

柳江人身体大小和形状

——体重、身体比例及相对脑量的分析

刘 武¹, 吴秀杰¹, 李海军^{1,2}

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 发现于广西柳江的更新世晚期人类化石除 1 具完整的头骨外, 还包含有右侧髌骨、胫骨、两段股骨及若干件椎骨。根据各方面的特征分析, 初步认定这些化石属于同一个体。这一有利条件为我们比较准确地获取与该个体身体大小和形状有关的指标数据提供了可能。本文通过对柳江人头骨及复原骨盆的测量, 计算了柳江人的身高、体重、身体比例、相对脑量等。在此基础上分析了柳江人的身体大小和形状。本研究发现: 柳江人化石所代表的个体具有适应温暖气候环境的纤细型身体比例, 代表相对脑量的 EQ 指数 5.602 大于金牛山、山顶洞等中国更新世中、晚期化石人类, 而与包括港川人在内的更新世末期及现代人类的 EQ 指数接近。柳江人体重 52.0kg 小于金牛山、山顶洞、尼安德特人等生活在高纬度地区的化石人类, 而与港川、非洲的 KNM-ER3883、KNM-ER3733 等生活在温暖环境的古人类接近。作者认为这些发现除说明柳江人生活的气候环境外, 还提示柳江人身体大小、比例及相对脑量与更新世末期及现代人类接近。

关键词: 柳江; 人类演化; 身体大小; 身体比例; 相对脑量

中图法分类号: Q981.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3193 (2007) 04-0295-10

1 身体大小及形状与人类演化

在人类出现以来的数百万年里, 化石上所反映的人类生物学特征经历了明显的变化, 如绝对脑量增加、后部牙齿缩小及骨骼粗壮度的减弱等。在这些反映人类演化过程中形态与功能变化的众多特征中, 与身体大小 (body size) 和身体形状 (body shape) 有关的特征在古人类学研究中受到了日益增多的重视。这些特征主要包括体重、身高、身体大小比例及相对脑量等^[1-3]。

体重 (body weight): 体重直接反映了人类身体大小, 与人类生理变化、环境适应、行为等密切相关, 尤其可以为分析脑量大小及牙齿大小 (如巨大牙齿 megadonty) 等特征提供重要的参照基础。有一系列证据显示在上新世—更新世期间, 人类体重变化显著。根据 Ruff 等^[2-4] 的研究, 现代人类平均体重小于大部分更新世时期的人类, 更新世时期人类的平均体重比现代人类重大约 10%。进入更新世晚期以来, 尤其是近 5 万年以来, 也许由于技术的进步, 不再需要硕大的身体, 人类体重开始下降, 这种趋势一直持续到全新世。

相对脑量 (relative brain size): 相对脑量是利用颅容量或脑重量与体重或身体尺寸的比例关系而计算出来的脑量相对大小, 通常用 EQ 指数 (Encephalization quotient) 来表示^[2, 5-6]。

收稿日期: 2007-01-09; 定稿日期: 2007-04-23

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-YW-106); 国家自然科学基金 (40772016, 40772018)

作者简介: 刘武, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员, 主要从事古人类学研究。E-mail: liuwu@ivpp.ac.cn

由于相对脑量体现了脑量与身体大小的比例关系,因而可以更为准确地反映脑量的大小,从而可以客观地体现人类演化过程中大脑与智力的发育水平。

身体比例(body proportion):身体比例是指身体各部位尺寸比例,代表身体相对大小及比例关系。如体重与身体高度或宽度的比例、身体高度与宽度的比例、四肢的相对长度、头与肢体之间的相对比例等。其中代表身体高度与宽度的身高和骨盆宽所构成的身体比例在实际研究中最为常用。一系列研究证实,早期化石人类成员(如南方古猿和能人)身体比例与现代人明显不同。主要表现为上肢大于下肢,身体宽度及体重相对于身高较大。保持这样的身体比例可能是由于这一时期的人类仍保留有一定程度的树栖能力。到大约 150 万年前,人类身体比例已经位于现代人的变异范围。在此以后的人属成员身体比例变异主要是由于对气候及环境的适应所致^[3, 7-9]。Ruff 根据对居住在非洲南部、东南亚、欧洲和接近北极地区的 4 组人群身高和骨盆宽数据的分析发现,居住在非洲地区的居民具有相对高的身材,呈纤细的体型,而生活在北极的因纽特人和阿留申人则呈短粗矮胖的身材^[3]。这样的差别实际上是由于纤细的体型具有相对大的身体表面积,便于散发多余的热量,而短粗的身材使得身体表面积减少有利于在寒冷的环境下保持体温。对古人类身体比例关系的研究也呈现出类似现代人群的表现。生活在高纬度地区的尼安德特人(如 Lapelle-aux-Saints 1 和 Kebara 2)及西班牙的 Atapuerca 具有相对宽的骨盆宽和短的肢体长。而非洲的古人类(如 KNM-WT 15000)则具有较细长的身体^[2-4, 10-11]。

