人耳形态变异研究概述

李海军^{1†*}, 徐瑾如^{1†}, 张一丹², 戴成萍¹

1. 中央民族大学民族学与社会学学院, 北京 100081;

2. 中国社会科学院大学, 北京 102488

† 同等贡献

* 联系人, E-mail: Lindavy@163.com

收稿日期: 2018-10-20; 接受日期: 2019-04-25; 网络版发表日期: 2019-07-08

国家社会科学基金(批准号: 18BKG040)和中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室开放课题(批准号: LVEHO19005)资助

摘要 外耳是面部形态的重要特征之一, 其形态、大小受年龄、性别和族群等因素的影响. 关于耳形态研究的相关文献主要包括以下几个方面: 耳形态变异的年龄、性别、族群差异; 影响耳形态变异的因素; 耳郭(也作: 耳廓)尺寸随年龄增长而扩大的原因解释; 耳郭对称性研究; 耳郭突出现象的判定和发病率差异、耳形态研究的相关应用等. 通过梳理和归纳相关文献的研究数据和结论, 对耳形态变异研究和外耳相关参数测量方法作简要综述, 并对国内耳形态变异研究作简要回顾和展望.

关键词 耳形态, 生长发育, 变异, 测量

外耳是人类头面部形态完整性不可或缺的一部分, 也是在整个生命周期中持续生长的身体结构^[1~3]. 通过测量不同族群、年龄和性别的耳郭相关数据, 研究耳郭的生长发育模式和形态变异, 可以建立人类外耳量化数据库, 并可在法医调查中通过外耳特征识别个人身份和估计年龄; 在医学领域, 耳郭相关测量参数成为筛查和判定疾病的标准之一, 并逐步运用到产前超声检查中, 监测非整倍体染色体畸形; 在外科美容整形手术中, 双耳对称性是进行耳郭修复和重塑的重要依据^[4~7]. 本文试图梳理国内外耳形态研究文献, 探究耳郭生长变化的性别、年龄和族群差异及影响耳郭形态的因素, 判定耳郭突出现象标准及发病率差异, 耳形态相关研究应用和测量方法等, 并对国内耳形态变异研究作简要回顾和展望.

1 耳形态变异的性别差异

很多研究发现, 男性的耳郭尺寸普遍大于女性. Sforza等人^[2]研究了意大利497名男性和346名女性的耳郭数据, 发现男性的耳宽、耳长等线性测量值以及耳面积普遍大于女性($P < 0.001$). 关于两性耳郭尺寸差异在何时出现还存在争议. 有学者认为, 耳郭尺寸的性别差异并非在刚出生便表现出来, 24个月以内的新生儿中, 男童和女童耳郭尺寸大小相近^[5,8,9]. 但Agnihotri等人^[10]通过测量印度儿童颅面部形态数据, 发现刚出生的男婴比女婴的耳郭尺寸大得多.

耳郭生长速度和生长模式存在显著的性别差异. 有学者认为男性在13~15岁、女性在11~13岁时, 耳郭就达到成年时期(18岁)的耳郭全长^[11]. 测量数据分析显示, 尽管耳郭生长速度较慢, 但随着年龄增长耳郭

引用格式: 李海军, 徐瑾如, 张一丹, 等. 人耳形态变异研究概述. 中国科学: 生命科学, 2019, 49: 977~986

Li H J, Xu J R, Zhang Y D, et al. Morphological variation studies of the human ear (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2019, 49: 977~986, doi: 10.1360/N052018-00227

尺寸持续扩大。Ferrario等人^[12]将310例受试者分为3个年龄组(12~15岁、19~30岁、31~56岁), 双因素方差分析显示, 各年龄组之间的耳长差异显著, 且不同性别间耳长也存在显著差异。男性受试者中, 第二年龄组比第一年龄组的平均耳长增加4.1 mm, 第三年龄组比第二年龄组的平均耳长增加1.9 mm; 女性则分别增加0.9和2.8 mm。因此, 男性在早期阶段(12~30岁)耳长增量比后期阶段(31~56岁)更大, 女性在后期阶段耳长增量比早期阶段更大。Hajniš等人^[13]测量了626例18~80岁的捷克人耳长, 数据显示男性在18~20岁、20~30岁年龄组耳长显著增加, 但女性在这两个年龄组中耳长增长缓慢, 在50~60岁、60~70岁两个年龄组耳长增加显著。Hajniš的结果可能支持Ferrario等人关于成年后男性耳长增长趋缓的结论。Pellnitz等人^[14]将1000例1~89岁受试者按性别分类, 每10岁为一个年龄组, 80~89岁年龄组与20~29岁年龄组相比, 男性耳长增加11 mm, 女性增加13 mm, 每个连续年龄组平均耳长稳定增加, 而50岁以上的女性平均耳长(每10岁)的增量超过男性。

