1828	183	0.2077	224	0.2277	87	0.2529	135	0.2667	32	0.2500	
5)	114	0.2807	56	0.1429	164	0.1951	258	0.1938	101	0.2079	57	0.2807	185	0.1946	183	0.2350	222	0.2027	87	0.1379	137	0.1241	32	0.3438	
6)	110	0.1636	47	0.2340	162	0.1358	240	0.1083	102	0.1961	49	0.0612	184	0.1848	180	0.2278	208	0.1010	85	0.0588	131	0.1603	27	0.2222	
7)	112	0.3304	47	0.2340	161	0.2547	258	0.2946	101	0.2376	53	0.3208	183	0.2951	184	0.3315	206	0.2718	82	0.2439	136	0.3235	29	0.3793	
8)	114	0.2895	57	0.1228	168	0.2262	262	0.2137	100	0.0900	57	0.1754	185	0.2162	184	0.2989	227	0.3172	88	0.1591	140	0.1071	32	0.3750	
9)	104	0.0385	24	0.1250	160	0.0438	247	0.0688	112	0.0446	47	0.0851	99	0.1010	126	0.1508	109	0.0917	9	0.1111	48	0.1250	15	0.2667	
10)	111	0.7117	48	0.6250	151	0.7483	254	0.7323	101	0.7030	51	0.8235	180	0.8611	184	0.7880	201	0.8159	80	0.8625	136	0.7941	29	0.7586	
11)	115	0.1826	58	0.0517	168	0.1607	262	0.1183	102	0.1373	57	0.0702	187	0.0535	184	0.0489	227	0.0396	88	0.0114	140	0.0500	32	0.2188	
12)	111	0.0901	44	0.1818	161	0.0994	255	0.0941	100	0.1400	51	0.0980	183	0.1093	183	0.1475	198	0.0859	82	0.0976	135	0.1111	26	0.0769	
13)	111	0.0000	44	0.0000	159	0.0126	253	0.0119	100	0.0100	48	0.0000	183	0.0055	184	0.0000	198	0.0101	82	0.0000	135	0.0148	27	0.0000	
14)	104	0.1250	24	0.2500	159	0.1132	243	0.2551	112	0.1696	47	0.1064	99	0.1616	126	0.1825	110	0.1455	9	0.0000	48	0.1667	15	0.0667	
15)	113	0.3274	56	0.1818	166	0.2530	253	0.1937	102	0.2059	57	0.0702	187	0.1711	183	0.1530	224	0.1741	88	0.1932	134	0.1567	32	0.2813	
16)	112	0.1607	48	0.0625	155	0.1613	252	0.1865	100	0.1000	52	0.3654	176	0.3125	182	0.2967	198	0.3182	81	0.2963	133	0.1955	28	0.2143	
17)	113	0.0265	53	0.0189	165	0.0121	245	0.0245	102	0.0098	52	0.0769	183	0.0328	181	0.0884	218	0.0183	76	0.0263	131	0.0534	29	0.1724	
18)	112	0.0536	51	0.0392	166	0.0361	253	0.0514	102	0.0294	53	0.2453	182	0.1923	178	0.1292	206	0.1942	86	0.1047	130	0.1385	27	0.1111	
19)	109	0.1560	52	0.0577	158	0.0570	257	0.0156	102	0.0098	53	0.0377	184	0.0543	184	0.0109	219	0.0320	88	0.0341	139	0.0072	30	0.0667	
20)	115	0.3478	58	0.4138	168	0.3690	257	0.3930	102	0.4118	57	0.2982	187	0.3690	184	0.3750	227	0.3656	89	0.4719	140	0.4500	32	0.4063	

如、髁管闭锁、左行矢状窦沟等 16 项性状的出现率在 30%—60% 之间,属中等频率。

(3) 低频率类型(0—30%):外耳道骨肿、印加骨、日本人骨、翼棘孔、赫依特孔、床状突起间骨桥、内侧腭管等 7 项性状的出现率为 0; 凶门骨、冠缝骨、颞鳞骨、滑车上骨刺、额颞结合、成对髁突面、旁髁突、颈静脉孔骨桥、卵圆孔棘孔交通等 9 项性状的出现率在 10% 以下; 人字点骨、星点骨、顶切迹骨、翼上骨、副眶下孔、额切迹、二分舌下神经管、不完全卵圆孔、副颞孔、额中缝、岩鳞缝、髁突前结节、咽窝、舌骨线桥、颧面孔缺如、枕横缝残存、颊骨后裂等 17 项性状的出现率在 10%—30% 之间,属低频率。

选取了其中的 20 项非连续性特征,与 Hanihara and Ishida^[6-9]发表的亚洲、欧洲(包括英联邦)、北极和北非等地区人群进行频率比较分析,54 个群体的 20 项非连续性特征数据列入表 2。

3.1.1 骨化不全变异(Hypostotic variations)

鼓板裂孔 Tympanic dehiscence (TYMD) (>1mm) 又称裂孔(Dehiscence foramen) 或胡施克孔(Foramen of Huschke)。在颞骨鼓板由鼓环发育的过程中均存在于外耳道底部,通常在 5 岁前;若在成年后继续存在,则在鼓板近中三分之一处最易发现,大小超过 1mm 者记录为阳性^[7,31]。

鼓板裂孔在 54 个人群中的出现率属中等偏低型,普遍在 20%—60% 之间,部分人群低于 20%。于田人群为 30.00%,与之相近的是东亚、东南亚和南亚人群,其中日本现代人(31.98%)、缅甸(31.38%)、东印度(29.03%)、南印度(32.07%)和西北印度(32.18%)等人群与于田人群的出现情况最为近似。东北亚和北极人群相对较高,普遍高于 35%。而欧洲和北非又相对偏低,普遍在 22% 左右或更低。

卵圆孔棘孔交通(Ovale-spinosum confluence,OVSC)的卵圆孔通常位于翼突根部的后外侧,传导三叉神经的下颌分枝和血管,偶尔卵圆孔的后内壁不完全或缺损。棘孔位于蝶骨大翼的下表面,卵圆孔的后、外侧,它传导中等较细的血管和下颌神经的一条分枝,有时棘孔的后内壁也不完全或缺损,呈开放状与蝶岩裂相通。有时卵圆孔和棘孔同时缺损并相通,本项只记录卵圆孔与棘孔相通的情况^[7,31]。

卵圆孔棘孔交通在 54 个人群中的出现率普遍不高,大多数人群的出现频率低于 10%,仅东南亚矮黑人(14.29%)、亚洲爱斯基摩(11.63%)和英联邦恩赛(15.60%)超出 10%。于田人群为 5.26%,与之相近似的人群有布里亚特(5.30%)、格陵兰爱斯基摩(5.42%)、西藏/尼泊尔(4.88%)、南印度(5.62%)、阿富汗(4.65%)和北非涅加达(5.43%)等人群。在南亚、中亚、西亚、欧洲和北非等人群普遍较低,多在 1%—5% 之间。而东亚、东南亚、东北亚和北极等人群稍高一点,多在 3%—9% 之间。

3.1.2 骨化过度变异(Hyperostotic variations)

内侧腭管(Medial palatine canal,MEPC) 内侧腭管是由内侧腭沟与腭横缝交叉或稍前处腭沟上存在的或长或短的骨桥形成。如果符合是一个骨的连接,覆盖内侧腭槽,靠近槽和腭横缝的交叉点,就记录为阳性^[8,31]。

内侧腭管在 54 个人群中的出现率为明显的低频类型,大多数人群的频率分布在 10% 以下,仅北非群体在 10%—20% 之间。于田人群为 0%,在所有样本中最低。亚洲爱斯基摩人和芬兰/乌拉尔也为 0%,与于田人群最近似。东北亚、北极、南亚、中西亚和欧洲人群的频率多在 5% 左右或以下水平,与于田相对较近一些。东南亚人群大多在 5%—10% 之间。

