基础研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.000683

颅骨骨性标志点对称性研究及其法医人类学意义

徐吕子[1]，万立华[1]，吕　宙[1]，唐　瑞[1]，沈　厉[2]
（1. 重庆医科大学基础医学院法医学教研室，重庆　400016；2. 重庆医科大学附属大学城医院眼科，重庆　400016）

[摘　要]目的：对颅骨 11 项骨性标志点对称性进行研究，确定其偏移范围。方法：采用颅像重合仪采集已标定骨性标志点的 84 枚男性颅骨、21 枚女性颅骨图像，并制作所有图像的水平反转像。将原始像与反转像以颅骨中线为基准进行重合，测量反转像与原始像骨性标志点之间的距离。结果：在 11 项骨性标志点中，额颞点、眶额颧点、颞额颧点、眶外结节对称性最好，偏移范围在 1 mm 左右，是对破碎或残缺不全颅骨修复的优秀标志点。结论：额颞点、眶额颧点、颞额颧点、眶外结节对称性好，可以用于对破碎或残缺不全颅骨的颅像重合，是对颅骨进行修复及校正良好指标。

[关键词]颅像重合；破碎颅骨；残缺不全颅骨；颅骨修复与校正
[中图分类号]R86　　[文献标志码]A　　[收稿日期]2015-02-02

Bony landmark's symmetry on skull and its significance in forensic anthropology

Xu Lyuzi[1]，*Wan Lihua*[1]，*Lyu Zhou*[1]，*Tang Rui*[1]，*Shen Li*[2]
（1. *Department of Forensic Medicine，College of Basic Medicine，Chongqing Medical University*；
2. *Department of Ophthalmology，University-Town Hospital of Chongqing Medical University*）

[Abstract]***Objective*** To study of symmetry of 11 bony landmarks on skull and the skewing scope. ***Methods*** Photographic superimposition was used to capture skull's photograph of 84 males and 21 females. All the photographs were flipped horizontally as a group of new photograph. The new one was superimposed on the original one to measure the distance between the same landmarks. ***Results*** There were 4 bony landmarks (lateral orbital tubercle，fronlomalare orbitale，ronlomalare temporal and frontotemprale) with best symmetry which rang less than 1 mm. ***Conclusion*** The symmetry of 4 bony landmarks (lateral orbital tubercle，fronlomalare orbitale，ronlomalare temporal and frontotemprale) is good，and can be used to revise the broken skull and help to repair incomplete skull in photographic superimposition.

[Key words]photographic superimposition；broken skull；incomplete skull；repair and correction of broken skull

颅像重合技术（superimposing）又称颅相重合技术，是将未知身源的颅骨和失踪者在失踪前的照片，在一个特殊的装置上使二者的影像按照相同的偏转、俯仰角度、焦距等进行重叠，以重叠时能否达到解剖关系的一致来确定颅骨与照片是否为同一人的一种技术，是个体识别的一种经典方法[1]。自 1935 年 Glaister 采用颅像重合法在著名的“拉格斯通夫人碎尸案”中进行身源鉴定以来，颅像重合就一直是身源鉴定时常用的方法[2]。尽管 80 年代以来，DNA 个体识别技术飞速发展并广泛应用，颅像重合技术在未知名尸体的个人识别中的作用有所下降[3]，但在高度腐败、白骨化尸体以及某些杀人碎尸的恶性案件中，因为无法提取到死者的 DNA，颅像重合技术这时就是确认死者身源的唯一可使用方法。同时，由于近年来法医学知识的广泛传播，犯罪嫌疑人反侦察能力不断提高，杀人碎尸的恶性案件中，不仅 DNA 难以提取，可以用于身源认定的颅骨也被严重破坏。在此背景下，万立华[4]等人提出，破碎残缺的颅骨经过“对称移填”及修复后，采用正面 23 项指标+3 项校正指标可以对破碎、残缺不全颅骨进行身源鉴定。颅骨对称性是指颅骨中线两侧成对的骨

作者介绍：徐吕子，Email：xulvzi@vip.qq.com，
研究方向：法医人类学、法医现场学。
通信作者：万立华，Email：ccfw@cqmu.edu.cn。
基金项目：重庆市科委攻关计划资助项目（编号：CSTC2007AA0007-9）。
优先出版：http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1046.r.20150708.2313.010.html（2015-07-08）