此外, 学者也关注到年龄对耳宽影响的性别差异。Ito等人^[15]认为耳宽增加具有显著的性别差异, 研究显示男性在55岁之前耳宽增加显著, 而女性在85岁以前。Quelprud等人^[16]对耳宽的性别差异进行了更为细致的研究, 并归纳出两性耳宽增长模式: 不同年龄组间男性平均耳宽持续增加, 但增速不同, 在16~19岁、45~50岁年龄组增量较小, 在其他年龄组增量较大; 女性耳宽在16~19岁、27~30岁年龄组增量较小, 在27~30岁年龄组后女性平均耳宽增速超过男性。从16~19岁至61岁及以上的年龄组之间, 男性耳宽总增量为2.8 mm, 女性为3.2 mm。这与Pellnitz的研究结果相似, 其结果显示成年后男性耳宽增加2.2 mm, 女性增加3.3 mm。而Hajniš的研究数据存在更大性别差异, 成年期男性耳宽增加约1~1.5 mm, 女性增加约4 mm。不同年龄组间女性平均耳宽持续增加, 但男性耳宽增加只持续到50岁。这支持Ito等人的研究结果。Ferrario等人^[12]比较少年、青年和中年人耳宽差异发现, 在少年和青年两个年龄组之间男性平均耳宽增加1.8 mm, 在青年和中年两个年龄组之间平均耳宽增加1.6 mm; 而女性平均耳宽增加分别为0.8和2.5 mm。这一研究结果与耳长生长模式的性别差异结果相似, 表明女性耳郭尺寸进入加速增长的开始时间要晚于男性。

因此, 年龄对耳郭尺寸和增长模式影响的性别差

异显著。男性耳郭尺寸大于女性, 很多研究结果表明, 两性在不同年龄阶段耳郭结构的生长速度不同, 表现为女性开始较晚、结束较晚, 男性开始较早、结束较早, 女性耳郭结构增速峰值的出现年龄晚于男性。

2 耳形态变异的年龄差异

不同年龄组耳郭各部位维度增量和生长速度有助于观察耳纹(ear print)的相对变化, 从而了解一定时间跨度内耳纹的个体变异^[1]。耳郭生长发育模式受到性别和年龄因素的共同作用, 不同学者对不同国家和族群耳郭的测量数据反映出的结果也不尽相同。但研究结果普遍反映出, “早熟”是耳郭生长的重要特征, 并且耳郭在成年后继续扩大。受年龄影响, 耳郭不同结构的微观变化不同: 耳长和面积的增长速度快于耳宽, 耳郭宽长比数值随年龄增长而降低^[1,3,17,18]; 在儿童和青少年时期, 耳郭尺寸的平均增速快于成年以后的增速^[9,15,18,19], 这影响了耳郭微观形态的改变。

在对白人耳郭生长发育模式研究中, Heathcote^[20]对206例30~93岁耳长数据进行线性回归分析发现, 耳长以0.22 mm/年的速度增加。Meijerman等人^[1]通过测量照片中的耳长和耳垂长发现, 男性耳长以0.18 mm/年的速度增长, 女性增速为0.16 mm/年; 在生命早期阶段, 女性耳郭尺寸增长速度比男性稍慢, 但女性耳郭增长现象一直持续到老年。Sforza等人^[2]研究发现年龄对耳郭尺寸的影响显著($P<0.001$), 从儿童时期到成年和老年时期, 耳宽、耳长等线性距离与耳面积随年龄增长而不断增加, 双耳对称性随年龄增长而愈加明显, 但耳郭的宽长比以及耳廓矢状角随着年龄增长而显著减小($P<0.001$)。4~5岁的儿童中, 耳长、宽、面积均已达到成年组(18~30岁)的80%以上, 老年组(65~80岁)中, 这三项的测量数值大于成年组数值, 因此表明耳长、宽、面积处于不断增长的状态。耳郭宽长比随年龄增长而减小, 表明耳长的增长速率大于耳宽。Alexander等人^[21]认为耳长的增长导致对耳轮输出角度(antihelical “taken off” angle)逐年减小, 女性以每年 0.180° 的速度减小, 男性每年减小 0.198° 。

日本的研究结果有所不同。Asai等人^[22]分析了400例21~94岁的日本受试者耳长, 数据结果表明, 耳长以0.13 mm/年的速度增加, 这与Heathcote^[20]对白人耳长增速的研究结果存在差异。Ito等人^[15]在日本从出生到

99岁的测量对象中发现, 女性耳郭尺寸随年龄增长而不断增长, 但是男性在50岁左右耳宽停止增长, 在70岁左右耳长停止增长. 这些差异也可能反映了不同人群耳朵生长发育模式的差异.

3 耳形态变异的族群差异

由于不同研究者选取的测量标准点和测量方法不同, 族群内部耳郭尺寸并不完全一致, 但可以大致得到其耳郭平均数据, 从而发现耳郭尺寸的族群差异. 根据表1不同族群耳郭尺寸数据的对比发现, 以印度为代表的南亚人和中国、韩国、日本等东亚人的耳郭长度相似, 但耳宽数据更大, 印度男性平均耳长为63.8 mm, 平均耳宽为34.2 mm, 印度女性平均耳长为61.1 mm, 平均耳宽为31.8 mm; 东亚男性平均耳长为64.7 mm, 平均耳宽为30.3 mm, 东亚女性平均耳长为61.0 mm, 平均耳宽为29.5 mm. 白人男性的耳郭尺寸略大于黑人男性, 白人男性平均耳长为62.7 mm, 平均耳宽为35.3 mm; 加勒比黑人男性平均耳长为62.7 mm, 平均耳宽为33.8 mm. 白人女性耳长小于黑人女性, 而耳宽略大于黑人女性, 白人女性平均耳长为59.0 mm, 平均

耳宽为32.8 mm; 加勒比黑人女性平均耳长为60.4 mm, 平均耳宽为32.3 mm.