北非群体稍高一些,在 10%—20% 之间,与于田人群差异最大。

二分舌下神经管(Hypoglossal canal bridging, HYCB) 正常情况下舌下神经管(Hypoglossal canal) 位于枕骨枕髁基部、枕骨大孔前外侧缘,是传导舌下神经和脑膜后动脉的一个小分枝的通道,偶尔在这一孔道中,滋生出一个小的骨桥,将舌下神经管分隔为两部分,此即成对舌下神经管,也称作舌下神经管成桥或二分现象。当舌下神经管被完全分隔开来记录为阳性^[8, 31]。

二分舌下神经管在 54 个人群中的出现率为中等偏低,大多数人群在 20%—40% 之间,少数群体在 10%—20% 之间。于田人群为 20.0%,与之相近的是中国北方(20.48%)、缅甸(19.05%)、爪哇(20.00%)、菲律宾(20.09%)和蒙古(19.34%)等人群。东亚和东南亚人群基本在 20.0% 左右,与于田人群较接近,但日本的两个阿伊努样本明显偏离东亚其他群体,有相对较高的频率(35.57%、32.04%)。欧洲和北非相对偏高,除德国外基本在 25% 及以上。东北亚、中亚和北极的大多数人群也在 20%—30% 之间。

颈静脉孔骨桥(Jugular foramen bridging, JUFB) 是由枕骨经静脉孔间突延伸到颞骨鼓部三角凹陷之后的颈静脉孔内突的骨桥,它把该孔分隔为二部分甚至三部分。如果从舌下神经管上面突出,称之为前型(I型),如果从舌下神经管后面突出,称之为后型(II型),但后一类型非常少见。本文将这两种类型骨桥当作同一性状记录^[8, 30]。

颈静脉孔骨桥在 54 个人群中的出现率属偏低类型,大多数人群的频率分布在 5%—20% 之间,但北非人群相对偏高,多在 20%—40% 之间。于田人群为 5.56%,印度西北部(5.75%)和英联邦雷普顿(6.25%)与之最相似,在所有样本中频率最低。东亚、东南亚及南亚人群相对较低,多在 5%—15% 之间,与于田有相对较近的频率。东北亚、北极、中亚、西亚和欧洲人群多在 15%—20% 之间,个别高于 20% 或低于 15%。但北非人群相对偏高,多在 20%—40% 之间。

舌骨线桥(Mylohyoid bridging, MYLB) 又称下颌舌骨沟骨桥(Bridging of the mylohyoid groove),是偶然发生在下颌舌骨沟的骨性桥,舌骨沟容纳舌骨神经和动脉。有两种类型:近中型是由于蝶颌韧带的骨化,下颌小舌向后延伸形成骨桥。远中型是下颌孔下后缘形成的小棘,与下颌小舌相对应。本文对两种类型合并在一起记录^[8, 29-31]

舌骨线桥在 54 个人群中的出现率属偏低类型,大多数人群的频率在 5%—25% 之间,仅个别人群高于 25%。于田人群为 12.50%,与之相近的有爪哇(12.07%)、西藏/尼泊尔(12.31%)、阿富汗(12.50%)、意大利(12.39%)和英联邦恩赛(12.50%)等人群。东亚、东南亚、东北亚、南亚人群大多偏低,在 10% 以下。北极人群相对较高,在 15% 以上,其中阿留申和楚克奇最高,达 39.13% 和 33.33%。欧洲和北非的大部分群体也处于中等偏高水平,在 10%—25%,但中西亚和部分欧洲样本(如东欧、意大利、法国、英联邦恩赛和英联邦彭布里)在 10%—15% 之间水平,与于田人群较为接近。

髁突前结节(Precondylar tubercle, PRET) 为一骨性结节,通常出现在枕骨中线的任一侧或两侧,紧靠枕髁的前内侧部。若结节位于中央,则可看作是两个结节融合在一起^[8, 28]。

髁突前结节在 54 个人群中的出现率属偏低类型,普遍在 20% 以下水平,仅于田人群高于 20%。于田人群为 21.05%,在所有对比样本中最高,与于田相似的有布里亚特(18.24%)、土耳其/塞浦路斯(20.37%)和英联邦雷普顿(18.18%)。东南亚、北极和南亚人群普遍偏低,多在 10% 或以下。东亚、中西亚、欧洲和北非群体多在 5%—15% 之间,但个

别人群大于 15%。

旁髁突 (Paracondylar process, PARP) 也叫副枕突 (Paraoccipital) 或副髁状突 (Paracondyloid process)。这个单侧或双侧出现的骨性结节通常位于枕骨下表面枕骨大孔与乳突之间的位置。它有时会与寰椎的横突接触而形成关节。这个骨性突起的高度超过枕髁关节面高度的一半者记录为阳性^[21, 28]。

旁髁突在 54 个人群中的出现率属非常低的类型,大多数人群的出现率在 5% 以下。于田人群为 5.88%,在所有对比样本中最高,与之相近的有贝加尔新石器时代人群(5.56%)。其余样本均小于 5%,有许多样本是 0。特别是北极和北非人群与于田人群差异最大。

外耳道骨肿 (Auditory exostosis, AUDE) (> 1mm) 即通常所说的耳部骨疣 (Ear exostosis),是颞骨鼓部从前方或后方方向向外耳道的骨嵴。这些骨疣的大小可能是一个较小的珠状到较大的砂石样规则的骨团,几乎填满了整个管道腔。骨肿大于 1mm 的记录为阳性^[28]。

外耳道骨肿在 54 个人群中的出现率非常低,在大部分群体中都是 0。于田也为 0。东北亚的贝加尔(3.70%)、雅库特(3.13%),中亚的哈萨克(5.00%)及俄罗斯(3.31%)有一定的出现率,但仍偏低。只有土耳其/塞浦路斯(9.52%)明显高于其他群体。

3.1.3 额外小骨和骨缝变异 (Supernumerary Suture or ossicle variations)

人字点骨 (Ossicle at lambda, OSSL) 位于矢状缝和人字缝相交接处,相当于枕后部位的镶嵌骨。这个小骨块能够同大型的顶间骨或印加骨相区别。印加骨的下缘终止在乳突或星点骨部位,其外侧缘超出人字缝近中三分之一^[6, 31]。

人字点骨在 54 个人群中的出现率属偏低类型,均低于 30%。于田为 10.53%,与之最相近的是东南亚内陆(10.56%)、巽他群岛(10.45%)、安达曼/尼克巴(10.74%)、新石器贝加尔(10.14%)、雅库特(9.52%)、阿留申(10.34%)和土耳其/塞浦路斯(9.52%)等人群。东南亚和东北亚的大部分与于田近似,约在 10% 左右。南亚、中亚和欧洲人群相对较高,多在 15% 以上。中国南方(23.26%)和北方人群也稍偏高(13.29%)。但北极和日本两个阿伊努样本的频率明显偏低,特别是北海道阿伊努(0.82%)和萨哈林阿伊努(0.98%)最低,与其他人群有着非常明显的差异。

顶切迹骨 (Parietal notch bone, PANB) (> 5mm) 出现在乳突骨的顶骨切迹部位的任何小骨块。当骨块出现时,没有改变乳突骨的形态,但是,顶骨有些突入颞骨之鳞部的位置。骨块大于 5mm 者记录为阳性^[6, 31]。