性标志点轴对称的程度，是对破碎、残缺不全颅骨的校正指标之一。对称性好的标志点可以指导和帮助对破碎或残缺不全的颅骨进行修复或修补，并对修复后的颅骨上变形或偏移的标志点进行校正，增加颅像重合和颅面复原的准确性。因此，首先要先对颅骨标志点的对称性进行研究。本文通过对 105 枚颅骨进行研究，确定颅骨骨性标志点的对称性，从而达到利用标志点对破碎和残缺不全的颅骨进行复原及校正。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 颅骨标本 本研究所用的 105 枚颅骨由重庆市公安局、重庆医科大学法医学教研室提供。由于颅骨第三期生长通常为 14~16 岁至 20~23 岁[1]，在此期间，额部前突、乳突及眉弓发育生长迅速，下颌角会向外展开，可能影响数据的准确性，而 23 岁以后颅骨基本定型。因此仅选取推测年龄下限大于 23 岁的颅骨进行研究。所有的颅骨经人类学方法（对牙齿的磨损程度、颅骨性别判断方程、下颌骨指数的形态学进行观察）[5-8]评估、卷宗资料调查（尸体发现时衣着及遗物）等方法确定或推测性别、年龄。105 枚颅骨中，男性 84 枚，女性 21 枚。其中推测年龄在 25~45 岁左右的颅骨 73 枚（其中男性 58 枚，女性 15 枚），45~65 岁左右的颅骨 27 枚（其中男性 22 枚，女性 5 枚），年龄 65 岁以上的 5 枚（男性 4 枚，女性 1 枚）。由于受到颅骨标本自身因素的限制，无法对年龄作更为详细分组。

1.1.2 实验仪器 TLGA-001 型颅像重合测量仪（购自铁岭市公安部 213 研究所），颅骨测量工具箱（刻度尺测量精度 0.1 mm，游标卡尺精度 0.01 mm）。

1.2 实验方法

1.2.1 颅骨标本的处理 所有颅骨标本使用前，首先对其进行清洁、消毒处理，部分带有少量软组织的标本通过煮沸法剥离颅骨表面及颅腔内的软组织并消毒、烘干。

1.2.2 标志点的标定与测量 颅骨标志点的标定与测量采用《人体骨骼测量方法》[9]中的相关规定，对颅骨正面测点进行标记并测量，测点大小为直径 0.4 mm。标记颅顶点、眉间点、鼻尖点、鼻棘点、颏下点 5 点，与该 5 点垂线距离最短的直线确定为颅骨正中线。测定的 11 个骨性标志点分别为：①眶上孔点；②眶外缘点；③眶外结节；④眶额颧点；⑤颞额颧点；⑥额颞点；⑦眶下点；⑧颧点；⑨眶下孔点；⑩下颌角点；⑪颏孔点。各骨性标志点模式图如图一。将颅骨测量仪的颅骨固定器三角形铁钩从枕骨大孔穿入待测颅骨，旋紧固定器使固定钩伸展，直至颅骨固定器与颅骨之间紧密连接且无法移动。将颅骨固定器与颅像重合测量仪颅骨放置平台连接，旋紧螺丝，保证颅骨姿态的变动只受颅像重合仪驱动马达控制。通过遥控器控制颅骨放置平台，使颅骨呈眼耳平面（Ohraugen-ebene，OAE）姿态，控制俯仰角度以及偏转角度为 0°~5°。将标尺用铁架固定在颅骨上方，与眼眶齐平。依据说明书使用颅像重合仪距离颅骨 2 m 进行摄像，使所有的骨性标志点、标尺处于相对平行区内。

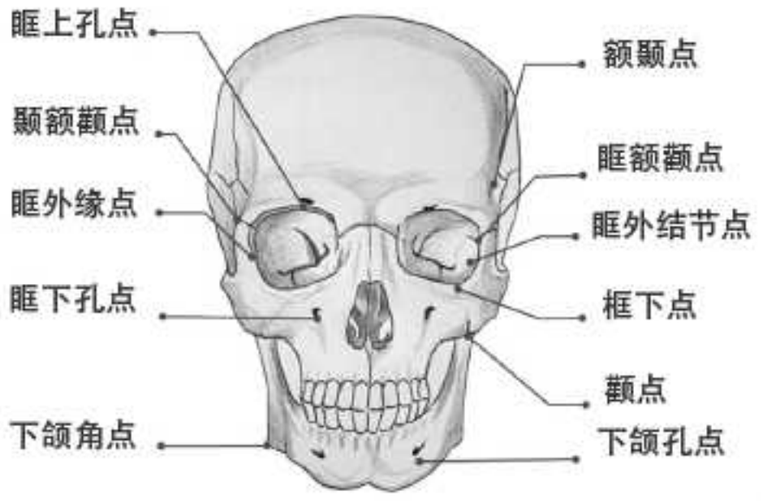


图 1 颅骨骨性标志点示意图

Fig.1 Bony landmarks on skull

1.2.3 颅骨反转像的制作及测量 将获取的颅骨照片输入 Adobe Photoshop cs6 软件内，利用图像工具将原始图像作水平翻转，制作成颅骨的水平反转图像。用内置的颜色选取工具选取反转像上标志点颜色（标志点为黑色），用颜色替换工具将标志点颜色替换成红色。制作好的反转像覆盖于原始像上，并以正中线为基准进行重合，并将反转像不透明度设置为 25%。放大图像至 500%，使用形状工具以绘制圆形使之恰好能覆盖标志点，并标定圆形中心。以原始像上的骨性标志点为原点，测量反转像与原始像上骨性标志点圆形中心之间的像素数量，每个标志点测量 3 次，取平均值，并通过精度为 0.1 mm 的标尺进行换算得到实际长度。由于原始像与反转像重合后，反转像颅中线两侧成对骨性标志点到原始像上相应标志点的距离相同，因此只记录反转像颅中线左侧（反转前的右侧）标志点到原始像颅中线左侧相应标志点的距离。