上述这些与人类身体大小和形状相关的特征直接反映了人类在演化过程中与形态和功能有关的大小尺寸的绝对及相对变化。而这些变化产生与当时人类的体质演化,以及生存环境、气候、食物构成与来源、行为模式密切相关。近 20 年来,一些学者对古人类化石材料的体重、身高、身体比例及相对脑量等代表身体大小和形状的特征开展了大量的研究,在此基础上分析论证了一系列与人类演化有关的学术问题。由于发现属于同一个体的古人类头骨与头后骨化石的机会非常少,此前多数研究对相对脑量、身体比例的计算主要依据同一时期人类的平均值,获得数据的可靠性自然会受到一定的影响。因而发现属于同一个体的头骨及头后骨古人类化石对于研究当时人类身体大小及形状具有非常重要的价值。如对肯尼亚 KNM-WT 15000 和中国金牛山人化石的研究为探讨非洲早期直立人及亚洲北部中更新世人类演化提供了重要的信息^[12-13]。

2 柳江人化石及有关的一些问题

广西柳江人类化石包括一具完整的头骨、下 4 个胸椎、全部 5 个腰椎、右侧髌骨、骶骨及两段股骨。根据化石的色泽和石化程度接近以及同时发现头骨和头后骨,吴汝康认为这些化石属于同一个体^[14]。本文作者核对了柳江人化石,注意到除上述相似性外,所有的骨骼解剖部位没有重复出现,尤其髌骨和骶骨的关节面能够很好地吻合对接,因此,这些柳江人化石代表着同一个体。多年来,柳江人一直被认为是华南地区更新世晚期人类的典型代表。然而,现代学术界对与柳江人有关的许多问题还存在很大的争议,主要涉及人类化石的年代、形态特征的进化程度、与山顶洞及其他更新世晚期人类的关系等。最近本文作者通过颅骨形态特征就此开展了一些研究^[15]。有关柳江人身体大小和形状,仅上世纪 80 年代吴新智等利用股骨推断了身高^[16]。而与此相关的其他信息还不清楚。由于柳江人化石包含属

于同一个体的头骨、髌骨和骶骨,这就为我们获取该个体准确的身高、体重、肢体宽度、脑量等数据,并分析柳江人身体大小与形状提供了可能。此外,柳江人化石保留有右侧髌骨和骶骨这一难得的有利条件使我们可以比较准确地复原整个骨盆。基于上述情况,本文在对柳江人骨盆复原的基础上,通过对头骨及骨盆的测量分析,获取与柳江人身体大小和形状有关的一些数据,进而进一步探讨与柳江人演化相关的一些问题。

关于柳江人的性别在不同学者之间尚未取得一致的看法。吴汝康最初的研究认为柳江人化石代表一个中年男性个体^[14]。后来有一些学者提出过化石属于女性的可能。最近吴新智和 Rosenberg^[17-18]又分别对柳江人化石的性别问题做了研究,他们的结果支持柳江人化石属于男性的看法。由于对身体大小的一些计算公式需要区分男女,本文参照多数学者的观点,将柳江人化石作为男性看待。

3 柳江人身体大小与形状

3.1 柳江人身高

柳江人化石包含有两段股骨。吴新智等曾将柳江人股骨残段做了复原,然后借助不同的公式计算出柳江人的身高为 156.69cm^[16]。考虑到不同的方法推断身高都有可能存在一定程度的误差,本文测量了柳江人颅骨周长,参照彭书琳等^[19]建立的通过颅骨推断华南男性身高的公式(身高 = 1.32 × 颅围 + 94.73)也推断了柳江人的身高。我们测得柳江人颅围 537mm,利用公式计算获得柳江人身高为 165.6cm。这一身高数据高于吴新智等通过复原股骨推断的身高。我们将吴新智通过复原股骨推断的柳江人身高及利用颅周长推断的身高的平均值 161.1cm 作为本文使用的柳江人身高参考值。

3.2 身体宽度与身体高度比例

3.2.1 骨盆宽

为了解柳江人身体形状及比例关系的情况;本文选择了代表身体宽度的骨盆宽和身高之比。骨盆宽通常由两侧髂脊间的距离测得。这两点之间的距离代表着人躯体最宽的距离,在活体上也可测量。我们利用柳江人化石保留有属于同一个体的右侧髌骨和骶骨的有利条件,复原了柳江人骨盆(关于柳江人骨盆复原及相关研究将另文专门讨论)。我们在复原后的柳江人骨盆上直接测量了两侧髂脊间宽为 222mm。