顶切迹骨在 54 个人群中的出现率属中等偏低类型,在 10%—50% 之间。于田人群为 20.00%,与雅库特(20.00%)、塔加拉(19.72%)、以色列(20.18%)、意大利(19.90%)、北欧(20.00%)和北非凯尔马(20.27%)等人群更近似。东北亚、中亚、欧洲和北非相对偏低,多在 15%—25% 之间,与于田在同一范围。但东亚、东南亚和南亚人群相对较高,大多在 25% 以上。

星点骨 (Asterionic bone, ASTB) 镶嵌骨发生在人字缝、乳突缝和顶-乳突缝相交的地方,即星点部位。它与乳突岩部相接触,而人字缝骨 (Lambdoid ossicle) 只同顶骨和枕骨相接触。这种骨块可能是由在星点窝或乳突窝内的一个单独的骨化中心形成的^[6, 28]。

星点骨在 54 个人群中的出现率属偏低类型,大多在 30% 以内,仅个别样本超出 30%。于田人群为 20.00%,黑龙江流域(20.63%)、印度南部(18.44%)、印度西北部(19.65%)、

中亚塔加拉(18.88%)、哈萨克(18.33%)、意大利(21.00%)、英联邦彭布里(20.25%)和北非吉萨(20.77%)等人群与之接近。中亚和印度人群与于田最为接近。东南亚、南亚的西藏/尼泊尔和阿萨姆/锡金,以及西亚的以色列、土耳其/塞浦路斯相对较高,多在25%以上。而东亚、东北亚和北极人群偏低,多在15%及以下。欧洲和北非人群也稍偏高,在20%以上。但英联邦人群相对偏低,在15%及以下。

枕乳缝间骨(Occipito-mastoid bone, OCMB)出现在枕骨和颞骨间的骨缝上,呈单块或多块镶嵌。在其上方的延伸部分不与人字缝接触,也称之为“利尔兰骨”(Riolan's ossicle)^[6, 31]。

枕乳缝间骨在54个人群中的出现率属偏低类型,大部分样本在20%以下,但东亚和东南亚人群稍偏高,在20%—40%之间。于田人群为31.58%,在54个样本中是最高的人群之一,与中国南方(32.56%)、缅甸(30.16%)、菲律宾(31.05%),及南亚的西藏/尼泊尔(26.83%)和阿萨姆/锡金(33.33%)等人群近似,处于较高。东亚人群也相对偏高,在15%—25%之间。而东北亚、南亚、中西亚和欧洲人群普遍较低,多在15%以下,特别是欧洲人群为最低,多在10%以下甚至更低。

额中缝(Metopism, METO) ($>1/2$)出生时分隔额鳞,通常在2岁时愈合或消失,但是在少数个体中终生都保存着,维持着像矢状缝和冠状缝那样的缝状特征。大于前额一半的记录为阳性^[7, 28]。

额中缝在54个人群中的出现率普遍很低,大多数人群的出现频率在10%以下,仅个别人群的频率在10%—20%之间。于田人群较高,为15.00%。除普雷顿之外的其他四个英联邦群体都相对较高,与于田人群比较近似。部分欧洲样本也相对较高如希腊(12.86%)、德国(11.27%)和法国(12.04%)。东亚的日本现代人和中国南北方人群,南亚的西藏/尼泊尔和阿萨姆/锡金、西亚及大部分欧洲人群多在5%—10%之间。而东南亚、东北亚、北极、中亚、印度东南部、及北非人群普通在5%及以下,与于田人群的差异较大。

枕横缝残存(Biasterionic suture, BIAS) ($>10\text{mm}$)是连接左右两侧星点的骨缝在其一端的痕迹。低于最上顶线的枕鳞部骨化成软骨,高于最上顶线的部分成为膜部,当这两部分没能联合仍然被枕横缝残存一分为二,上面的部分称之为印加骨。枕横缝残存的长度超过10mm者记录为阳性^[7, 31]。

枕横缝残存在54个人群中的出现率属较低类型,大多数人群在10%—30%之间。于田人群为20.00%,与印度的东部(17.74%)、南部(18.89%)和西北部(21.14%)人群最为接近,与东南亚的缅甸(18.09%)、内陆(18.33%)和菲律宾(20.18%)也很近。在东亚、东北亚、北极和中亚人群中相对较低,多在7%—17%之间。而东南亚、西亚和欧洲人群相对较高一些,普遍在20%以上。

颞骨后裂(Transverse zygomatic suture vestige, TZSV) ($>5\text{mm}$)指颞骨体后部的水平位裂开,这一变异被认为是分裂颞骨的遗迹或者二分颞骨的不完全表达。当这一缝横穿颞骨体,把它分为上大下小的两部分时,则称其为二分颞骨(Bipartite zygomatic bone)或二分颊骨(Bipartite malar),又称日本人骨(Os Japonicus),因被报道在日本人头骨上出现率比较高而得名。颞骨后裂的长度长于5mm者记录为阳性^[7, 31]。

颞骨后裂在54个人群中的出现率属偏低类型,大多数人群的频率分布在20%以下。于田人群为10.00%,东亚、东南亚、东北亚、及南亚的西藏/尼泊尔和阿萨姆/锡金等人群与

于田基本一致,大多在 10% 左右。但印度、欧洲和北非的大部分群体明显低于 5%。日本的北海道和萨哈林阿伊努远远高于其他人群,分别为 25.00% 和 22.11%, 北极的阿留申也明显偏高,为 21.43%。

3.1.4 供血管和神经通行的孔、管和沟变异(Vessel and nerve related variations)

髁后孔(Condylar canal patent, COCP) 又称髁状管(Condylar canal), 位于髁后窝的底部, 靠近枕髁的后边。髁后孔通常是贯穿髁后窝的, 从枕髁的后面到颈静脉孔的内缘, 并且延续下去, 没有盲端(用金属线测试), 就记录为阳性^[9, 31]。

髁后孔在 54 个人群中的出现率属较高类型, 基本在 70%—95% 之间, 没有特别明显的群体差异。于田人群为 80.00%, 与之相近的有巽他群岛(80.00%)、阿萨姆/锡金(79.69%)、中亚塔加拉(79.69%) 和意大利(80.10%) 等人群。

眶上神经孔(Supraorbital nerve foramen, SUNF) 是指所有从眶上缘上方通向眶腔内的完整的孔, 包括眶上孔、额孔和滑车上孔。这些孔有时单独出现, 有时同时出现。当眶上孔和额孔同时出现时, 只记出现一次。滑车上孔极少单独出现。这样处理是为了简化性状判别的标准^[29—31]。

眶上神经孔在 54 个人群中的出现率为中等偏高类型, 大多数人群在 30%—60% 之间, 但东北亚、北极和中亚人群普遍较高, 在 60%—80% 之间。于田人群为 45.00%。东亚、东南亚和南亚人群普遍在 40%—60% 之间, 与于田人群最近似。欧洲和北非人群相对偏低, 多在 30%—40% 之间。东北亚、北极和中亚人群普遍较高, 在 60%—80% 之间。

副眶下孔(Accessory infraorbital foramen, ACIF) 除了位于眶下窝内的主孔眶下孔以外, 有时紧接着眶下孔又出现一个或多个孔, 就记录为阳性。无论是主孔还是副孔都是通过眶下神经和血管终枝的孔^[9, 28]。

副眶下孔在 54 个人群中的出现率属中等偏低类型, 大多数人群在 8%—40% 之间。于田人群为 15.00%, 与之相近的有布里亚特(15.33%)、雅库特(14.06%)、塔加拉(14.08%) 和以色列(14.00%) 等人群。东南亚和北极人群相对较高, 多在 25% 以上。南亚人群除阿萨姆/锡金(21.54%) 之外, 大多偏低在 10% 及以下。东亚、东北亚、中西亚和欧洲人群处于中等水平, 多在 15%—25% 之间。