1.3 统计学处理

数据使用 Excel 2013，SPSS17.0 进行处理。男性颅骨和女性颅骨的反转像与原始像标志点之间距离的距离采用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示。采用 t 检验对男、女标志点偏移的 2 组数据进行处理，并分析男性颅骨、女性颅骨的 95%可信区间、95%参考范围，检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结 果

2.1 标志点在男女之间的差异

见表 1，单位为毫米（mm）。经 t 检验分析，除下颌角点外，颅骨其余骨性标志点男女之间均无统计学差异（$P>0.05$）。下颌角点男女之间有统计学差异（$P<0.05$），这可能是由于女性下颌角间宽较男性窄，导致的偏移较男性小的原因。

表 1　颅骨标志点平均偏移值（$\bar{x}\pm s$）

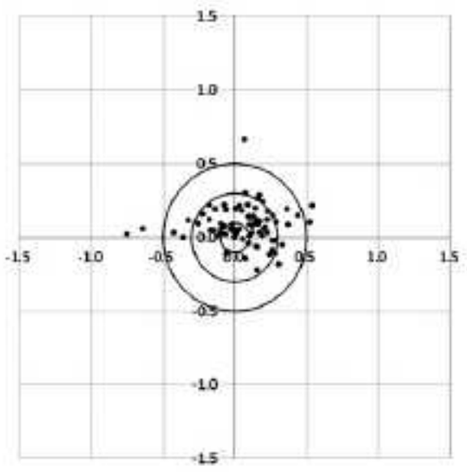
Tab.1　Average excursion of bony landmarks on skull（$\bar{x}\pm s$）

标志点	男	女	t 值	P 值
眶上孔点	2.25± 1.45	1.77± 0.64	1.477	0.071
眶外缘点	1.23± 0.65	1.14± 0.55	0.583	0.280
眶外结节	1.03± 0.67	0.97± 0.41	0.391	0.348
眶额颧点	0.82± 0.45	0.86± 0.34	-0.380	0.352
颞额颧点	0.76± 0.39	0.75± 0.34	0.108	0.457
额颞点	0.76± 0.42	0.63± 0.32	1.324	0.094
框下点	1.66± 0.88	1.95± 0.95	-1.330	0.093
颧点	2.22± 1.24	2.39± 1.26	-0.560	0.288
眶下孔点	1.65± 1.17	1.53± 0.79	0.445	0.329
下颌角点	3.86± 2.45	2.60± 1.49	2.250	0.013
颏孔点	4.88± 2.50	4.47± 2.21	0.687	0.247

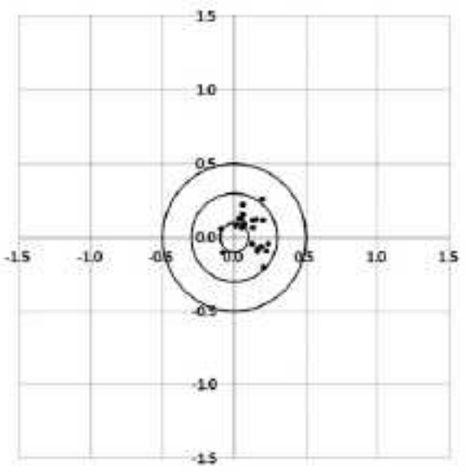
注：除下颌角点外，其余各骨性标志点男女之间无统计学差异 $P>0.05$）

2.2　颅骨各标志点偏移情况

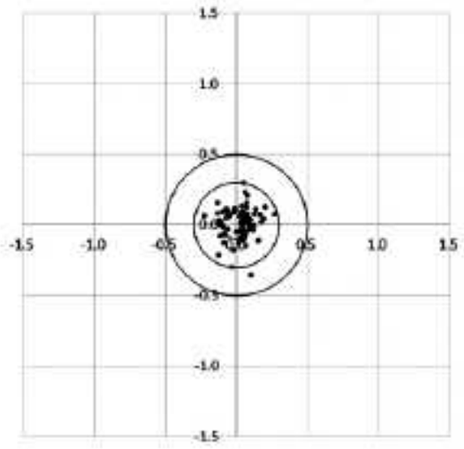
图 2~7 是各骨性标志点散点图。原点表示原始像骨性标志点，黑点表示反转像与原始像骨性标志点之间的相对距离。图中的 3 个圆半径分别为 1 mm、3 mm、5 mm。颅骨上的 11 个骨性标志除颌下角点、颏孔点外，其余 9 个标志点对称性较好。其中，额颞点、眶额颧点、颞额颧点、眶外结节及额骨颞脊曲线在大部分样本上，偏移都在 1 mm 以内，对称性最佳，是全颅中对称性最好的标志点。尤其是额骨颞脊，几乎完全对称。因此，上述标志点属良好的校正指标 颧点和眶下孔点的对称性较前者差，但对眼眶以下部分的修复校正有重要的作用 ;而下颌部分的下颌角点及颏孔点，可能由于下颌骨在拼接时人为误差的原因，测量时偏差较大。



