

应用 CT 三维重建对正常人群耳蜗方位和盘曲模式的研究*

罗扬拓¹ 初金刚² 李巍¹ 赵宁¹ 姜学钧¹

[摘要] 目的:运用 CT 三维重建等影像手段对正常人群耳蜗进行形态学研究,为指导内耳畸形的诊断及人工耳蜗植入等内耳手术的术前评估提供理论依据。方法:收集 100 例(200 耳)排除内耳解剖异常的患者作为研究对象,依年龄分为 5 组,利用计算机工作站的 3D 立体重建和 2D 多平面重建技术对其耳蜗基底部的长和宽、底周内最长直线距离、耳蜗的高度、第一周和第二周之间的角度及正中矢状面与底周间夹角等结构进行系统测量,统计分析以上各结构指标在不同年龄组、性别、左右耳之间的差异。结果:耳蜗基底部的长为(8.56±0.52)mm、宽为(6.63±0.56)mm、底周内最长直线距离为(7.33±0.56)mm、耳蜗的高度为(3.76±0.28)mm、第一周和第二周之间的角度为(15.82±2.78)°。以上所有指标在不同年龄、性别及左右耳间差异无统计学意义($P>0.05$)。正中矢状面与耳蜗底周间角度在各年龄组间差异有统计学意义,该角度随着年龄的增长而缩小($P<0.05$)。第一和第二周之间的角度在各年龄组内存在变异,提示耳蜗的盘曲模式在个体间差异明显。结论:3D 和 2D 多平面重建技术能准确评价内耳形态结构,测定国人耳蜗各主要结构的正常值,可为临床诊断及人工耳蜗等内耳手术治疗提供重要的参考依据。

[关键词] 耳蜗解剖;耳蜗方位;计算机断层扫描;3D 重建;2D 多层面厚片重建

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2014.10.008

[中图分类号] R764.35 **[文献标志码]** A

Research of cochlear coiling pattern and orientation in general population by CT 3D reconstruction

LUO Yangtuo¹ CHU Jingang² LI Wei¹ ZHAO Ning¹ JIANG Xuejun¹

(¹Department of Otorhinolaryngology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang, 110001, China, ²Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of China Medical University)

Corresponding author: JIANG Xuejun, E-mail: djiangxj@163.com

Abstract Objective: To perform morphometric analysis of bilateral cochleae in all subjects based on computed 3-dimensional reconstruction tomographic data and assist the surgeon in diagnosing the inner ear abnormality or surgical strategies. **Method:** Two hundred normal developed cochleae from 100 patients were divided into 5 groups according to age. Morphometric analysis of bilateral cochleae was performed in all subjects by 3D reconstructions and 2D multiplanar reformation. The length and width of the cochlear base, the length within the cochlear base, the height of the cochlea, the angle between the first and second turn of the cochlea, and the cochlear orientation within the cranial base were measured and compared in different age, sex and bilateral groups. **Result:** The length of the cochlear base was (8.56±0.52)mm, the width was (6.63±0.56)mm, the length within the cochlear base was (7.33±0.56)mm, the height of the cochlea was (3.76±0.28)mm, and the angle between the first and second turn of the cochlea was (15.82±2.78)°. All index above did not change significantly in different aging, sex or side ($P>0.05$). Variability in the angle between the first and second turn of the cochlea was considerable, and a smaller angle (from the midsagittal line) was showed in the older age groups than the younger groups ($P<0.05$). **Conclusion:** 3D and 2D volume rendering enables us to evaluate the features of cochlear morphology and orientation that may assist the surgeon in diagnosing the inner ear abnormality or surgical strategies.

Key words cochlear anatomy; cochlear orientation; computer tomography; 3D reconstructions; 2D multiplanar reformation

耳蜗形态的术前评估是决定人工耳蜗植入等

内耳手术是否成功的关键因素之一,耳蜗盘曲模式和方位的变异可能影响术中定位和电极的植入。耳蜗植入的相关研究强调了更加精确地插入电极的重要性,在鼓阶内准确的放置电极使得一些临床目标易于实现。优化的外科手术路径和电极设计

* 基金项目:辽宁省科学技术计划项目(No:2013225049)

¹中国医科大学附属第一医院耳鼻咽喉科(沈阳,110001)