副颞孔(Accessory mental foramen, ACMF) 主颞孔一般位于下颌体外表面大约在下颌下缘和齿槽嵴之间中部的前臼齿根尖区, 偶然地在主颞孔的前上、后上、后面或前面出现一个或多个小孔相随, 则称为副颞孔。主颞孔和副颞孔都是传导颞神经和血管的通路^[9, 28]。

副颞孔在 54 个人群中的出现率属偏低类型, 大多数人群的频率在 5%—25% 之间。于田人群为 12.50%, 与之最近的有日本现代人(12.50%)、阿富汗(12.50%)、英联邦雷普顿(12.50%) 和北非努比亚(12.50%) 等人群。东南亚和南亚人群与于田相对比较接近, 多在 6%—13% 之间。而欧洲和北非人群相对偏低, 多在 4%—15% 之间, 仅个别样本如俄罗斯(19.42%) 和北非摩洛哥(26.67%) 较高。东亚、东北亚、北极和中亚人群稍偏高, 多在 15% 及以上, 最高的哈萨克达 31.36%。两个日本阿伊努人群也较高, 为 22.34% 和 23.81%。

比较结果发现, 于田与东南亚人群具有相同频率的项目数最多, 共有 10 项相近, 约为 50%, 这些特征是鼓板裂孔、卵圆孔棘孔交通、二分舌下神经管、颈静脉孔骨桥、人字点骨、枕乳缝间骨、枕横缝残存、颊骨后裂、眶上神经孔、副颞孔。其次与东亚和南亚(东、南、西北印度) 人群各有 7 项近似, 均为 35%。与东亚人群相近的有鼓板裂孔、卵圆孔棘孔交通、二分

舌下神经管、颈静脉孔骨桥、枕乳缝间骨、颊骨后裂、眶上神经孔,与南亚人群相近的有鼓板裂孔、内侧腭管、颈静脉孔骨桥、星点骨、枕横缝残存、眶上神经孔、副颞孔。与东北亚和中西亚人群分别有 6 项约 30% 和 5 项约 25% 的相似度。与东北亚人群相近的有卵圆孔棘孔交通、内侧腭管、人字点骨、顶切迹骨、颊骨后裂、副眶下孔。与中亚人群相近有内侧腭管、舌骨线桥、顶切迹骨、星点骨、副眶下孔。与欧洲(包括英联邦)人群相似比例相对较小,有 4 项约 20%,有内侧腭管、舌骨线桥、顶切迹骨、额中缝。北极和北非距离于田人群最远,与北极相近的仅有卵圆孔棘孔交通和内侧腭管 2 项约 10%,与北非相近的仅有顶切迹骨 1 项约 5%。髌突前结节、旁髌突、外耳道骨肿和髌后孔等非连续性特征虽然存在群体间差异,但是于田与几个大人群之间并无明显的较近似的出现率。从频率近似程度看出,于田人群与东南亚、东亚和南亚人群之间的联系可能更紧密一些,与北极和北非人群之间相对较远。

3.2 差异显著性的统计检验

为进一步分析于田与其他人群非连续性特征出现频率差异在统计学上的意义,作者采用 Fisher 精确概率检验进行了分析(表 3)。

表 3 于田与 12 个大区域群体间 20 项非连续性特征的 Fisher 精确检验

Tab. 3 Fisher's exact probability test of cranial nonmetric traits between Katan and the other 12 large geographical samples

比较项	于 田											
	东亚	阿伊努	东南亚	东北亚	北极	东北印度	南亚	中亚	西亚	欧洲	英联邦	北非
人字点骨	0.1233	0.7476	0.6953	0.7093	0.3789	1.0000	0.3893	0.7502	1.0000	0.7537	0.7531	1.0000
顶切迹骨	0.7945	0.2218	0.3365	1.0000	1.0000	0.0546	0.6121	0.7623	0.7597	0.7748	1.0000	1.0000
星点骨	0.5130	1.0000	0.6150	0.5253	0.3325	0.6007	0.7768	0.7592	0.3155	1.0000	0.5548	1.0000
枕乳缝间骨	0.1289	0.5822	0.8000	0.0521	0.1029	0.7958	0.0529	0.016*	0.0941	0.0049*	0.0001*	0.0574
鼓板裂孔	1.0000	0.2467	1.0000	0.3661	0.2536	0.6288	1.0000	0.8098	0.2316	0.5975	0.2736	0.5959
卵圆孔棘孔交通	1.0000	0.5898	1.0000	0.5402	1.0000	0.5454	0.5493	0.4236	1.0000	0.3284	1.0000	0.4489
额中缝	0.0411*	0.4037	0.0414*	0.0313*	0.0171*	0.3896	0.0637	0.0448*	0.2209	0.2413	0.7460	0.0863
枕横缝残存	0.2874	0.7563	1.0000	0.5111	0.7699	0.7878	1.0000	0.1402	1.0000	1.0000	1.0000	0.7597
颊骨后裂	0.3933	1.0000	0.6883	1.0000	1.0000	1.0000	0.2402	0.3149	0.3017	0.1618	0.0655	0.2768
内侧腭管	0.0916	0.6095	0.3916	0.6165	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3791	0.6202	1.0000	0.0566
二分舌下神经管	0.4608	0.7588	0.7716	1.0000	0.4608	0.7566	0.7937	0.6067	1.0000	0.4621	0.6131	0.4601
颈静脉孔骨桥	0.7065	0.7039	0.7107	0.3360	0.3369	1.0000	1.0000	0.3253	0.3185	0.2229	0.5002	0.0322*
舌骨线桥	1.0000	0.2863	0.6417	0.6532	0.3788	1.0000	0.2590	0.6854	0.6479	1.0000	0.7490	1.0000
髌突前结节	0.0637	0.3087	0.0667	0.2640	0.0071*	0.1002	0.0945	0.1247	0.3085	0.1102	0.1468	0.1532
旁髌突	0.3679	0.1823	0.2893	0.2770	0.1364	0.2997	0.3749	0.1595	0.1814	0.2474	0.1622	0.1115
外耳道骨肿	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
髌后孔	0.1279	0.2672	0.5433	1.0000	0.0863	1.0000	0.3018	1.0000	0.7866	0.7642	0.6131	0.7718
眶上神经孔	0.6411	0.2407	1.0000	0.0570	0.0212*	1.0000	1.0000	0.4933	0.3194	0.6447	0.6427	0.6453
副眶下孔	0.7778	0.2990	0.4372	0.7783	0.2125	1.0000	0.4563	1.0000	1.0000	0.7796	1.0000	1.0000
副颞孔	0.7471	1.0000	0.6710	0.7486	1.0000	0.6253	0.6460	0.3714	1.0000	0.6891	0.2321	1.0000

注: * $p < 0.05$

以 p 值小于 0.05 作为差异具有显著性的最低标准,结果表明,在这 20 项非连续性特征中,于田与 12 个大区域群体间的差异不十分显著,仅有个别性状与某些群体有显著差异;如与北极之间的差异项目相对较多,有额中缝、髌突前结节和眶上神经孔;与中亚人群之间在枕乳缝间骨和额中缝 2 项特征上,与东亚、东南亚和东北亚三个群体仅在额中缝有显著差