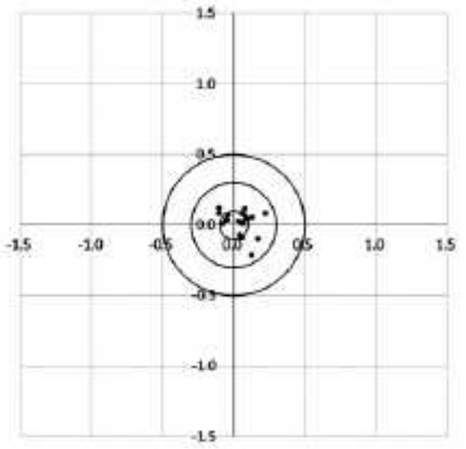
A. 眶上孔点



B. 眶上孔点（女）



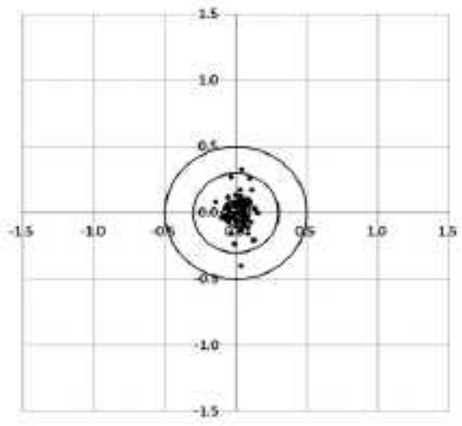
C. 眶外缘点（男）



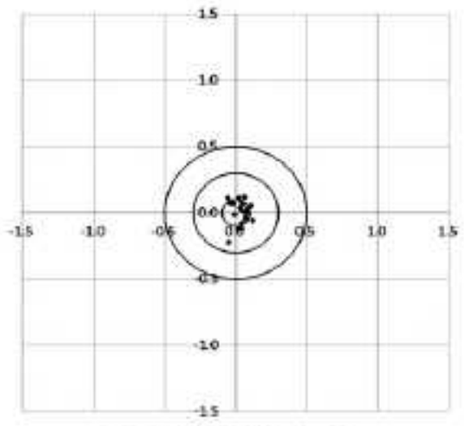
D. 眶外缘点（女）

图 2　眶上孔点、眶外缘点散点图

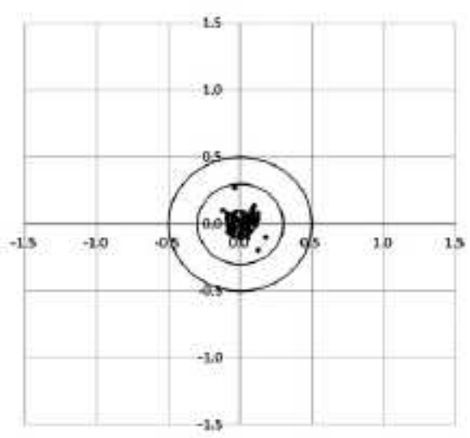
Fig.2　Scatter diagram of supraorbital foramenand ektokonchion