4 耳形态变异的影响因素

4.1 身高与耳郭尺寸

有学者研究了身高对耳郭尺寸的影响. Schonauer等人^[28]以性别、年龄、身高变量对740名(380名男性, 360名女性)意大利人分组并测量双耳尺寸发现, 身高较高的受试者耳郭尺寸大于身高较矮的受试者($P<0.001$), 身高与耳郭大小呈正相关. 在Meijerman等人^[1]的研究中将身高因素作为变量之一分析年龄对耳长、耳宽和耳垂长度年增量的影响. 但Meijerman认为对耳郭尺寸进行统计并不需要矫正身高因素. 正如有学者研究发现荷兰人的平均身高在过去130年中显著提高, 这种趋势主要由于腿长增加, 总体趋势出现如下变化: 腿长增长、躯干变短、手臂变短^[29,30]. 但对比过去和现在的耳郭相关研究数据, 并没有发现荷兰人耳长的正增长趋势, 身高对耳郭尺寸的影响在统计分析中可以忽略不计. 因此, Meijerman认为若将身高对耳长的正向影响考虑在内, 理论上应该是年长受试者耳

表 1 不同人群耳长和耳宽

Table 1 Ear length and width in different populations

研究	研究对象	男性耳长 (mm)	男性耳宽 (mm)	女性耳长 (mm)	女性耳宽 (mm)
Ngeow和Aljunid ^[23]	马来西亚印度人(Malaysian Indian)	64.6	34.7	60.3	31.8
Purkait和Singh ^[3]	西北印度群岛人(North west Indian)	57.7	33.1	—	—
Alexander等人 ^[21]	印度人(Indian subcontinent)	68.9	36.0	60.9	31.2
Murgod等人 ^[24]	印度人(Indian)	63.81	33.06	62.16	32.36
Heathcote ^[20]	英国白人(British Caucasian)	59.9	—	—	—
Farkas等人 ^[25]	美国白人(American Caucasian)	62.4	35.4	58.5	33.5
Bozkir等人 ^[4]	土耳其白人(Turkish Caucasian)	63.1	33.3	59.7	31.3
Ferrario等人 ^[12]	意大利白人(Italian Caucasian)	63.1	38.1	57.3	35.0
Alexander等人 ^[21]	白人(Caucasian)	65.2	34.4	60.4	31.3
Alexander等人 ^[21]	加勒比黑人(Afro-Caribbean)	62.7	33.8	60.4	32.3
Asai等人 ^[22]	日本人(Japanese)	64.1	—	—	—
Kang等人 ^[26]	韩国人(Korean)	64.6	27.9	60.3	27.8
郑连斌等人 ^[27]	中国人(北方汉族)	65.7	31.7	61.9	30.3
	中国人(南方汉族)	64.5	31.3	60.8	30.3

长较短(成人中, 年长者身高一般低于年轻者), 但实际数据普遍显示年长受试者比年轻受试者耳长更长, 这可能意味着年龄对耳长的影响远大于身高的影响。

4.2 气候环境与耳郭尺寸

人类的四肢形态和面部形态变化与气候环境因素有关。有学者关注不同环境条件下人类四肢形态的差异。Allen^[31]提出Allen法则, 即同种或近源异种的恒温动物在寒冷地区会增加体重、减少相对体表面积来适应气候。Katzmarzyk和Leonard^[32]的研究进一步确认了人体体重与气温呈显著负相关, 体表面积/体重比率与气温呈显著正相关。李咏兰等人^[33]也发现中国现代人群上肢形态的变化规律较为符合Allen法则, 而下肢形态与温度关系并不明显。Wells^[34]、王珍武等人^[35]的研究也发现寒冷地区人群比炎热地区人群的皮褶厚度更大。

还有学者发现人类面部形态与气候环境有关。Wolpoff^[36]认为鼻形态变化随着鼻呼吸机能对环境温度、湿度的适应而变化, 通过对比澳洲新南威尔士海岸北部、中部和南部人群的鼻宽和鼻高, 发现在较为干燥寒冷地区人群的鼻前孔(nasal aperture)往往更高, 并且鼻骨更加外突。耳朵作为面部形态特征之一, 其形态也可能与气候环境有关。有些动物耳形态变化符合Allen法则。有学者研究了温度对小鼠附肢发育(四肢、尾、耳)的影响, 实验显示在温暖环境下的小鼠附肢相对较长^[37]。因此, 基于以上学者的研究, 人类耳郭形态与气候环境因素也可能有关, 但相关研究较少。

5 耳郭尺寸扩大原因

虽然很多研究数据显示不同于其他身体结构, 耳郭随年龄增长而不断扩大, 但是不同学者对此现象的解释还存在争议。

Brucker等人^[38]认为, 耳垂是耳长增加的唯一因素, 与其他耳结构无关。但关于外耳微观结构的研究对此结论提出质疑, 有学者^[1,3,13~15,21,29]提出耳长增加是耳垂和耳软骨共同作用导致的。