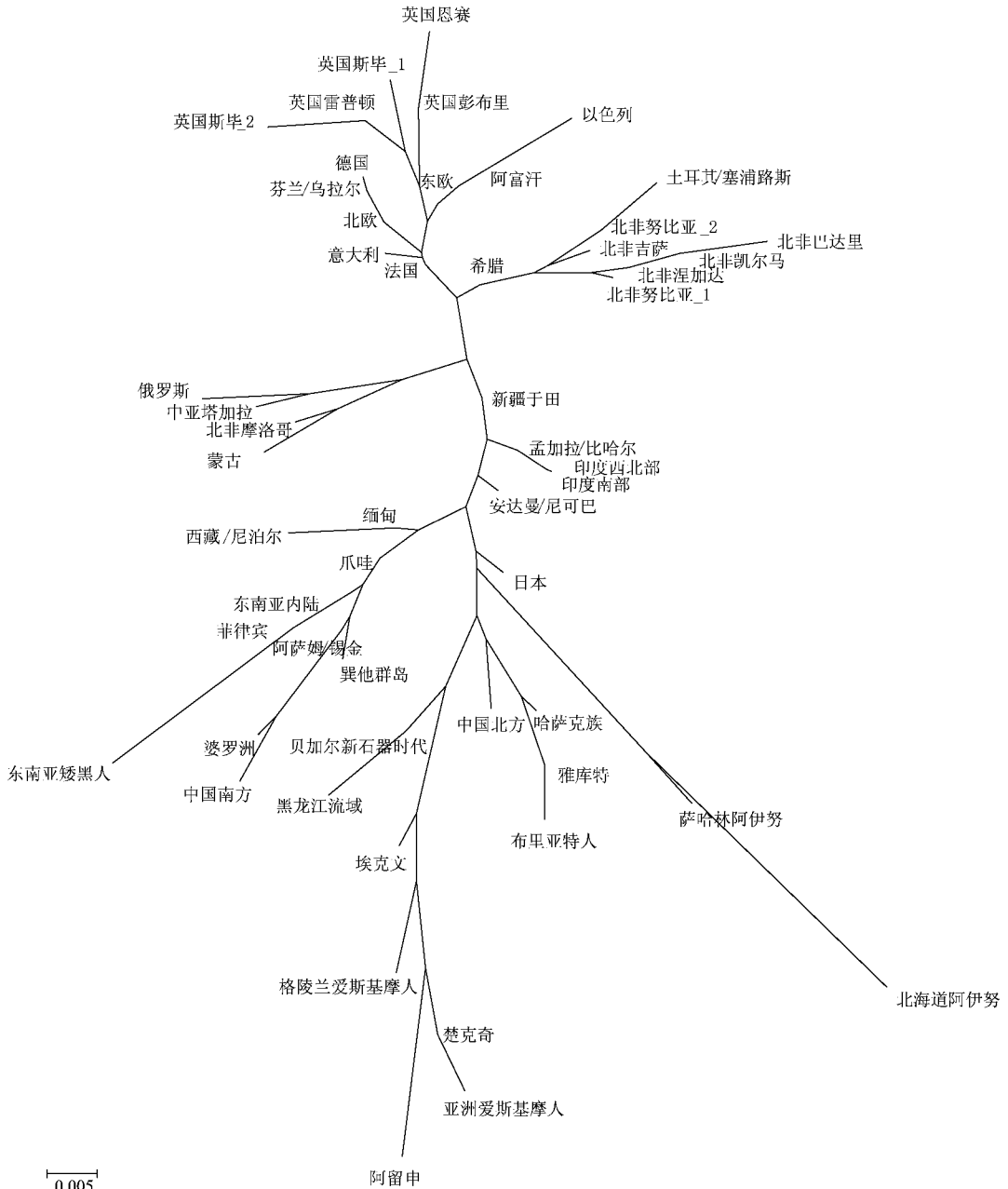


图2 于田流水墓地与53个群体颅骨非连续性特征MMD距离的聚类分析图

Fig. 2 Neighbor-joining cluster analysis of MMD distance in 54 samples

的连接枝上,并且靠近印度样本枝。

多维尺度分析是一种解释数据中所隐藏的内存联系、规律或趋势的统计方法,它根据变量间的相异性以较少的维度呈现变量间的结构与距离,越相似的对象之间的距离越近,越相异的对象间距离越远。通过对低维数据的分析来获得相应的高维数据特性,具有简化分析、获取数据有效特征以及可视化数据的优点。该分析采用MMD距离作为距离量度。

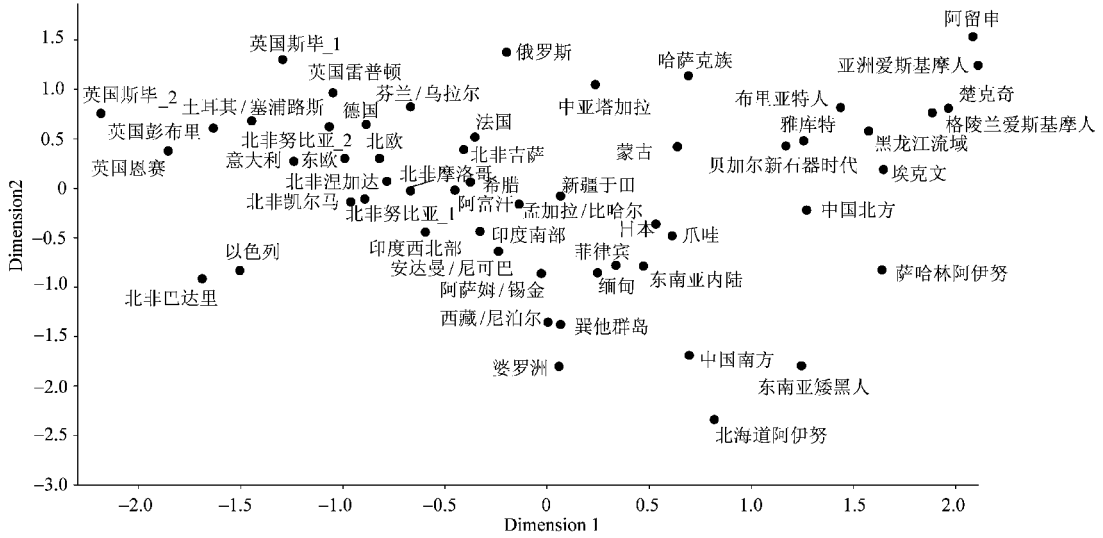


图 3 于田流水墓地与 53 个群体颅骨非连续性特征 MMD 距离的 MDS 图

Fig. 3 Multidimensional scaling of MMD distance in 54 samples

图 3 所展示的各样本之间的相互关系与图 1 十分类似。欧洲北非样本聚在坐标的左上方, 北极东北亚样本聚在坐标的右上方, 中亚、东亚和东南亚样本散布在坐标中间。新疆于田样本也处在正中间位置, 靠近孟加拉/比哈尔样本。东南亚样本与图 1 一样, 虽处在中间位置, 但偏离欧非样本簇和北极东北亚样本簇所在的水平位置, 显示了他们与欧非样本和北极东北亚样本的关系没有中亚塔加拉、俄罗斯、哈萨克族、新疆于田等样本与欧非样本和北极东北亚样本的关系来得近。北海道阿伊努在东南亚样本簇旁边, 萨哈林阿伊努在北极东北亚样本簇旁边, 但各自与这些样本簇有一定的距离, 而两个阿伊努样本相互的距离也比较远, 这反映在了邻接树上, 阿伊努样本虽自成一枝, 但枝长较长, 相互之间关系不那么密切。

4 讨论与结论

从频率的相近似程度分析可以看出, 于田人群与东南亚、东亚和南亚人群之间的联系可能更紧密一些, 与北极和北非人群之间有着相对较远的距离。于田与 12 个大区域群体之间在 20 项非连续性特征上的差异并不十分显著, 说明于田人群可能是一组成份相对较为复杂的群体, 可能与这些大的群体之间都有某种联系, 但也可能是由于于田的样本量偏少使检验结果存在一定的误差。