3.2.2 躯干宽与身高比例

本文采用在复原骨盆上测量获得的柳江人骨盆宽数据 222mm 及身高数据 161.1cm,计算柳江人骨盆宽/身高指数为 0.138。与表 1 罗列的化石人类及现代非洲和欧洲人骨盆宽/身高指数相比,柳江人的指数与 KNM-WT 15000 及现代非洲人接近,而与金牛山、Kebara 2、现代欧洲人相差较大,说明柳江人具有相对较窄的躯体宽度及较大的身体表面积。

3.3 柳江人体重

推断古人类的体重,根据化石保存状况,有多种方法。这些方法基本上都是根据某一解剖部位尺寸与体重之间的相关关系建立的计算公式。根据一些学者对不同方法的比较^[2,20],通过股骨头最大径、身高和髂脊间宽相结合、眼眶面积这三种途径建立的推断体重公式准确性较高。考虑到每种方法都有一定的误差范围,本文根据柳江人化石保存状况较好的有利条件,分别采用这三种方法推断了柳江人的体重,取其平均值用于本文研究。

表 1 部分身体大小及形状数据

Data of body size and body shape of Liujiang and other fossil hominid and modern populations

标本 Specimens	身高 Stature (cm)	体重 Body weight (kg)	髂脊间宽 Bi-iliac Breadth (cm)	骨盆宽/身高 Bi-iliac/stature (cm)	脑量 Cranial capacity(cc)	相对脑量 Relative cranial capacity (EQ)
Liujiang	161.1	52.0	22.2	0.138	1 402	5.602
Jinnushan	168	78.6	34.4	0.204	1 330	4.150
Upper Cave 101	170.2	95.1			1 500	3.780
Upper Cave 102	166.1	60.5			1 380	4.917
Upper Cave 103	162.7	75.0			1 300	3.942
Dali		45.65				5.30
Minatogawa 1	155	64.4			1 390	4.722
Minatogawa 2	145	45.7	23.2	0.160	1 170	5.188
Minatogawa 3	149	48.9	24.7	0.166		
Minatogawa 4	146	45.6			1 090	4.852
KNM-WT 15000 (estimated adult)	160 (185)	74.7	23 (26.6)	0.144 (0.144)	880 909	2.88
KNM-ER3883		58.8			804	3.16
KNM-ER3773		51.9			848	3.66
AL 288-1	107		25.8	0.241		
STS 14	110		23	0.209		
Kebara 2	170	82.3	31.8	0.187		
Skhul-Qafzeh		66.6 ± 7.0			1 501 ± 45	5.369 ± 0.166
Modern (average)		58.2 ± 7.1			1 349	5.288
Modern Africans	137—175		23.1—26.3	0.148—0.174		
Modern Europeans	156—176		27.4—29.8	0.160—0.188		
Modern, higher latitude		61.2 ± 6.7				5.349 ± 0.555
Late Upper Palaeolithic		62.9 ± 7.6			1 466 ± 35	5.479 ± 0.352
Early Upper Palaeolithic		66.6 ± 7.5			1 517 ± 30	5.467 ± 0.449
Late archaic Homo sp		76.0 ± 5.8			1 489 ± 45	4.984 ± 0.467
Early Late Pleistocene		67.7 ± 7.6			1 354 ± 41	4.682
Late Middle Pleistocene		65.6 ± 12.3			1 186 ± 32	4.198
Middle Middle Pleistocene		71.2 ± 11.3			1 090 ± 38	3.770
Late Early to early Middle Pleistocene		58.0 ± 7.4			856 ± 52	3.400
Early Pleistocene		61.8 ± 8.9			914 ± 45	3.064

注:表中数据除柳江人及山顶洞为本文数据外,分别引自文献[2, 12, 13, 25];

Note: Except for Liujiang, the data of others are cited from references[2, 12, 13 and 25]

3.3.1 股骨头最大径方法

有关学者基于对不同人群标本的研究^[11, 21~22],建立了4个通过股骨头最大径推断体重的公式。其中2个公式建立在男女混合标本的基础上,可用于男女及性别不确定的标本。另外2个公式按男女标本分别计算。本文采用2个男女混合及男性公式分别计算了柳江人的体重。这3个公式是:体重(kg) = 2.239 × 股骨头径(mm) - 39.9(男女混合);体重(kg) = 2.268 × 股骨头径(mm) - 36.5(男女混合);体重(kg) = 2.741 × 股骨头径(mm) - 54.9(男性)。