Ito等人^[15]研究表明, 随着年龄增长, 单位面积弹性软骨细胞的数量减少, 并推测耳软骨细胞外基质的扩张可能导致耳郭尺寸扩大; Purkait和Singh^[3]也提出皮肤弹性和回弹力的逐步降低导致耳长增加。该研究

进一步表明弹性纤维网络的退化将降低耳软骨的柔韧性。

Alexander等人^[21]、Schonauer等人^[28]测量了不同年龄组耳软骨和耳垂长度, 发现随着年龄增长, 耳软骨和耳垂长度均增加, 这两部分共同导致耳长增加。Pellnitz^[14]分别测量耳软骨和耳垂增长速度差异, 发现从20多岁到80岁以上男性耳软骨平均增加6.3 mm, 耳长平均增加11 mm; 女性耳软骨平均增加8 mm, 耳长平均增加13 mm。因此, 对于两性来说, 约有5 mm耳长增加可能是由于耳垂延长所致。Meijerman等人^[1]研究结果显示, 耳垂增长是耳长整体增长的主要部分; 在成年早期, 耳软骨生长幅度最大; 由于耳垂增加可能超过耳软骨部分的增加, 随着时间的推移, 耳垂受到不同压力的影响导致耳纹形状变得不稳定。耳垂变异性和耳纹个体性可能会影响耳纹在判定个人身份时的准确性。

此外, 也有学者认为随着年龄增长, 耳轮(helix)与对耳轮曲度展开也会导致耳郭尺寸扩大。Pellnitz^[14]曾提出假设, 年龄增长带来耳软骨弹性的丧失导致外耳结构的褶皱平整。Hajniš^[13]认为耳轮随年龄增长而逐渐展开。Meijerman等人^[1]统计分析发现, 年龄对耳轮及对耳轮曲度展开及耳宽增加影响微弱, 并且年龄较大的女性中, 对耳轮没有出现展开现象并扩大耳宽, 反而表现为耳郭更为突出。耳轮及对耳轮曲度展开是否可以解释耳郭尺寸不断扩大的现象还有待进一步研究。

因此, 年龄增长导致弹性软骨细胞数量减少以及耳软骨细胞外基质扩张, 削弱了皮肤弹性和结缔组织抗张力强度, 受重力影响导致外耳微观结构的变化, 是耳长增加的原因之一^[39]。

6 耳形态对称性研究

有学者对比耳郭不同测量数据, 认为成年人左右耳相互对称, 因测量对象人种影响, 耳郭不对称现象表现在不同耳部结构。受双耳生长速率影响, 儿童耳郭不对称现象普遍存在, 但随着年龄增长, 耳郭逐渐发育成熟后不对称现象消失^[2,12,25,40]。

Sforza等人^[2]研究发现, 成年人耳郭对称性普遍较高, 女性耳长、耳宽、耳郭面积较为对称($P>0.01$), 但左耳廓角度明显大于右耳廓角度; 男性中, 耳宽、耳廓

角、耳郭宽长比不对称. 而4~5岁的儿童耳郭在所有年龄组中最不对称, 除了4~5岁年龄组以外的所有组, 耳郭标记点的三维对称指数大于94%, 反映出左右耳相互对称. Barut和Aktunc^[41]也关注到儿童耳郭的不对称现象, 并且左耳测量数据均大于右耳.

Alexander等人^[21]发现双耳线性测量值高度对称, 但耳甲腔深(conchal bowl depth)和外耳突出角度(conchomastoid angle)对称性较差. 这与Ferrario等人^[12]的测量结果相一致, 即耳郭线性测量值比角度测量值更对称.

7 耳郭突出现象

耳郭突出是最常见的先天性耳畸形, 并且对患者有深刻的心理和社会影响. 了解不同地区和人群的耳形态参数, 从而更好地认识耳郭突出的异常现象, 可以将耳郭突出的测量及数据分析应用于诊断和评估耳畸形、相关疾病的筛查和判断以及整形美容手术中修复耳畸形, 但是目前并没有关于耳郭突出现象的普遍适用的明确定义和测量指标.

有学者提出判定招风耳畸形(耳郭突出)的特征之一是倾耳角, 正常且符合美学标准的倾耳角大小在30°~45°之间, 乳突到耳轮缘的距离平均为1.8 cm, 但是这些标准因人种、个体审美、社会心理等因素影响存在差异, 耳郭突出更多是由主试者和被试者主观确定的标准所判定的^[21,42].