主成分分析提取占原始信息量比重最大的前两维主成分, 其中第一主成分(占原始信息量的 30.8%) 明显地区分了欧非人群样本和北极东北亚样本反映了纬度信息; 而第二主成分(占原始信息量的 17.8%) 并区分了北亚东亚样本与南亚样本反映了经度信息。

多维尺度分析把原始信息全部压缩在两维上面, 横坐标区分了欧非人群样本和北极东北亚样本反映了纬度信息, 纵坐标并区分了北亚东亚样本与南亚样本反映了经度信息, 意义与主成分分析坐标相似。

主成分分析图中和多维尺度分析图中, 英国、法国、德国、希腊、北欧、芬兰、东欧、意大利

等欧洲样本和北非的样本基本上都位于坐标左上方,这与跟它们在地理上的位置十分相似。在地理上接近欧洲和北非的两个西亚样本——以色列和土耳其/塞浦路斯也处在欧非样本聚集的大群中。

北极样本亚洲爱斯基摩人、楚克奇、阿留申、埃克文和格陵兰爱斯基摩人等 5 个样本处于坐标的右上方,而东北亚的布里亚特人、雅库特、黑龙江流域、贝加尔新石器时代、蒙古及中国北方等 6 个样本与北极样本接近,基本上可以看成是一个大的群体——北极东北亚群。

在欧非样本群和北极东北亚群两个大群体之间是中南亚、东亚和东南亚样本。哈萨克族、塔加拉两个中南亚样本处于中间位置但靠近北极东北亚簇,显示出其为欧亚中间人群但更靠近亚洲人群的特点。孟加拉/比哈尔、印度南部、印度西北部和俄罗斯等样本也正好处于欧非样本簇和北极东北亚簇中间,而且略靠近欧非样本簇,似乎表明他们为欧亚混合人群但欧洲人的贡献稍微多一些的特性。缅甸、爪哇、东南亚内陆、菲律宾、巽他群岛、婆罗洲、东南亚矮黑人等东南亚样本,西藏/尼泊尔、阿萨姆/锡金等中南亚样本,以及中国南方、日本、萨哈林阿伊努等东亚样本也处在欧非样本簇和北极东北亚簇之间的位置,但是与这两个大样本簇不在同一水平上,而是处在该水平的下面,十分类似于在地理上的位置。这种中间又偏离欧非样本簇和北极东北亚样本簇水平线位置或许说明这些样本所代表的人群与欧非样本代表人群和北极东北亚样本代表人群的关系并不像新疆于田、印度、俄罗斯和中亚塔加拉的样本所代表的人群与他们的关系来得紧密。

图 1 和图 3 所反应的位置关系图说明,仅使用样本的频率数据进行主成分分析所得到的两维信息,与计算各样本间的 MMD 距离系数后再进行的多维尺度分析所得到的信息,两者具有高度的一致性。但如果仅看各样本间相互距离的远近,基于样本非连续性特征频率数据的主成分分析似乎比基于 MMD 距离的多维尺度分析来得更有效一些。图 3 中的欧非簇内各样本间的位置关系与图 1 虽然大致相同,但有较明显的分散趋势。图 3 中的纵坐标对东南亚样本簇与中亚样本簇的区分反而比图 1 的纵坐标来得逊色一些,后者可以明显地区分出中亚样本簇和东南亚样本簇。如果从对各样本的区分上看,主成分分析虽然仅使用频率信息为变量,但是比同时考虑样本量信息和频率信息为变量计算 MMD 距离再进行多维尺度分析来得更有效一些,原因可能是后者计算的环节相对前者较多,并且把全部信息强制压缩到两维空间可能扭曲了部分真实的结构,存在一定偏差。

基于 MMD 距离的邻接聚类分析结果与主成分分析和多维尺度分析的结果相一致,而且更加清晰地展示出各样本之间关系的紧密程度。

邻接聚类分析结果中,英国的五个样本都聚成一小枝,相互之间关系最为紧密,之后再与北欧、东欧、意大利、德国、芬兰/乌拉尔等样本聚成较大一枝,可以看成欧洲样本枝。西亚的以色列和中亚的阿富汗也跑到这个样本枝中。来自北非的 6 个样本也全部聚在了一起,反映了它们之间紧密的关系,并与西亚的土耳其/塞浦路斯样本聚成一枝,形成北非样本枝。之后,北非样本枝与欧洲样本枝、希腊和法国一起聚成更大的一枝,可以看成欧洲北大枝,基本上与主成分分析图和多维尺度分析图中的欧非样本大群一致。

北极的五个样本埃克文、楚克奇、阿留申、亚洲爱斯基摩人和格陵兰爱斯基摩人紧密地形成一小枝,关系十分密切,并与贝加尔新石器时代和黑龙江流域聚成较大一枝,之后再与中国北方、哈萨克、布里亚特人和雅库特人聚成更大一枝,可以看成北极东北亚枝。东南亚矮黑人、菲律宾、婆罗洲、东南亚内陆、爪哇、缅甸、巽他群岛等东南亚样本和西藏/尼泊尔、阿

萨姆/锡金两个中南亚样本聚成一枝,相互之间关系较为紧密,可以看成东南亚枝。萨哈林阿伊努和北海道阿伊努与北极东北亚的关系相对近一些,但是这两个样本又比较偏离北极东北亚枝,形成阿伊努枝。

东南亚枝、北极东北亚枝、阿伊努枝和日本形成更大的一枝——亚洲大枝,基本上与主成分分析图和多维尺度分析图中的亚洲样本大群一致。亚洲大枝中各小枝的关系反映了这些枝之间的相似程度远远大于与欧洲北非枝的相似程度,更准确地讲,他们与后者有明显的差别,并体现在了这两个大枝之间有明显的一段枝长。

在两大枝的中间连接枝部分,俄罗斯、中亚塔加拉、北非摩洛哥、蒙古形成的彼此关系密切的中亚枝更靠近欧非大枝,而南亚印度的三个样本自成一小枝则更靠近亚洲大枝。

新疆于田样本的位置十分地特别,它虽属中间连接枝部分,差不多处在中亚枝与印度枝之间,但不属于任何一枝,而且比较难以明确判定是与欧洲人群关系更近,还是与亚洲人群关系更近的位置上,或许正好说明了它所代表的人群是一个欧亚混合的人群。

图1至图3所展示的结果,各样本之间的关系疏密程度与其他学者颅骨非测量学得到的结果十分相近^[38],并与现代人种学、遗传学和颅骨测量学研究的结果大致相似^[40-42]。

虽然本研究采用的比较项目不同于现代人种学的分类性状,但是三种统计分析方法得到的结果与现代人种分类的结果有很好一致性:分布于欧洲和北非地区的居民为欧罗巴人种,分布于东亚、东南亚、中央亚细亚、西伯利亚和美洲等地区的为蒙古种^[42]。

研究结果显示亚洲的样本比较分散,如主成分和多维尺度分析图所示,亚洲样本相互之间的亲近疏远关系比欧非样本更为明确,显示出人群的结构性。主成分和多维尺度分析结果都显示的聚于坐标的右上方的北极样本群代表了北极人种。紧靠它们的东北亚样本群代表了北亚人种。这些样本可以看成是一个大的群体,并且在邻接法聚类分析图中聚成北极东北亚枝,表明北极人种与北亚人种的较为紧密的关系,均为蒙古人种的亚型^[42]。主成分分析图和多维尺度分析图中,东南亚样本和中国南方等样本都聚在一起,形成一个大的群体,并且在邻接法聚类分析图中,聚成东南亚枝,代表了蒙古人种的亚型南亚人种^[42]。