²中国医科大学附属第一医院影像科

通信作者:姜学钧, E-mail: djiangxj@163.com

可以减少手术带来的创伤,进而提高耳蜗对电信号和声信号的接受能力。不常见的解剖结构尤其是耳蜗的盘曲模式和方位的变异可能会影响鼓阶内电极束的通过和定位^[1-4]。本研究利用 3D 立体重建(volume rendering, VR)和 2D 多平面重建(multiplanar reformation, MPR)技术对临床 100 例内耳形态正常患者的双侧耳蜗(共 200 耳)进行测量,得出正常值范围,同时比较了耳蜗在性别、左右及不同年龄之间发育的变化,为指导内耳畸形的诊断及人工耳蜗等内耳手术的术前评估提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2012-07-2013-01 期间在我院影像科行耳部 CT 检查并排除内耳解剖异常的 100 例患者,年龄 1 个月~91 岁,平均(21.61±23.55)岁;其中男 50 例,平均年龄(20.25±23.99)岁;女 50 例,平均年龄(22.97±23.26)。所有样本依年龄分为 5 组:①<1 岁组 17 例(34 耳),男 9 例,女 8 例,平均年龄(0.50±0.28)岁;②1~5 岁组 15 例(30 耳),男 8 例,女 7 例,平均年龄(3.16±1.19)岁;③5~12 岁组 16 例(32 耳),男 9 例,女 7 例,平均年龄(8.88±2.06)岁;④12~19 岁组 19 例(38 耳),男 8 例,女 11 例,平均年龄(16.11±1.97)岁;⑤>19 岁组(20~91 岁)33 例(66 耳),男 16 例,女 17 例,平均年龄(50.21±19.29)岁。

1.2 扫描方法

受检者仰卧位,扫描基线为听上眶线,扫描范围从外耳道下壁至颞骨岩部上缘,包括整个中内耳,避开眼眶。对不能合作的患儿,口服 10%水合氯醛(0.5 ml/kg),待其入睡后扫描。所有颞骨的 CT 资料来自东芝和 GE 的 64 层 CT 扫描设备。采用骨算法,层厚为 0.6 mm,电压 120 kV,电流量 150~440 mA,矩阵为 768×768,产生的像素间距 0.234~0.296 mm。所有的颞骨 CT 图像被导入到一个独立式工作站(GE Advantage Workstation 4.4, Aw4.4),并应用后期处理软件获得耳蜗的 3D 立体重建和 2D 多平面重建影像。

1.3 重建及测量指标

利用 AW 4.4 工作站分别以 3D VR 和 2D MPR 2 种方式重建左右耳,运用测量工具得到相应结构长度及角度的数据。为确保所有指标以统一标准测量,内部(耳蜗)和外部(颅底)的解剖标志被用作参考。首先定义 MPR 影像上一个平面为耳蜗底周所在平面(图 1,蓝色线),然后经过蜗轴形成 3 个相互正交的平面(图 1,红色和绿色线)。

为达到研究耳蜗的盘曲模式和方位的目的,运用之前描述的解剖标志作为参考并测量耳蜗以下结构。耳蜗的长度和宽度:以圆窗中点为起点,通

过耳蜗轴心向另一极第一周的远点取一条直线,测量其距离得到耳蜗的长度。通过轴心与测量长度的线正交,得到宽度(图 2);底周内最长直线距离:仍以圆窗中点为起点作直线,在耳蜗底周内与内侧缘相切,为底周内最长直线距离(图 3);第一周和第二周之间夹角:在冠状位上,定义两条线分别属于耳蜗第一周及第二周螺旋平面,二者间夹角为第一周和第二周之间的角度(图 4);耳蜗的高度:与耳蜗底周所在平面垂直且通过蜗轴顶部的线段,测量其长度得到耳蜗的高度(图 5);正中矢状面与耳蜗底周间角度:矢状面定义为蝶骨正中的延伸并分别通过鼻中隔和枕骨隆突,测量其与耳蜗底周所在平面之间夹角(图 6)^[1-4]。分别测得双侧耳蜗各项指标,为保证数据真实,每项指标测量 3 次后取平均值。并按年龄段、性别及左右耳分组,并在各组间作对比。

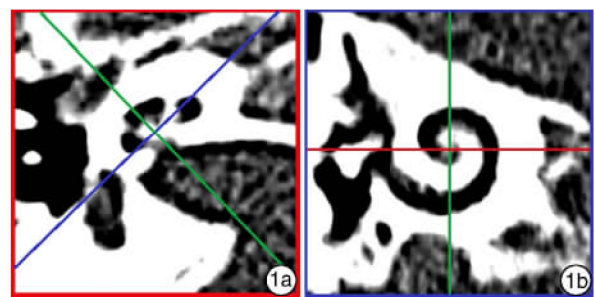


图 1 定义 MPR 影像上一个平面为耳蜗底周所在平面(蓝色线),然后经过蜗轴形成三个相互正交的平面(红色和绿色线)。

1.4 统计学处理

使用 PASW statistic 18.0 统计学软件进行分析,所有数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示。各指标间左右侧、性别间差异显著性应用 *t* 检验,各年龄组间差异应用方差分析和 Student-Newman-Keul 法。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