Farkas^[11]以外耳突出角大于40°作为区分耳郭突出的标准, 有4.3%的男性和4.7%的女性患有耳郭突出. Adamson等人^[43]认为耳轮上点到头部的距离大于2 cm则为耳郭突出, 发现耳郭突出的发病率在白人和黑人中没有差异. Purkait和Singh^[3]以Adamson的标准进行测量, 发现左右耳患病率存在差异, 左耳突出的概率为10.2%, 右耳为11.4%. Rubin等人^[44]认为耳轮缘到乳突的距离大于2.5 cm或倾耳角大于30°即为耳郭突出, 其测量结果显示耳轮缘到乳突的平均距离为1.8 cm. Alexander等人^[21]认定耳郭突出的标准更为复杂, 结合倾耳角、耳甲腔深和耳轮到乳突距离三个数据, 但没有提出具体数值作为区分耳郭是否突出的标准; 同时数据显示, 耳甲腔深对耳郭突出并无显著影响, 而对耳轮过度展开很可能导致耳郭突出. 在实验中, Alexander还将受试者的主观看法纳入比较, 他认为有10%

的受试者有耳郭突出现象, 但是只有2%的受试者认为自己有耳郭突出现象, 因此Alexander认为研究无法确定一个客观的方法和标准来评估耳郭突出, 没有任何客观的测量结果能够准确地预测出人们对耳郭突出的主观看法, 这应该是个体化和美学的选择. Muteweye和Muguti^[42]采用Ferrario等人^[12]提出的耳面指数, 即耳高和面高的比值, 作为耳郭突出的标准. 他认为面部和耳郭的高度相合适为标准外观, 耳郭和面部高度不成比例可以产生“明显的”耳郭突出或明显的小耳畸形. 研究结果显示在305名受试黑人儿童中, 有7.69%的男性有耳郭突出现象, 而6.17%的女性出现耳郭突出现象.

以上学者没有给出所采用的判定耳郭突出具体标准的依据, 因此不同研究者选取不同的判定标准会导致研究中耳郭突出发病率的差异; 而研究者的客观判定标准与受试者的主观看法也存在较大差异. 在不同的社会文化背景下, 耳郭突出受到美学认知和个体选择的影响, 对于耳郭突出的研究可能难以提出一个普遍适用且被受试者普遍接受的客观标准.

8 耳郭相关参数测量方法

耳郭相关参数测量点的选取使不同研究数据存在细微差距, 确定测量点及测量方法是对不同学者的研究结果和数据进行直接对比研究和系统分析的前提. Farkas^[11]在1978年提出了耳郭参数的测量方法, 研究者在其基础上修正线性和角度测量方法, 提高测量精度和可再现性, 耳郭扫描和定点三维坐标也逐渐应用在测量研究中^[2,45].

耳郭线性数据测量主要包括: 耳长和耳宽. 第一种选点方式基于4个经典标记点(图1), 将耳上点至耳下点距离视为耳长, 耳宽是耳前点到耳后点的距离^[1,2]; 第二种, 耳长为耳下点至耳廓最远点的距离, 耳宽是与耳长垂直且经过耳轮脚的距离(图2)^[21]. 耳郭角度测量主要集中在研究耳郭对称性和耳突出现象, 测量方式差异较大.

耳郭相关参数测量方法主要有3种. 第一种是大多数研究者采用的测量方法, 通过游标卡尺和测角仪对受试者分别进行测量^[2,11,42]. 第二种通过摄像机拍摄受试者双耳标准化照片, 根据比例尺测量照片中耳长、耳宽和耳垂长等^[1]. 但有学者提出青春时期, 男女耳

图1 基于4个经典标记点的人耳测量方法^[2]. 耳长为sa-sba; 耳宽为pra-pa

Figure 1 The measurement of human ear based on the four classic marks^[2]. Ear length is sa-sba; ear width is pra-pa

图2 Alexander等人的人耳测量方法^[21]. 1为耳长; 2为耳轴; 3为对耳轮输出角; 4为耳垂长和宽; 5为耳宽; 6为外耳突出角度; 7为耳甲腔深; 8为耳轮-乳突距离(网络版彩图)

Figure 2 The measurement of human ear according to Alexander et al.^[21]. 1 is ear length; 2 is ear axis; 3 is antihelical “take off” angle; 4 is earlobe length and width; 5 is ear width; 6 is concho-mastoid angle; 7 is conchal bowl depth; 8 is helical-mastoid distance (color online)

郭会移动到更靠近头部的位置, 以二维照片进行测量可能会因耳郭角度变化产生测量误差, 尤其表现在成年早期的耳宽测量. 第三种通过数字化电磁测量, 根据面部标记点进行耳郭三维扫描, 从而获取标记点的三维坐标, 这种测量方法更为精确且在测量双耳对称性坐标时较为便利^[2,45]. 同时, 几何形态测量方法在耳形态研究方面有较大潜力, 相关研究正在进行中.

9 耳形态研究的相关应用

9.1 耳形态与疾病研究

耳形态特征可以作为筛查和判定疾病的标准之一. 唐氏综合征、特雷彻·柯林斯综合征(Treacher-Collins syndrome)患者表现为耳长、耳宽较小、双耳不对称, 阿佩尔氏综合征(Alpert syndrome)表现为耳宽较大, 特纳综合征表现为耳郭突出畸形等^[42]. 除此之外, 耳垂褶皱也是早期诊断冠心病的标志之一. 1973年Frank^[46]首次提出斜行耳垂褶皱与冠心病有密切关联, 之后大量临床研究显示, 耳垂褶皱与广义上的动脉粥样硬化有密切联系, 包括颈动脉、冠状动脉、主动脉和视网膜动脉粥样硬化等^[47]. 这与中医“心寄窍于耳”的说法相类似.