南西伯利亚人种主要分布在中亚、南西伯利亚及其邻近地区,其体质特征表明属于蒙古人种和欧罗巴人种之间的过渡类型,大约在公元前后的时期,蒙古人种的成分逐渐向该地区渗入,从而开始了南西伯利亚人种漫长而复杂的历史形成过程^[42]。有学者研究表明在新石器时代和青铜时代欧洲人曾经占据了西伯利亚西部和蒙古西部,之后亚洲人进入这些地方^[43,44]。本研究结果显示于田流水墓地人群处在混合人群的位置,表明该地区人群同时受到蒙古人种和欧罗巴人种的影响,把蒙古人种对该地区的影响提早了近千年。

遗传学研究表明非连续性特征具有遗传性^[15,16]。Hanihara and Ishida 的研究表明许多非连续性特征具有明显的区域特异性,不同地区间的渐变性和同一地区内的一致性^[5-9]。奠基者效应(Founder effect)、遗传漂变(Genetic drift)和群体结构(Population structure)可能是造成非连续性特征地区差异的根本原因^[38]。

遗传学上的研究表明中国人群南方和北方存在明显差异,中国南方居民与东南亚居民更为接近,而北方居民与东北亚、西伯利亚居民更为接近^[45]。即使是中国的汉族人群,遗传结构也显示出南北差异^[46-48]。本研究结果显示中国南方与东南亚的样本关系密切,而中国北方样本与东北亚样本关系紧密,表明了中国南方人群和中国北方人群遗传上既有相似性又具差异性。这种遗传上的相似性和差异性 with 样本所处的地理位置有很大的相关性。

地理的相对封闭在人群的迁移中使遗传漂变(Genetic drift)现象更为强烈,这使地理的相对封闭的人群在主成分分析图、聚类图和多维尺度分析图上更加偏离祖先人群,如北海道和萨哈林岛上的阿伊努。

于田流水墓的地理位置不同于北海道和萨哈林岛,它位于昆仑山北部中段,正处于中西文化交流通道的关键点。从于田流水墓地的墓葬形制和丧葬习俗,以及发掘出土的各种器物的研究上,也能非常清晰地看到东西方文化共存及交流的痕迹。流水墓地的丧葬习俗与位于昆仑山以西的巴基斯坦北部犍陀罗地区提马尔伽哈墓地为代表的“残肢葬”文化较为接近。所出土的陶器大多装饰有刻划几何纹。陶器的器形与乌兹别克斯坦费尔干纳盆地的楚斯特文化(Chust)陶器,如双耳罐、杯、钵等有相近之处。但这种在新疆首次发现的陶器刻划纹饰为代表的文化类型,与西藏、甘青地区的某些古代文化有相似之处,器形和刻划纹饰均类似的陶器,目前已知的资料仅有西藏拉萨河谷曲贡墓地出土的单耳陶罐。铜刀的整体风格,与新疆察吾乎沟文化出土的铜刀和哈密焉不拉克墓葬的铜刀均类似。铜、金质的铃式耳坠与西伯利亚地区早期斯基泰文化(Scythians)中的耳环样式相似。铜马镰、马衔及带尾钩的箭簇,则与西伯利亚阿尔赞(Arzan)的出土器物相近^[27]。如果当地居民与东西方文化交流时也伴随着与东西方人群的基因交流,那么这种基因交流的结果将使得于田人群与东西方人群的遗传差异变小,进而遗传距离变小。

新疆于田样本在主成分分析图、邻接树和多维尺度分析图上位于东西方人群的中间位置表明该地区人群确实受到欧洲人群的基因流的影响同时受到亚洲人群基因流的影响——于田人群是东西方人群交流混杂的结果。于田样本最靠近孟加拉/比哈尔、印度南部和印度西北部等南亚地区样本,故可以认为于田人群与南亚地区人群关系较为接近,因此于田青铜时代居民是东西方混合人群并且接近南亚人群。

因缺乏周边同时代或相近时代样本的数据,因而经过多种统计方法分析得到的一致结论,仍存在无法揭示真实情况的可能性。如果拥有新疆于田周边和西藏、甘肃、青海等地区同时代或相近时代颅骨的非连续性特征数据再与这欧亚大陆的53个群体放在一起综合比较,将可以得到更为细致、更为精确的人群关系图谱。

参考文献:

- [1] 王令红. 华北人头骨非测量性状的观察[J]. 人类学学报, 1988, 7(01): 17-27.
- [2] 张银运. 人类头骨非测量性状述评[J]. 人类学学报, 1993, 12(04): 394-397.
- [3] 张雅军. 人类头骨上的不连续形态特征[J]. 人类学学报, 2004, 23: 99-106.
- [4] Nancy S. Ossenberg. The influence of artificial cranial deformation on discontinuous morphological traits[J]. American Journal of Physical Anthropology, 1970, 33(3): 357-371.
- [5] Hanihara T, Ishida H. Os incae: variation in frequency in major human population groups[J]. J Anat, 2001, 198(Pt 2): 137-152.
- [6] Hanihara T, Ishida H. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. I. Supernumerary ossicle variations[J]. Annals of Human Genetics, 2001, 198(6): 689-706.
- [7] Hanihara T, Ishida H. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. II. Hypostotic variations[J]. Annals of Human Genetics, 2001, 198(6): 707-725.
- [8] Hanihara T, Ishida H. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. III. Hyperostotic variations[J]. Journal of Anatomy, 2001, 199(3): 251-272.
- [9] Hanihara T, Ishida H. Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. IV. Vessel and nerve