各指标测量结果在表 1~3 中列出。耳蜗基底部的长:(8.56±0.52)mm、宽:(6.63±0.56)mm、底周内最长直线距离:(7.33±0.56)mm、耳蜗的高度:(3.76±0.28)mm、第一周和第二周之间的角度:(15.82±2.78)°。以上指标在不同年龄、性别及左右耳间均差异无统计学意义($P > 0.05$)。而正中矢状面与耳蜗底周间角度在各年龄组间差异有统计学意义($P < 0.05$),该角度随着年龄的增长而缩小。第一周和第二周之间的角度在各年龄组内均有明显变异,<1 岁组变异最明显。

第一周和第二周之间的角度在左右耳、性别及各年龄组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。观测其总体 95%范围在 15.43~16.20°。然而,第一周

和第二周之间的角度在各年龄组内均存在广泛变异,且年龄越小变异越明显,<1 岁组数据变异最显著(SD:4.07,表 3)。颅骨的正中矢状面与耳蜗底周所成的角度,反映了颅内耳蜗的方位,可以观察到该角度随着年龄的增长而缩小(表 3)。多重比较结果显示,按 $\alpha=0.05$ 水准,除 <1 岁组、1~5 岁组和 5~12 岁组之间总体均数差异无统计学意义外,其余任 2 组间差异均有统计学意义。

表 1 双侧正常耳蜗观察指标测量结果 $\bar{x} \pm s$

指标	N	左耳	右耳
中线与底周角度	100	57.183±5.100	56.754±5.270
耳蜗长度	100	8.532±0.530	8.581±0.510
耳蜗宽度	100	6.622±0.570	6.645±0.560
底周内最长直线	100	7.323±0.590	7.337±0.530
第一二周间夹角	100	15.742±2.530	15.898±3.010
耳蜗高度	100	3.765±0.290	3.770±0.290

3 讨论

应用三维重建和多平面重建提供了全面表现内耳迷路各个结构的影像,能够帮助临床医生对耳蜗形态进行细致的评估。根据本次研究描述的耳蜗形态特征及各指标正常值范围,正常人群耳蜗形

态在左右及性别间基本相同,而且随着年龄增长耳蜗自身结构形态保持不变,但是其整体方位可能在发育过程中因颅底周围及颞骨岩部扩张带来的发育方式的变化而表现出外旋的趋势。

胚胎发育第 6 周时蜗管周围间充质开始凝聚,至 25 周时骨化已完成,出生后形态将不再变化。由于婴儿期前囟的钙化和颅缝的闭合,头部的形态和颅骨的轮廓出现变化。位于颞骨岩部内的耳蜗整体方向和位置出现变化,而耳蜗自身的形态结构却保持不变,这也是维持正常听力功能的必要条件。本次研究结果显示耳蜗本身各主要结构的测量值在年龄组间差异无统计学意义,与传统的组织胚胎学观点一致^[5]。

由于在评估人工耳蜗植入手术时越来越强调对耳蜗膜及骨性结构的保护,因而对其结构的精确判断为选择电极和手术方案都能提供重要参考。耳蜗的长度和第一周第二周间的排列方式可能决定了使电极到达第二周而不引起耳蜗损伤的手术难度。就本次研究来看,在婴幼儿此解剖结构表现出重要的变异性,分析其原因,可能与该年龄段研究对象的筛选有关,尽管耳蜗未表现出结构异常,但多数都存在不同程度的感音性聋,这或许反映出此年龄段相关的早期感音性聋的非均一性。