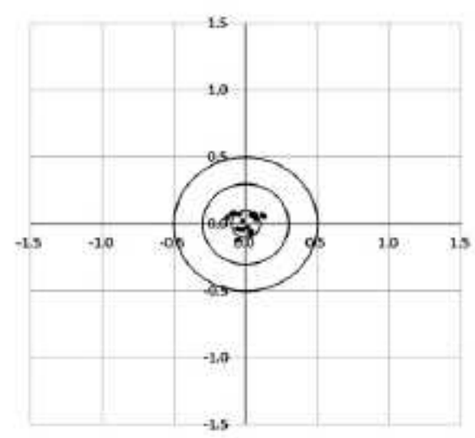
A. 眶外结节（男）



B. 眶外结节（女）



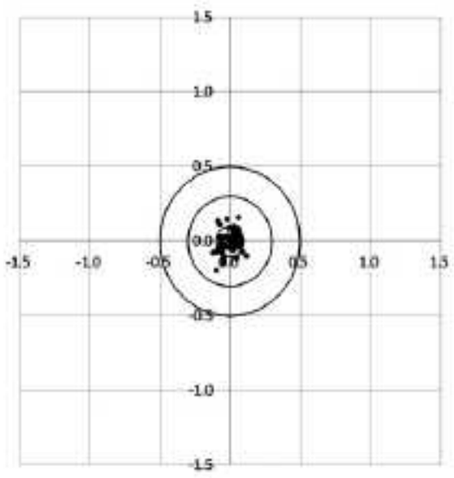
C. 眶额颞点（男）



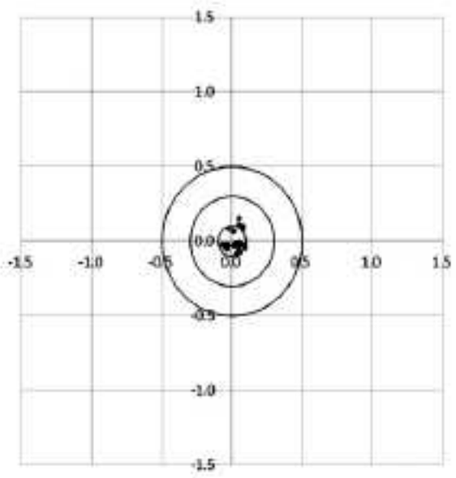
D. 眶额颞点（女）

图 3　眶外结节、眶额颞点散点图

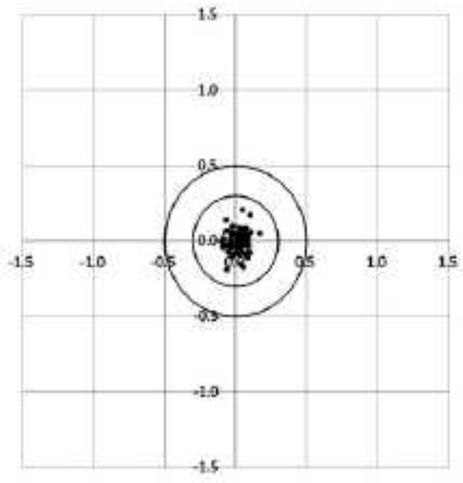
Fig.3　Scatter diagram of lateral orbital tubercleand fronlomalare orbitale