柳江人仅保存有2件股骨残段,股骨头缺失。因而无法通过直接测量获得股骨头最大径的数据。但柳江人右侧髌骨保留有完整的髌臼结构,可以测得髌臼的尺寸,然后利用股骨

头径与髌臼高之间相关关系的公式^[13](股骨头最大径 = $0.9877 \times \text{髌臼高} - 8.39$)间接获得股骨头最大径数据。我们测得柳江人的髌臼高为 49.5mm,然后借助公式计算获得柳江人股骨头最大径为 40.5mm。在此基础上,分别采用上述 3 公式计算获得柳江人体重如下:柳江人体重-1 = $2.239 \times 40.5 - 39.9 = 50.8\text{kg}$;柳江人体重-2 = $2.268 \times 40.5 - 36.5 = 55.4\text{kg}$;柳江人体重-3 = $2.741 \times 40.5 - 54.9 = 56.1\text{kg}$ 。

3.3.2 身高和髌脊间宽方法

本文采用 Ruff 等^[8]建立的通过身高和髌脊间宽推断体重的男性公式(体重 = $0.373 \times \text{身高} + 3.033 \times \text{髌脊间宽} - 82.5$),将柳江人身高 161.1cm 和髌脊间宽 22.2cm 代入公式,计算获得柳江人体重 44.9kg。

3.3.3 眼眶面积方法

一些研究^[4,6]发现,除以上股骨头最大径以及和身高和髌脊间宽外,通过眼眶面积(眶高 \times 眶宽)推断体重也是一种比较准确的方法,多数学者都采用 Aiello 和 Wood^[20]建立的公式。

$\log \text{体重(未校正)} = 2.47 \times \log \text{眼眶面积} - 2.92$; $\text{体重(未校正)} = 10^{(2.47 \times \log \text{眼眶面积} - 2.92)}$

在此基础上, Aiello 和 Wood 又增加了这一公式的校正系数: SE = 1.03 和 RE = 1.02。

$\text{校正体重} = \text{体重(未校正)} \times (\text{SE} + \text{RE})/2 = 10^{(2.47 \times \log \text{眼眶面积} - 2.92)} \times (1.02 + 1.03)/2$

本文根据柳江人眼眶高平均值 28.85mm,眼眶宽平均值 42.55mm,计算眼眶面积 = $1\,227.5675\text{mm}^2$ 。代入 Aiello 和 Wood 的校正公式,获得柳江人体重 52.6kg。

本文最后将以上 5 项公式计算获得的体重数据的平均值作为柳江人体重的估计值。

柳江人体重 = $(50.8 + 55.4 + 56.1 + 44.9 + 52.6)/5 = 259.8/5 = 52.0(\text{kg})$

3.4 柳江人脑量与相对脑量(EQ)

本文第二作者利用柳江人头骨复制了颅内模,然后采用排水法获得了柳江人的脑量估计值为 1402mL。在此基础上,根据 Martin^[5]对灵长类脑重量与身体重量相关性研究建立的计算 EQ 指数的公式: $\text{EQ} = \text{脑重}/(11.22 \times \text{体重}^{0.76})$ 计算了柳江人的 EQ 指数。其中的脑重量,按照 Maritn 提供的脑重量与脑量之间的关系公式, $\text{脑重量} = 1.147 \times \text{脑量}^{0.967}$,根据柳江人脑量 1402mL,计算其脑重量 = $1.147 \times 1402^{0.967} = 1266.1(\text{g})$ 。在此基础上,按照已经获得的体重 52.0kg,计算获得代表柳江人相对脑量的 EQ 指数为: $1266.1/(11.22 \times 52.0^{0.76}) = 5.602$ 。

4 讨论

4.1 柳江人的体型

研究^[2-4]证实,人类身体形状(或体型),尤其是反映身体相对表面积大小的身体高度与宽度的比例、肢体长度与身体宽度的比例与生存环境的气候有密切的关系。居住在高纬度较寒冷地区的人类一般身体比较短粗,使得相对体表面积较小,以便于保持体温。而生活在低纬度炎热地区的人类一般具有相对纤细的体型或较大的身体表面积,便于散发热量。有关学者^[2,7-8,11-12]对更新世人类身高、体重、肢体长度、骨盆尺寸等反映身体大小和比例关系的指标的研究显示,现代人类身体形状与气候关系的表现特点在更新世时期,甚至更早的化石人类就有相似的表现。本文采用代表身体宽度的骨盆宽(髌脊间宽)与身高之比研究了柳江人的身体形状并与一些化石人类及现代人群数据进行了对比。结果显示柳江人骨盆宽/身高指数(0.138)小于生活在寒冷地区的化石人类,如金牛山人(0.204)、尼安德特人 Kebara