- related variations[J]. *Journal of Anatomy* 2001 ,199(3):273-287.
- [10] Manzi G ,Gracia A ,Arsuaga JL. Cranial discrete traits in the Middle Pleistocene humans from Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca ,Spain) . Does hypostosis represent any increase in “ontogenetic stress”along the Neanderthal lineage? [J]. *Journal of Human Evolution* 2000 ,38(3):25-46.
- [11] Wood-Jones F. The Non-Metrical Morphological Characters of the Skull as Criteria for Racial Diagnosis: Part IV. The Non-Metrical Morphological Characters of the Northern Chinese Skull[J]. *J Anat* ,1933 ,68(Pt 1) :96-108.
- [12] Wood-Jones F. The Non-metrical Morphological Characters of the Skull as Criteria for Racial Diagnosis: Part I: General Discussion of the Morphological Characters Employed in Racial Diagnosis[J]. *J Anat* ,1931 ,65(Pt 2) :179-195.
- [13] Wood-Jones F. The non-metrical Morphological Characters of the Skull as Criteria for Racial Diagnosis: Part II: The non-metrical Morphological Characters of the Hawaiian Skull[J]. *J Anat* ,1931 ,65(Pt 3) :368-378.
- [14] Wood-Jones F. The non-metrical Morphological Characters of the Skull as Criteria for Racial Diagnosis: Part III: The non-metrical Morphological Characters of the Skulls of Prehistoric Inhabitants of Guam[J]. *J Anat* ,1931 ,65(Pt 4) :438-445.
- [15] Carlineberry A ,Berry RJ. Epigenetic variation in the human cranium[J]. *J Anat* ,1967 ,101(Pt 2) :361-379.
- [16] James M. Cheverud Jane E. Buikstra. Quantitative genetics of skeletal nonmetric traits in the rhesus macaques of Cayo Santiago. III. Relative heritability of skeletal nonmetric and metric traits[J]. *American Journal of Physical Anthropology* , 1982 ,59(2):151-155.
- [17] Smith FH. Evolutionary significance of the mandibular foramen area in Neandertals[J]. *Am J Phys Anthropol* ,1978 ,48(4):523-531.
- [18] Dodo Y ,Ishida H ,Hanihara T. Supraorbital foramen and hypoglossal canal bridging revisited: worldwide frequency distribution[J]. *Anthropological Science* ,2006 ,114(3):236.
- [19] Ishida H ,Dodo Y. Nonmetric cranial variation and the populational affinities of the Pacific peoples[J]. *American Journal of Physical Anthropology* ,1993 ,90(1):49-57.
- [20] 党汝霖 ,郝靖中 ,张怀韬. 西安地区现代人颅骨非测量性研究[J]. *人类学学报* ,1988 ,7(03):219-225.
- [21] 王令红 ,孙凤喈. 太原地区现代人头骨的研究[J]. *人类学学报* ,1988 ,7(03):206-215.
- [22] 李振光 ,尚虹 ,韩康信. 广饶新石器时代人类头骨的小变异[J]. *人类学学报* ,2003 ,22(03):218-224.
- [23] 朱泓 ,李法军. 河北阳原姜家梁新石器时代遗址头骨非测量性状的观察与研究[J]. *人类学学报* ,2003 ,22(03):206-217.
- [24] 谭婧泽. 中国古代人骨眶上孔和舌下神经管二分发生率的调查与日本人起源问题的讨论[J]. *人类学学报* ,2002 ,21(01):14-22.
- [25] 吴新智 ,周文莲. 中国和西方化石人头骨面部三项非测量性状的比较[J]. *人类学学报* ,2002 ,21(02):111-115.
- [26] 张君. 从头骨非测量特征看青海李家山卡约文化居民的种族类型[J]. *考古* ,2001(05):80-84.
- [27] 中国社会科学院考古研究所新疆队. 新疆于田县流水青铜时代墓地[J]. *考古* ,2006(7):31-38.
- [28] Birkby. Discontinuous morphological traits of the skull as population markers in the prehistoric southwest [D]. Arizona: The University of Arizona ,1973.
- [29] Dodo Y. Supraorbital foramen and hypoglossal canal bridging: The two most suggestive nonmetric cranial traits in discriminating major racial groupings of man[J]. *J Anthropol Soc Nippon* ,1987 ,95:19-35.
- [30] Dodo Y. A population study of the jugular foramen bridging of the human cranium[J]. *Am J Phys Anthropol* ,1986 ,69(1):15-19.
- [31] Dodo Y. Non-metrical cranial traits in the Hokkaido Ainu and the northern Japanese of recent times[J]. *J Anthropol Soc Nippon* ,1974 ,82(1):31-51.
- [32] Irish JD. The mean measure of divergence: Its utility in model-free and model-bound analyses relative to the Mahalanobis D(2) distance for nonmetric traits[J]. *Am J Hum Biol* ,2010 ,22(3):378-395.
- [33] Sjøvold T. The occurrence of minor nonmetrical variants in the skeleton and their quantitative treatment for population comparisons[J]. *Homo* ,1973 ,24:204-233.
- [34] Saitou N ,Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees[J]. *Mol Biol Evol* , 1987 ,4(4):406-425.

- [35] Green RF ,Suchey JM. The use of inverse sine transformations in the analysis of non-metric cranial data[J]. American Journal of Physical Anthropology ,1976 ,45(1) : 61-68.
- [36] Relethford JH ,Crawford MH ,Blangero J. Genetic drift and gene flow in post-famine Ireland[J]. Hum Biol ,1997 ,69(4) : 443-465.
- [37] 吴汝康,吴新智,张振标. 人体测量方法[M]. 北京: 科学出版社,1984.
- [38] Hanihara T ,Ishida H ,Dodo Y. Characterization of biological diversity through analysis of discrete cranial traits[J]. Am J Phys Anthropol ,2003 ,121(3) : 241-251.
- [39] 王保进. 多变量分析-统计软件与数据分析[M]. 北京: 北京大学出版社,2007: 61-111.
- [40] Cavalli-Sforza LL ,Menozzi P ,Piazza A. The history and geography of human genes[M]. Princeton: Princeton University Press ,1994.
- [41] Howells WW. Skull shapes and the map: craniometric analyses in the dispersion of modern Homo[M]. Papers of the Peabody Museum no. 79. Cambridge, MA: Peabody Museum , Harvard University ,1989.
- [42] 朱泓. 体质人类学[M]. 北京: 高等教育出版社,2004: 336-345.
- [43] 韩康信. 丝绸之路古代居民种族人类学研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社,2009.
- [44] 王治来. 中亚通史(古代卷上)[M]. 新疆: 新疆人民出版社,2007: 19-24.
- [45] 肖春杰,杜若甫,LL Minch. 中国人群基因频率的主成分分析[J]. 中国科学 C 辑: 生命科学,2000 ,30(04) : 434-443.
- [46] Xu S ,Yin X ,Li S *et al.* Genomic dissection of population substructure of Han Chinese and its implication in association studies[J]. Am J Hum Genet ,2009 ,85(6) : 762-774.
- [47] Abdulla MA ,Ahmed I ,Assawamakin A ,*et al.* Mapping human genetic diversity in Asia[J]. Science ,2009 ,326(5959) : 1541-1545.
- [48] Wen B ,Li H ,Lu D *et al.* Genetic evidence supports demic diffusion of Han culture[J]. Nature ,2004 ,431(7006) : 302-305.

Cranial Non-metric Evidence for Population Admixture Between East and West Eurasia in Bronze Age Southwestern Xinjiang

ZHANG Jian-bo^{1 2} , WU Xin-hua³ , LI Li-ming^{1 2} , JIN Li^{1 2} , LI Hui^{1 2} , TAN Jing-ze^{1 2}

(1. State Key Laboratory of Genetic Engineering and MOE Key Laboratory of Contemporary Anthropology , Fudan University , Shanghai 200433;

2. Shanghai Society of Anthropology , Shanghai 200433;

3. The Institute of Archaeology , Chinese Academy of Social Sciences , Beijing 100710)

Abstract: Xinjiang , the western-most province of China , was the area where the Oriental met the Occidental , and thus human groups in Xinjiang exhibit different ratios of population admixture and very high genetic diversity. However , few studies have been undertaken to determine when this population admixture began. In this paper , we studied 61 discontinuous traits of 20 skulls from the Bronze Age Liushui graveyard in Keriya County (Katan) in southwestern Xinjiang to examine possible population admixture. Twenty discontinuous traits were used to compare the Katan samples with 53 population samples from various areas of Eurasia and North Africa. These traits included auditory exostosis , lambdoidal ossicle , occipito-mastoid bone , asterionic ossicle ,

parietal notch bone , accessory infraorbital foramen , hypoglossal canal bridging , tympanic dehiscence , accessory mental foramen , condylar canal patent , metopism , precondylar tubercle , paracondylar process , mylohyoid bridging , biasterionic suture vestige , jugular foramen bridging , transverse zygomatic suture vestiges , medial palatine canal , ovale-spinosum confluence and supraorbital nerve foramen.

As the data did not show significant difference between males and females in the same population , we pooled the data of both sexes for each population in the analyses. Frequency comparison indicated that the Katan samples have closer affinities to southeastern Asians , eastern Asians , and southern Asians than to Arctic populations and North Africans. Fisher's exact probability test for the 20 discontinuous traits was performed between the Katan samples and the pooled samples of 12 geographical regions respectively. Few significant differences between these populations were found suggesting that the Katan population might have various origins and be related with peoples from various areas in Eurasia. Genetic distances between the Katan samples and another 53 samples were also analysed using principal components analysis , neighbour-joining tree , and multidimensional scaling base on the Smith's mean measure of divergence. These results indicated that population sample of Katan was mixed by the western and eastern Eurasians with strong similarities to the South Asian population.

Therefore , we have demonstrated that population admixture between east and west Eurasia can be traced back to as early as 1000 BC in southwest Xinjiang.

Key words: Discontinuous Traits; Keriya County; Katan; Physical Anthropology