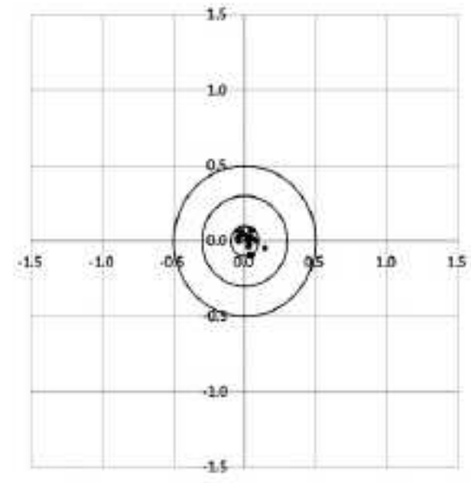
A. 额颞额点（男）



B. 额颞额点（女）



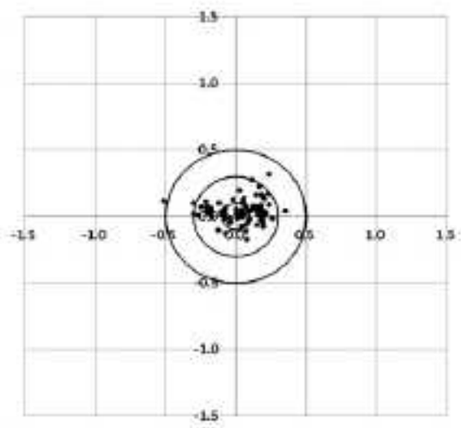
C. 额颞点（男）



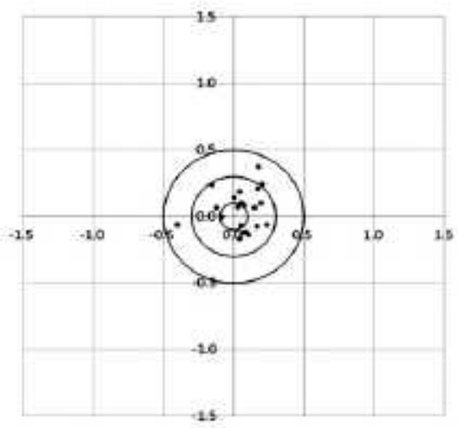
D. 额颞点

图 4　颞额颧点、额颞点散点图

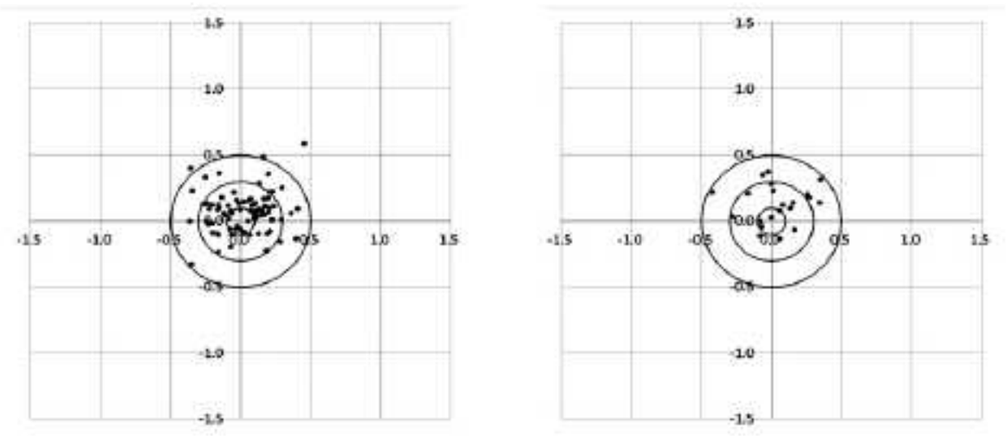
Fig.4　Scatter diagram of fronlomalare temporaland frontotemprale