2 (0.187), 而与居住在温暖或炎热地区的化石人类接近, 如港川人 (0.160—0.166)、KNM-WT15000 (0.144)。与现代人群相比, 柳江人的骨盆宽/身高指数与生活在低纬度的现代非洲人接近 (0.148—0.174), 而与居住在高纬度的现代欧洲人差别较大 (0.160—0.188)。这些数据对比显示无论与化石还是与现生人类相比, 柳江人均呈现相对较为纤细的体型, 说明柳江人具有相对较大的体表面积, 生活环境气候温暖。图 1 展示了本文作者在 Ruff^[8] 的基础上重新绘制的身高与骨盆宽/身高指数在不同现代人群及包括柳江在内的部分化石人类分布情况。图中的三条虚线从下到上分别代表了骨盆宽数值为 23、27、30cm 标本的分布范围。图 1 显示现代人群按自然地理区域有明显不同的分布。北亚及欧洲人群与东南亚及非洲人群大致分为两组, 生活在寒冷地区的人群具有较宽的骨盆。本文分析的一些化石标本呈现出与现代人类完全相同的趋势, 柳江、港川及一些非洲化石人类的骨盆宽均小于 30cm, 而金牛山及尼安德特人 (Kebara 2) 具有宽阔的骨盆, 与北亚及欧洲人群接近。

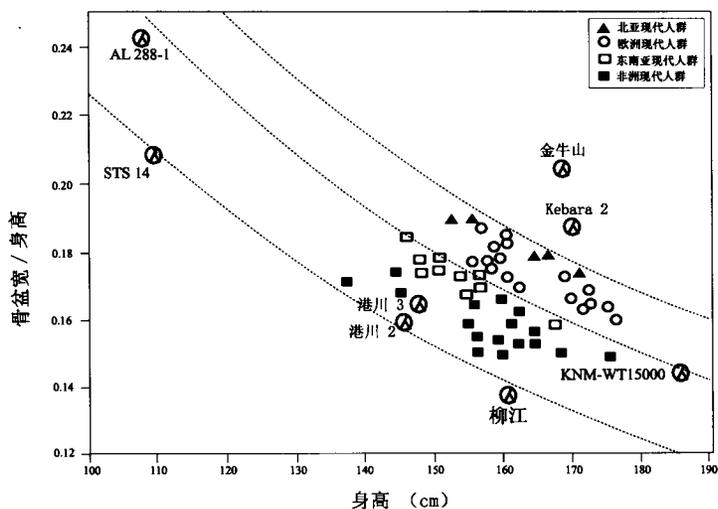


图 1 身高及骨盆宽数据在一些现代人群及化石人类的分布(根据文献[8]插图修改)

Variation in bi-iliac breadth and stature in living populations and some fossil hominids (modified after Ruff[8])

4.2 相对脑量

脑量在整个人类演化过程中呈明显增加趋势, 是研究人类演化变化、智力发展水平、不同区间人类演化模式及差别的重要指标。然而, 进入人类演化较晚期的阶段, 尤其是在解剖结构日趋现代的晚期智人以后, 人类脑量的绝对值与现生人类脑量的变异范围几乎完全重合, 仅仅使用绝对脑量在研究这一时期人类演化的价值非常有限。因而, 近年一些学者强调在研究人类脑演化时不仅要考虑绝对脑量, 而且要更加关注相对脑量的作用^[2-4,6]。尽管常用的相对脑量指标 EQ 指数的大小在很大程度上受体重的影响, 并且体重的推断受保存的解剖部位的限制有一定的误差, 但一系列研究显示在整个人类演化过程中 EQ 指数变化较绝对脑量明显且更具规律性, 尤其在更新世中、晚期人类差别较绝对脑量明显。根据 Rightmire^[6] 对一些化石人类相对脑量的研究, 采用不同体重数据计算获得的 EQ 指数尽管有所差别, 但所揭示出的总体趋势大致相同。

以往多数相对脑量的估计都是使用属于不同个体的脑量和身体大小数据, 这样得到的

相对脑量有很大的误差。柳江人化石保存有属于同一个体的头骨和头后骨,这就为我们分析这一个体身体大小与脑量之间的关系提供了一个难得的机会。根据本文计算,代表柳江人相对脑量的 EQ 指数为 5.602,这一数据略高于 Ruff 等^[2] 学者提供的旧石器时代晚期人类 EQ 指数的变异范围 5.467—5.479,也高于现代人的平均值 5.288。金牛山人也保留有属于同一个体的头骨和髌骨, Rosenberg 等^[13] 据计算获得的金牛山人 EQ 指数为 4.150,明显低于柳江人的 EQ 指数。与其它东亚地区更新世晚期人类相比,柳江人 EQ 指数明显高于山顶洞三件头骨的 EQ 指数,而与港川人接近,尤其与港川 2 号(5.188)接近。