9.2 建立耳郭数据库与个人身份识别

通过测量不同族群、年龄和性别的耳郭相关数据, 研究耳郭的生长发育模式和形态变异, 可以建立人类外耳量化数据库. 个人身份识别很大程度上依赖于面部特征, 耳郭数据库的建立可以在法医调查中通过外耳特征识别个人身份和估计年龄, 提供多样化参考数据^[4-7]. 发现耳形态发展变化的普遍规律也可以提供有助于模拟正常生长发育和衰老过程中面部特征变化的信息^[48,49].

由于不同族群间存在耳郭测量学差异, 各地区和各族群要建立相应的耳郭数据库, 将性别、年龄、身高等纳入影响耳郭生长、发育、老化过程中其尺寸、形态、位置等变化趋势的考虑因素. 有研究发现, 人外耳耳纹类似于指纹一样具有独特性, 在确定个体身份, 尤其是确认罪犯或事故受害者身份方面可以发挥重要作用^[1,29]. Cameriere等人^[50]具体说明了如何确定耳郭解剖学点从而根据耳郭图像进行身份识别的方法. Cameriere的识别方法虽然没有遵循耳郭精确的解剖学特征, 但通过特定的解剖学点用4条直线将耳郭划分为耳轮、对耳轮、耳甲腔(concha)和耳垂4个部分, 以确定每个部分中的像素数和相对表面积, 将此测量值除以耳朵总面积来标准化测量值, 是较为简单易行的耳郭图像身份识别的操作化方法.

9.3 耳形态研究与耳郭重塑

对人类耳郭形态和尺寸等的全面了解, 有助于面

部重建和在外科美容整形手术中依据双耳对称性进行耳郭的修复和重塑. Guo等人^[51]提出的面部特征三维分析方法也可以应用于耳郭的三维重建. Guo开发了一种高密度3D面部图像建立方法, 通过自动识别15个突出的面部标志, 以每个顶点形成1 mm间隔的网络, 使用30000多个准标志点建立面部整体三维空间图像. 这种方法极大程度保留了面部信息, 同样也可以应用于外耳形态空间图像的建立.

10 国内人耳生长发育及形态变异研究现状及展望

国内学者对耳郭生长发育的研究主要集中在耳结构的线性测量、耳形态定性描述和分类以及耳部形态特征在个体识别、外耳重塑的应用等^[26,52-55], 李咏兰等人^[56]还发现随年龄增长, 南方汉族人容貌耳长和容貌耳宽数值呈线性上升规律, 并且这种变化在年龄组间的差异有统计学意义. 总体来看, 国内还缺乏对人耳形态生长发育及变异的较系统研究, 大多局限于通过定性描述对耳形态进行分类, 缺少定量测量和统计分析, 并且研究对象的年龄、群体受限, 没有关注从儿童、青年到老年不同时间阶段耳形态的变异, 缺乏对耳郭不对称和耳郭突出等畸形现象的研究, 难以形成对人耳生长发育状况的完整认识.

根据对国内研究现状和国外相关研究的比较, 未来可以从以下方面开展耳形态变异研究.

(1) 系统测量耳形态相关线性、角度、面积等数

图3 人耳几何形态测量(网络版彩图)

Figure 3 The geometric measurement of human ear (color online)

据, 建立在正常的生长发育和老化过程中, 人耳形态及位置的定量描述数据库.

(2) 探讨性别、年龄等因素对耳郭尺寸增量和生长速度、生长模式的影响, 结合不同族群特征寻找耳形态变异的普遍规律和相异点.

(3) 制定耳畸形现象的测量和判定标准, 关注耳形态相关数据在法医学、整形外科、疾病筛查中的应用价值.

(4) 创新耳形态变异研究的技术和方法, 例如通过摄像、三维测量、CT影像、几何形态测量(图3)等技术全面反映和记录人耳形态变异.

参考文献

- Meijerman L, van der Lugt C, Maat G J R. Cross-sectional anthropometric study of the external ear. *J Forensic Sci*, 2007, 52: 286–293
- Sforza C, Grandi G, Binelli M, et al. Age- and sex-related changes in the normal human ear. *Forensic Sci Int*, 2009, 187: 110.e1–110.e7
- Purkait R, Singh P. Anthropometry of the normal human auricle: A study of adult Indian men. *Aesth Plast Surg*, 2007, 31: 372–379
- Bozkir M G, Karakaş P, Yavuz M, et al. Morphometry of the external ear in our adult population. *Aesth Plast Surg*, 2006, 30: 81–85
- Kalcioglu M T, Toplu Y, Ozturan O, et al. Anthropometric growth study of auricle of healthy preterm and term newborns. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2006, 70: 121–127
- Chitkara U, Lee L, Oehlert J W, et al. Fetal ear length measurement: A useful predictor of aneuploidy? *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2002, 19: 131–135
- Chitkara U, Lee L, Elsayed Y, et al. Ultrasonographic ear length measurement in normal second- and third-trimester fetuses. *Am J Obstet Gynecol*, 2000, 183: 230–234
- Fok T F, Hon K L, So H K, et al. Auricular anthropometry of Hong Kong Chinese babies. *Orthod Craniofac Res*, 2004, 7: 10–14
- Kalcioglu M T, Miman M C, Toplu Y, et al. Anthropometric growth study of normal human auricle. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2003, 67:

1169–1177

- 10 Agnihotri G, Singh D. Craniofacial anthropometry in newborns and infants. *Iran J Pediatr*, 2007, 17: 332–338
- 11 Farkas L G. Anthropometry of normal and anomalous ears. *Clin Plast Surg*, 1978, 5: 401–412
- 12 Ferrario V F, Sforza C, Ciusa V, et al. Morphometry of the normal human ear: A cross-sectional study from adolescence to mid-adulthood. *J Craniofac Genet Dev Biol*, 1999, 19: 226–233
- 13 Hajniš K. Die Veränderungen der Ohrmuscheln beim Erwachsenen. *Z Morph Anthropol*, 1969, 61: 42–56
- 14 Pellnitz D. Über das Wachstum der menschlichen Ohrmuschel. *Archiv Ohren-, Nasen- Kehlkopfheilkunde*, 1958, 171: 334–340
- 15 Ito I, Imada M, Ikeda M, et al. A morphological study of age changes in adult human auricular cartilage with special emphasis on elastic fibers. [Laryngoscope](#), 2001, 111: 881–886
- 16 Quelpud T. Die Ohrmuschel und ihre Bedeutung für die erbbiologische bstammungsprüfung. *Der Erbarzt*, 1935, 8: 121–125
- 17 Gualdi-Russo E. Longitudinal study of anthropometric changes with aging in an urban Italian population. *Homo*, 1998, 49: 241–259
- 18 Niemetz C, Nibbrig M, Zacher V. Human ears growth throughout the entire lifetime according to complicated and sexually dimorphic patterns- conclusions from a cross-sectional analysis. *Anthropol Anz*, 2007, 65: 391–413
- 19 Sharma A, Sidhu N K, Sharma M K, et al. Morphometric study of ear lobule in northwest Indian male subjects. [Anat Sci Int](#), 2007, 82: 98–104
- 20 Heathcote J A. Why do old men have big ears? [BMJ](#), 1995, 311: 1668
- 21 Alexander K S, Stott D J, Sivakumar B, et al. A morphometric study of the human ear. [J Plastic Reconstruct Aesthetic Surg](#), 2011, 64: 41–47
- 22 Asai Y, Yoshimura M, Nago N, et al. Correlation of ear length with age in Japan. [BMJ](#), 1996, 312: 582
- 23 Ngeow W C, Aljunid S T. Craniofacial anthropometric norms of Malaysian Indians. [Ind J Dent Res](#), 2009, 20: 313–319
- 24 Murgod V, Angadi P, Hallikerimath S, et al. Anthropometric study of the external ear and its applicability in sex identification: assessed in an Indian sample. [Australian J Forensic Sci](#), 2013, 45: 431–444
- 25 Farkas L G, Posnick J C, Hreczko T M. Anthropometric growth study of the ear. [Cleft Palate-Craniof J](#), 1992, 29: 324–329
- 26 Kang H J, Hu K S, Song W C, et al. Physical anthropologic characteristics of the auricle through the metric and non-metric analysis in Korean young adults. [Korean J Phys Anthropol](#), 2006, 19: 255–265
- 27 Zheng L B, Li Y L, Xi H J, et al. A Study of the Physical Anthropology of the Han Nationality in China (in Chinese). Beijing: Science Press, 2017. 37–43 [郑连斌, 李咏兰, 席焕久, 等. 中国汉族体质人类学研究. 北京: 科学出版社, 2017. 37–43]
- 28 Schonauer F, De Luca S, Razzano S, et al. Do the ears grow with age? [Eur Arch Otorhinolaryngol](#), 2012, 269: 1307–1308
- 29 Meadows L, Jantz R L. Allometric secular change in the long bones from the 1800s to the present. [J Forensic Sci](#), 1995, 40: 15380J
- 30 Jantz L M, Jantz R L. Secular change in long bone length and proportion in the United States, 1800–1970. [Am J Phys Anthropol](#), 1999, 110: 57–67
- 31 Allen J A. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Radical Rev*, 1877, 1: 108–140
- 32 Katzmarzyk P T, Leonard W R. Climatic influences on human body size and proportions: Ecological adaptations and secular trends. [Am J Phys Anthropol](#), 1998, 106: 483–503
- 33 Li Y L. Verification of Allen's rule: Physical data from Chinese rural Han (in Chinese). *Acta Anatom Sin*, 2016, 47: 843–847 [李咏兰. 艾伦法则的验证: 来自中国乡村汉族的体质数据. *解剖学报*, 2016, 47: 843–847]
- 34 Wells J C K. Ecogeographical associations between climate and human body composition: Analyses based on anthropometry and skinfolds. [Am J Phys Anthropol](#), 2012, 147: 169–186
- 35 Wang Z W, Xu Q, Liu L Y. The effect of cold and hot environment on skin fold thickness (in Chinese). *Chin J Sports Medic*, 2001, 20: 311 [王珍武, 徐群, 刘丽艳. 冷热环境对皮褶厚度的影响. *中国运动医学杂志*, 2001, 20: 311]
- 36 Wolpoff M H. Climatic influence on the skeletal nasal aperture. [Am J Phys Anthropol](#), 1968, 29: 405–423
- 37 Serrat M A. Environmental temperature impact on bone and cartilage growth. *Compr Physiol*, 2014, 4: 621–655
- 38 Brucker M J, Patel J, Sullivan P K, et al. A morphometric study of the external ear: Age- and sex-related differences. [Plast Reconstr Surg](#), 2003, 112: 647–652
- 39 Pasquali-Ronchetti I, Baccarani-Contri M. Elastic fiber during development and aging. [Microsc Res Tech](#), 1997, 38: 428–435
- 40 Farkas L G. Anthropometry of the normal and defective ear. *Clin Plast Surg*, 1990, 17: 213–221
- 41 Barut C, Aktunc E. Anthropometric measurements of the external ear in a group of Turkish primary school students. [Aesth Plast Surg](#), 2006, 30: 255–259