A. 眶下点（男）



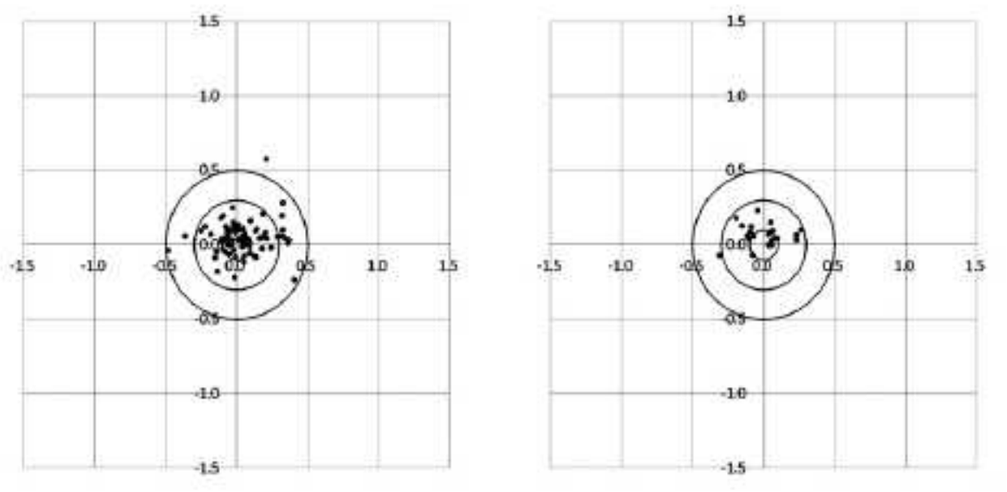
B. 眶下点（女）



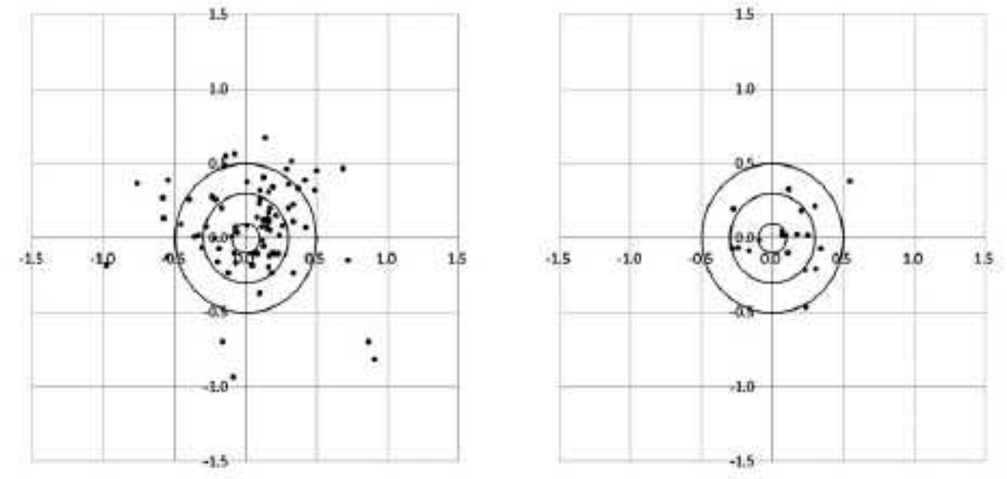
C. 颞点（男） D. 颞点（女）

图 5 眶下点、颞点散点图

Fig.5 Scatter diagram of orbital and krotaphion



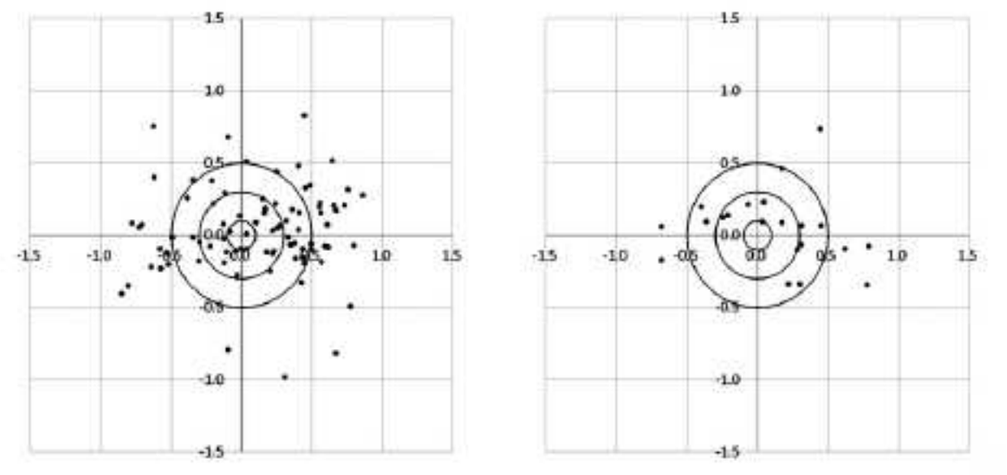
A. 眶下孔点（男） B. 眶下孔点（女）



C.下颌角点（男） D.下颌角点（女）

图 6 眶下孔点、下颌角点散点图

Fig.6 Scatter diagram of foramina infraorbitale and gonion



A. 颏孔点（男） B. 颏孔点（女）

图 7 颏孔点散点图

Fig.7 Scatter diagram of mentale

2.3 颅骨各骨性标志点偏移程度的 95%可信区间

各骨性标志点偏移的可信区间见表 2，可信区间是对总体样本的均值进行估计，反应了颅骨的对称性。根据本研究发现，颅骨的可信区间并不包括 0，即一般来说，颅骨并非严格的左右对称，采用左右镜像对称来修复颅骨时，修复后的标志点与原标志点存在一定的偏移。有的标志点偏移过大，若直接采用镜像对称来修复，会直接重合时偏移过大而失败。

2.4 颅骨各骨性标志点偏移程度的 95%参考范围

各骨性标志点偏移的参考区间见表 3，由于部分骨性标志点对称性好，在某些标本上偏移可能为 0，故采用单侧 95%计算标志点偏移的参考范围。一般来说，偏移不超过 2 mm 时，可以进行同一认定；若大于 2 mm，小于 4 mm，则不能排除颅骨与相片为同一人[4]。因此，若标志点偏移参考范围小于 2 mm 时，可以用作颅骨修复校正标志点，若大于 2 mm，小于 4 mm，则只能用于修复时的参考，若大于 4 mm，使用进行校正时需要谨慎。

表 2 颅骨各骨性标志点可信区间（单位：mm）

Tab.2 Credibility interval of bony landmarks on skull（unit:mm）

标志点	男	女
眶上孔点	(1.93,2.57)	(1.44,2.10)
眶外缘点	(1.09,1.37)	(0.99,1.29)
眶外结节	(0.89,1.17)	(0.82,1.12)
眶额颧点	(0.72,0.92)	(0.76,0.96)
颞额颧点	(0.68,0.84)	(0.67,0.83)
额颞点	(0.66,0.86)	(0.53,0.73)
框下点	(1.46,1.86)	(1.74,2.16)
颧点	(1.94,2.50)	(2.10,2.68)
眶下孔点	(1.39,1.91)	(1.26,1.80)
下颌角点	(3.32,4.40)	(2.04,3.16)
颏孔点	(4.34,5.42)	(3.91,5.03)

表 3 颅骨各骨性标志点参考范围（单位：mm）

Tab.3 Reference ranges of bony landmarks on skull (unit:mm)

标志点	男	女
眶上孔点	[0,4.63)	[0,2.82)
眶外缘点	[0,2.30)	[0,2.04)
眶外结节	[0,2.13)	[0,1.64)
眶额颧点	[0,1.56)	[0,1.42)
颞额颧点	[0,1.40)	[0,1.31)
额颞点	[0,1.45)	[0,1.15)
框下点	[0,3.10)	[0,3.51)
颧点	[0,4.25)	[0,4.46)
眶下孔点	[0,3.57)	[0,2.83)
下颌角点	[0,7.88)	[0,5.04)
颏孔点	[0,8.98)	[0,8.09)

3 讨 论

颅像重合技术的原理是将无名颅骨及失踪人员照片按照正确的解剖位置重合，若颅骨与照片系同一人，则会显示出颅骨特征与人面部特征的一致

性，即骨性标志点及其在面部的投影的正确重合；反之，标志点及其投影无法正确重合。如前所述，完整的颅像重合技术已经十分完善，兰玉文更是明确中国汉族以及彝族、白族、傣族等 15 个少数民族的颅像重合鉴定标准[2]，但一直以来，破碎、残缺不全的颅骨，被认为不具有鉴定的价值以及鉴定的条件。其原因是破碎后的颅骨即便经过修复，由于在破坏的过程中会导致颅骨的变形以及部分骨碎片的缺失，使得拼接修复后的颅骨骨性标志点出现偏移[3]；若缺失部位较大或缺失部位包含部分骨性标志点，通常认为不具备鉴定的条件[1-2]。