由于 EQ 指数本身仍然有一定的局限性, Ruff^[2] 采用对数转换后的脑量及体重分别对这些数据在更新世晚期主要化石个体间进行了对比分析,试图在消除数据干扰的情况下分析脑量和体重对更新世晚期人类相互关系的影响。本文为从另一侧面分析柳江人相对脑量与其他化石人类的差异情况,在 Ruff 等的基础上,添加了柳江及其他一些化石人类的脑量及体重数据。从图 2 展示的结果看,以黑色方形为代表的包括 Skhul-Qafzeh 在内的旧石器时代晚期人类与以十字为代表的晚期古老型智人及时代偏早的更新世晚期人类大致呈两组分布,两组的主要差别体现在时代较早的人类脑量略小,但身高在两组差别不大。柳江与时代较晚的人类接近,而金牛山、山顶洞则与时代偏早的化石组群分布在一起,山顶洞 102 号除外。港川的分布位置居中。这样的结果一方面与这些化石所处的地理位置相一致,如金牛山、山顶洞位于华北,而柳江地处华南,港川的纬度居中。另一方面,山顶洞 101 和 103 在图中的位置偏离柳江的结果与作者最近对柳江人与山顶洞人头骨形态对比的发现一致。

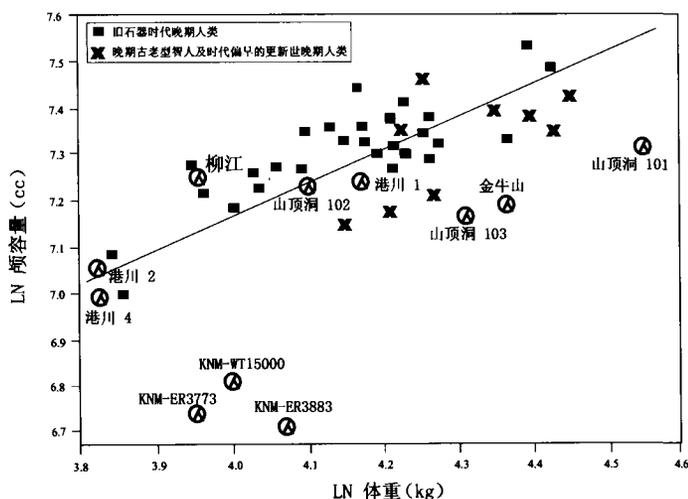


图 2 对数转换后的脑量与体重数据在不同时代化石人类的分布(根据文献[2]插图修改)

Log-transferred brain mass versus body mass in some Pleistocene hominids (modified after Ruff^[2])

4.3 体重

根据有关学者^[2-4] 的研究,整个更新世时期人类体重呈下降趋势,尤其近 5 万年来体重下降迅速,至更新世末与现代人已无明显差别。体重在现代人群呈现与身体形状大致相同的气候适应性分布格局。根据 Ruff^[8] 对部分现代人群及化石人类身高及体重数据的分析结果(图 3),如果以北纬 30°作为划分高纬度与低纬度人群的界限,则生活在高纬度地区的现代人群在相同身高的情况下较低纬度人群具有更大的体重。本文在此基础上增加了部分化

石人类身高及体重数据,结果也呈同样的分布特点。图 3 显示,居住在北纬 30°以北的尼安德特人、金牛山人、山顶洞人均位于高纬度现代人群的范围。其中山顶洞 101、103、Kecbara 2、金牛山都接近于现代高纬度人群的体重上限范围。另一方面生活在北纬 30°以南的柳江、KNM-WT15000 均位于南部人群的范围。值得注意的是除港川 1 号位于北部人群范围外,另外 3 件港川标本都分布在代表北纬 30°的斜线附近,但更靠近柳江。我们认为这样的结果无论对现代人群,还是对化石人类都符合这些标本地域的差别。