- 42 Muteweye W, Muguti G I. Prominent ears: Anthropometric study of the external ear of primary school children of Harare, Zimbabwe. *Ann Med Surg*, 2015, 4: 287–292
- 43 Adamson J E, Hortox C E, Crawford H H. The growth pattern of the external ear. *Plast Reconstr Surg*, 1965, 36: 466–470
- 44 Rubin L R, Bromberg B E, Walden R H, et al. An anatomic approach to the obtrusive ear. *Plast Reconstr Surg*, 1962, 29: 360–370
- 45 Modabber A, Galster H, Peters F, et al. Three-dimensional analysis of the ear morphology. *Aesth Plast Surg*, 2017, 42: 766–773
- 46 Frank S T. Aural sign of coronary-artery disease. *N Engl J Med*, 1973, 289: 327–328
- 47 Wang Y, Xing Y L, Xing J D, et al. Research on correlation between earlobe creases and coronary heart disease (in Chinese). *Pract J Cardiac Cerebral Pneumal Vascular Diseases*, 2015, 23: 4–6 [王用, 邢玉龙, 邢建东, 等. 耳垂皱褶与冠心病相关性的研究进展. 实用心脑血管病杂志, 2015, 23: 4–6]
- 48 Roelofse M M, Steyn M, Becker P J. Photo identification: Facial metrical and morphological features in South African males. *Forensic Sci Int*, 2008, 177: 168–175
- 49 Stephan C N. Position of superciliare in relation to the lateral iris: Testing a suggested facial approximation guideline. *Forensic Sci Int*, 2002, 130: 29–33
- 50 Cameriere R, DeAngelis D, Ferrante L. Ear identification: A pilot study. *J Forensic Sci*, 2011, 56: 1010–1014
- 51 Guo J, Tan J Z, Yang Y, et al. Variation and signatures of selection on the human face. *J Human Evol*, 2014, 75: 143–152
- 52 Qi N, Li L, Zhao W. Morphometry and classification of Chinese adult's auricles (in Chinese). *Tech Acoust*, 2010, 29: 518–522 [齐娜, 李莉, 赵伟. 中国成年人耳廓形态测量及分类. 声学技术, 2010, 29: 518–522]
- 53 Fan S Q, Ai H X. A measurement study on auricular (in Chinese). *Chin J Anatom*, 1999, 22: 81–84 [范松青, 艾荷秀. 耳郭的测量与美学探讨. 解剖学杂志, 1999, 22: 81–84]
- 54 Han Q, Zhang F Q, Jiao T, et al. Investigation of auricula shape classification (in Chinese). *Chin J Prosthodont March*, 2004, 5: 38–41 [韩强, 张富强, 焦婷, 等. 耳廓形态分类方法探讨. 口腔颌面修复学杂志, 2004, 5: 38–41]
- 55 Wang Y Z, Song L J, Zhang S S, et al. Study on individual recognition of morphological characteristics of adult external ear (in Chinese). *J Hubei Univ Police*, 2013, 1: 171–172 [王玉洲, 宋利军, 张少实, 等. 成人外耳形态特征个体识别的研究. 湖北警官学院学报, 2013, 1: 171–172]
- 56 Li Y L, Zheng L B, Yu K L, et al. Age changes of head and face morphological characteristics of Southern Han Nationality (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2013, 58: 336–343 [李咏兰, 郑连斌, 宇克莉, 等. 南方汉族人头面部形态特征的年龄变化. 科学通报, 2013, 58: 336–343]

Morphological variation studies of the human ear

LI HaiJun¹, XU JinRu¹, ZHANG YiDan² & DAI ChengPing¹

1 School of Ethnology and Sociology of Minzu University of China, Beijing 100081, China;

2 Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China

The external ear is one of the defining features of facial morphology. Its shape and size is influenced by age, sex and ethnicity. The relevant literature on the study of ear morphology mainly includes the following aspects: age- and sex-related differences of ear morphological variation analysis of the influential factors of variation in ear morphology the reasons why ear size increases with age ear symmetry study the determination of prominent ears and the difference of incidence rate the application of ear morphology. Through summarizing the research data and conclusions of related literature, this paper briefly outlines the research on ear morphology and the measurement method of ear parameters, and gives a brief review and outlook on the research of ear morphology in China.

ear morphology, growth and development, variation, measurement

doi: [10.1360/N052018-00227](https://engine.scichina.com/doi/10.1360/N052018-00227)