本文通过对颅骨的骨性标志点的对称性研究，找出了可用于对破碎颅骨的修复进行校正，对残缺不全的颅骨进行修复的标志点。颅骨被破坏后，破裂部位的骨质会发生形变，无法完全修复，此时可以采用对侧相对完好的骨性标志点，利用其对称性来对变形、破裂的骨性标志点进行修复及校正。由于颅骨上的骨性标志点数量众多，标志点所处的位置的生物力学结构不一致，在遭到暴力时，部分标志点位置由于骨质薄弱或受力大等原因，更容易被破坏。尽管额颞点、眶额颧点、颞额颧点 3 个点对称性十分良好，但是在前期的颅骨破坏试验中发现，眶额颧点、颞额颧点极容易被破坏，而额颞点、眶下点、眶上点则很少被波及。因此，额颞点、眶下点、眶上点在破碎严重的颅骨的修复与颅像重合中的意义更大。额骨颞脊曲线由于其骨质结构不易被破坏，对于颅骨的修复有重大意义。颧点及眶下孔点的对称性与特异性稍逊于额颞点、眶额颧点、颞额颧点、眶外结节，但若作为破碎颅骨修复时作为颅骨眼眶以下的校正指标，其偏差仍在颅像重合可接受的范围内，且颧点及眶下孔点较眶额颧点、颞额颧点更为坚固，更加难以破坏。因此，颧点及眶下孔点在残缺破碎不全颅骨的修复及颅像重合中也有着重要的意义。

同时，本研究得出了颅骨各标志点偏移的可信区间与参考区间。可信区间显示，人类颅骨并非严格对称，而是呈一定程度偏移，而且表现为眼眶周围的对称性好，而远离眼眶的对称性差，这有可能和胎儿颅骨出现骨化中心的顺序有关[10]。下颌的对称性不佳更可能是在与颅骨连接时出现偏差，未来可单独对下颌骨进行进一步研究。可信区间可以用来估计颅骨标志点偏移的范围。参考范围可以用于指导对残缺不全的颅骨进行修复。修复时，可以先做镜像对称，然后依据其 95% 参考范围进行调整，若完整一侧与人像能够完全重合，对称修复一侧标志点在参考范围内调整后也能与人像重合，则说明人像与颅骨是同一人，反之则不是同一人。同样，对破碎的颅骨各标志点也可依据可信区间进行校正，但仅限于一侧标志点破损，另一侧标志点完好的情况下。当两侧标志点处都发生破损但未缺失的时候如何进行校正则是下一步的研究工作。如果两侧标志点都缺失，或一侧缺失，一侧破损的情况下，目前暂时无法进行重合鉴定。

此外，在分析数据时候发现，眼眶周围的标志点对称性较其他部位更好，因此采用眼眶周围标志点来进行残缺、破碎颅骨修复的校正指标，具有良好的特异性，而颅像重合的时采用的标志点也大多使用眼部附近标志点及眼眶骨性标志。未来进一步的研究是将标志点的对称性应用于实际检案中颅骨的校正。

参 考 文 献

[1] 张继宗.法医人类学[M].2 版.北京：人民卫生出版社，2009：9-147.

[2] 兰玉文.颅像重合法的研究与应用[M].北京：群众出版社，1999：1-241.

[3] 张继宗.中国法医人类学三十年[J].人类学学报，2013，32（3）：256-263.

[4] 万立华.破碎残缺颅骨的修复方法及修复后颅像重合的鉴定方法：中国，ZL201210041745.3[P].2012-2-23.

[5] 李 明，范英南，喻永敏，等.西南地区成人面颅骨的性别判定[J].中国法医学杂志，2012，27（2）：132-134.

[5] Lee M，Fan YN，Yu YM，et al.Sex assessment of adult from south-west area of China by bones of facial cranium[J].Chin J Forensic Med，2102，27（2）：132-134.

[6] 郭昱成，魏 来，陈 腾，等.利用牙齿推断年龄的研究进展[J].中国法医学杂志，2013，28（6）：478-487.

[7] 梁亚平.根据牙齿的多项增龄指标推断年龄的研究[D].太原：山西医科大学，2003.

[8] 秦书俭，李泽山.成人颅骨的角度测量与性别、年龄的判别[J].锦州医学院学报，1990，11（2）：98-100.

[9] 张继宗，舒永康.人体骨骼测量方法[M].北京：科学出版社，2007：1-26.

[10] 张维建，孟庆利，刘照名.胎儿面颅骨初级骨化中心的观察[J].临沂医学专科学校学报，1999，21（1）：5-6.

责任编辑：冉明会）