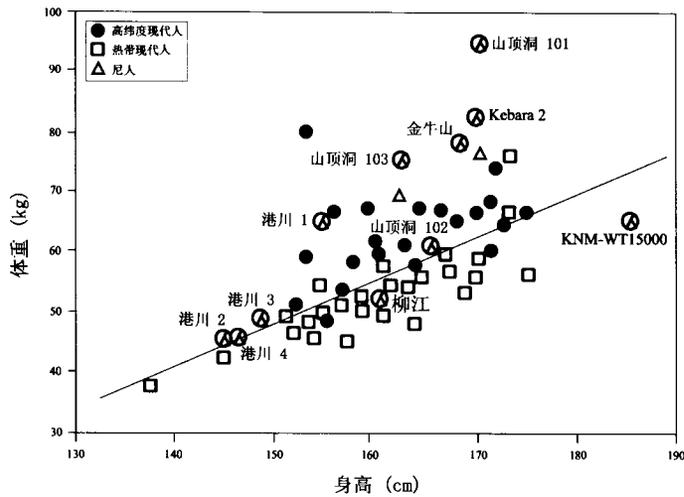


图 3 体重与身高在不同现代人群及部分化石人类的分布(根据文献[8]插图修改)

Estimated body weight relative to stature in some modern populations and fossil hominids (modified after Ruff[8])

4.4 柳江人身体大小与柳江人演化的一些问题

如前述,发现柳江人化石以来的 40 余年里,开展的相关研究主要集中在化石形态特征及年代两方面^[14-18,23]。由于无法确定出土人类化石的确切层位,学术界对柳江人的生存年代一直存在争议。不同年代数据相差很大,如最近沈冠军根据对柳江人化石洞穴堆积的重新分析和年代测定,提出柳江人化石的年代有可能早于距今 15.3 万年^[23]。对柳江人化石特征表现特点及其意义也有不同的认识^[14-15,24]。作者认为迄今为止对柳江人化石特征及年代测定的研究仅提供了论证与柳江人演化有关问题的部分信息,进一步论证与柳江人有关的问题还需要更多的证据。本文对柳江人体重、身体比例及相对脑量等身体大小与形状指标的研究可以从另一侧面提供与此相关的信息。由于柳江人化石保存有属于同一个体的头骨、髌骨、骶骨,使得我们可以比较准确地计算柳江人身体大小与形状的一些指标数据。根据本文研究,柳江人化石所代表的个体具有适应温暖气候环境的纤细型身体比例,代表相对脑量的 EQ 指数 5.602 大于山顶洞、金牛山等中国更新世中、晚期化石人类,而与包括港川 2 号在内的更新世末期及现代人类的 EQ 指数接近。柳江人体重 52.0kg 也小于金牛山、山顶洞、尼安德特人等生活在高纬度地区的化石人类,而与港川、非洲的 KNM-ER3883、KNM-ER3733 等生活在温暖环境的古人类接近。作者也意识到与柳江人在身体形状相似的非洲古人类,如 KNM-ER3883、KNM-ER3733、KNM-WT15000 的生存年代都在距今 100 万年以上。它们彼此之间在身体大小比例方面的相似或差别程度也许存在着演化变化的影响。但这种影响的程度有多大目前还不清楚,也没有相关的研究。而有一系列研究证实气候环境造成

的生活在不同地理区域的现代人群在身体形状方面的差异在相关地区的古人类有相似的表现,因而有学者认为这种体型上的差异在更新世早期就已经形成。在未来的研究中,有必要进一步深入分析演化变化及环境因素对不同时代人类身体形状的影响。

此前对柳江人头骨特征的研究^[15]发现柳江人多数头骨形态特征位于现代中国人的变异范围,柳江人在形态进化上与现代中国人非常接近。本文的研究除论证柳江人身体大小及形状的各项指标适应温暖气候环境外,也提供了与柳江人演化有关的重要信息,即柳江人身体大小、比例及相对脑量与更新世末期及现代人类接近,为论证柳江人演化地位及生存年代提供了新的证据。作者认为本研究提供的身体大小、比例及相对脑量等证据与对头骨形态研究的发现一致,也不支持柳江人较早的生存年代。

参考文献:

- [1] Pilbeam D and Gould S. Size and scaling in human evolution[J]. *Science*, 1976, 186: 892-901.
- [2] Ruff C, Trinkaus E, Holliday T. Body mass and encephalization in Pleistocene *Homo*[J]. *Nature*, 1997, 387: 173-176.
- [3] Ruff C. Variation in human body size and shape[J]. *Annual Review of Anthropology*, 2002, 31: 211-232.
- [4] Kappelman J. The evolution of body mass and relative brain size in fossil hominids[J]. *Journal of Human Evolution*, 1996, 30: 243-276.
- [5] Martin R. Relative brain size and basal metabolic rate in terrestrial vertebrates[J]. *Nature*, 1981, 293: 57-60.
- [6] Rightmire G. Brain size and encephalization in early to middle Pleistocene *Homo*[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2004, 124: 109-123.
- [7] Ruff C. Climatic adaptation and hominid evolution: the thermoregulatory imperative[J]. *Evolutionary Anthropology*, 1993, 2: 53-60.
- [8] Ruff C. Morphological adaptation to climate in modern and fossil hominids[J]. *Yearbook of Physical Anthropology*, 1994, 37: 65-107.
- [9] Ruff C. Biomechanics of the hip and birth in early *Homo*[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1995, 98: 527-574.
- [10] Ruff C. Climate body size and body shape in hominid evolution[J]. *Journal of Human Evolution*, 1991, 21: 81-105.
- [11] McHenry H. Body size and proportions in early hominids[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1992, 87: 407-431.
- [12] Ruff C and Walker A. Body size and body shape [A]. In: Walker A and Leakey R (Eds). *The Nariokotome Homo erectus Skeleton*. Cambridge: Harvard University Press, 1993: 234-265.
- [13] Rosenberg K, Lu Z, Ruff C. Body size, body proportions, and encephalization in a middle Pleistocene archaic human from northern China[J]. *PNAS*, 2006, 103: 3552-3556.
- [14] 吴汝康. 广西柳江发现的人类化石[J]. *古脊椎动物与古人类*, 1959, 1: 97-104.
- [15] 刘武, 吴秀杰, 汪良. 柳江人头骨形态特征及柳江人演化的一些问题[J]. *人类学学报*, 2006, 25: 177-194.
- [16] 吴新智, 张振标, 张建军. 柳江化石智人的身高[J]. *人类学学报*, 1984, 3: 210-211.
- [17] 吴新智. 柳江化石人髌骨的性别判断[J]. *人类学学报*, 1997, 16: 107-111.
- [18] Rosenberg K. A late Pleistocene human skeleton from Liujiang, China suggests regional Population variation in sexual dimorphism in the human pelvis[J]. *Variability and Evolution*, 2002, 10: 5-17.
- [19] 彭书琳, 朱芳武. 对华南地区男性成年颅骨、锁骨、肩胛骨和髌骨与身高关系的研究[J]. *人类学学报*, 1983, 2: 253-259.
- [20] Aiello L, Wood B. Cranial variables as predictors of hominine body mass[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1994, 95: 409-426.
- [21] Ruff C, Scott W, Liu A. Articular and diaphyseal remodeling of the proximal femur with changes in body mass in adults[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1991, 86: 397-413.
- [22] Grine F, Jungers W, Tobias P, et al. Fossil *Homo* femur from Berg Aukas, Northern Namibia[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1995, 97: 151-185.
- [23] Shen Guanjun, Wang Wei, Wang Qian, et al. U-Series dating of Liujiang hominid site in Guangxi, Southern China[J]. *J Hum*

Evol, 2002, 43: 817-829.

- [24] Brown P. The first Mongoloids?: Another look at Upper Cave 101, Liujiang and Minatogawa 1 [J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 1998, 17: 255-275.
- [25] Suzuki H, Hanihara K. The Minatogawa Man——The Upper Pleistocene Man from Island Okinawa [M]. Tokyo: University of Tokyo Press, 1982, 1-208.

Body Size and Shape in a Human Fossil from Liujiang, South China

LIU Wu¹, WU Xiu-jie¹, LI Hai-jun^{1,2}

(1. *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;*
2. *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

Abstract: The late Pleistocene human fossils found in Liujiang, Guangxi Zhuang Autonomous Region, south China, include a complete cranium, right os coxae, sacrum, two femoral fragments and several vertebrae. Since there is no duplication of skeletal elements, the joint surfaces of adjacent bones articulate comfortably and there is a similar texture in the bones, we are confident that a single individual is represented. This somewhat complete discovery makes the calculation of body size, body proportions and relative cranial capacity (or encephalization quotient) more reliable than if the remains were fragmentary. In this study, we calculate stature, body breadth, body weight, EQ index, and body proportion for Liujiang based on measurements of the cranium and reconstructed pelvis. In addition, body size and shape are also analyzed. Our results indicate that the Liujiang individual has body proportions (i.e., body height relative to body breadth) typical of a warm-adapted population. The encephalization quotient of 5.602 is larger than that of other middle and late Pleistocene humans like Zhoukoudian Upper Cave and Jinniushan, and is closer to those of Minatogawa 2 and modern human populations. Body weight is calculated at 52.0 kg for Liujiang, which is also smaller than those of fossil humans living in higher latitude like Jinniushan, Zhoukoudian Upper Cave and European Neanderthals, but closer to those of Minatogawa, KNM-ER 3883 and KNM-ER 3733 who all lived in warmer climatic regions. The results of this study show that body size, body proportions and relative cranial capacity (EQ) of the Liujiang individual resemble Pleistocene and modern humans.

Key words: Liujiang; Human evolution; Body size; Body proportion; Encephalization