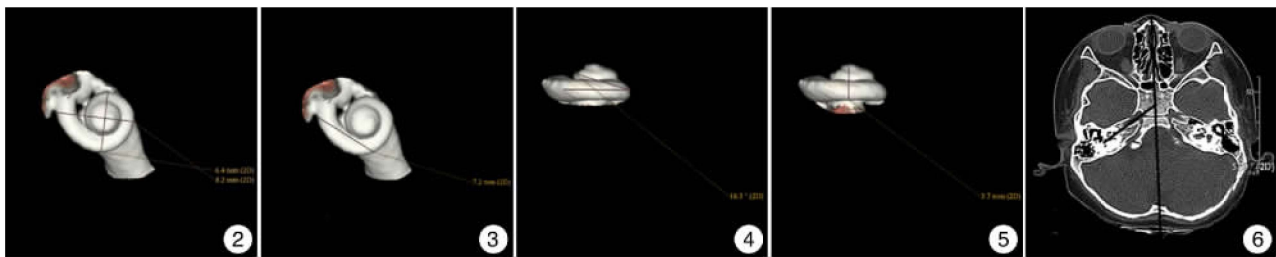


图 2 测量耳蜗的长度和宽度 以圆窗中点作为起点,通过耳蜗的轴心向另一极第一周的远点画一条线,测量耳蜗的长度。通过轴心与测量长度的线正交,得到宽度; 图 3 测量耳蜗底周内最长直线距离 以圆窗中点为起点作直线,在耳蜗底周内与内侧缘相切,为底周内最长直线距离; 图 4 测量耳蜗第一周和第二周之间夹角 在冠状位上,定义两条线分别属于耳蜗第一周及第二周螺旋平面,二者间夹角为第一周和第二周之间的角度; 图 5 测量耳蜗高度 冠状位上,与耳蜗底周所在平面垂直,通过蜗轴顶部的线段为耳蜗高度; 图 6 正中矢状面与耳蜗底周间角度 矢状面定义为蝶骨正中的延伸并分别通过鼻中隔和枕骨隆突,测量其与耳蜗底周所在平面之间夹角。

表 2 不同性别间正常耳蜗观察指标测量结果

$\bar{x} \pm s$

	男		女	
	左耳	右耳	左耳	右耳
中线与底周角度/°	57.33±4.60	56.78±4.45	57.04±5.60	56.73±6.02
耳蜗长度/mm	8.55±0.55	8.56±0.56	8.51±0.52	8.60±0.47
耳蜗宽度/mm	6.69±0.56	6.69±0.53	6.55±0.57	6.60±0.59
底周内最长直线/mm	7.33±0.62	7.30±0.51	7.32±0.58	7.37±0.55
一二周间夹角/°	15.69±2.31	15.60±2.96	15.79±2.76	16.19±3.07
耳蜗高度/mm	3.74±0.24	3.75±0.28	3.77±0.31	3.78±0.30

表 3 各年龄组正常耳蜗观察指标测量结果

$\bar{x} \pm s$

指标	<1 岁		1~5 岁		5~12 岁		12~19 岁		>19 岁	
	左耳	右耳	左耳	右耳	左耳	右耳	左耳	右耳	左耳	右耳
中线与底周 角度/°	60.96±	60.61±	59.27±	58.97±	58.59±	58.57±	54.81±	54.87±	54.97±	53.97±
	4.97	5.06	4.23	5.22	2.89	2.61	3.22	3.53	5.61	5.38
耳蜗长度/mm	8.54±	8.56±	8.55±	8.53±	8.56±	8.53±	8.55±	8.55±	8.50±	8.66±
	0.51	0.58	0.58	0.66	0.66	0.55	0.37	0.38	0.56	0.48
耳蜗宽度/mm	6.61±	6.58±	6.63±	6.68±	6.60±	6.58±	6.58±	6.61±	6.66±	6.72±
	0.75	0.67	0.59	0.77	0.61	0.49	0.54	0.34	0.47	0.56
底周内最长 直线/mm	7.21±	7.28±	7.25±	7.28±	7.29±	7.26±	7.26±	7.34±	7.46±	7.43±
	0.67	0.60	0.61	0.77	0.68	0.47	0.53	0.34	0.54	0.49
一二周间 夹角/mm	15.91±	16.06±	15.56±	15.94±	15.96±	16.21±	15.82±	15.93±	15.59±	15.63±
	3.80	4.07	1.98	3.44	2.50	2.90	2.66	2.13	2.68	2.82
耳蜗高度/mm	3.69±	3.74±	3.75±	3.76±	3.81±	3.78±	3.77±	3.75±	3.76±	3.79±
	0.28	0.27	0.38	0.29	0.28	0.31	0.26	0.28	0.23	0.31

过往的组织学研究已经阐述了耳蜗内电极植入是造成创伤的重要原因之一。这些研究证实了手术对螺旋韧带,基底膜,骨螺旋板造成的损伤。而创伤最常发生于电极通过耳蜗底部第一周并开始卷曲的位置。对耳蜗第一周长度、底周内最长距离、第一周和第二周间角度的掌握,有助于在插入过程中提前采取保护性措施。耳蜗宽度和第一、二周间角度的意义在于评价电极尖端嵌入耳蜗外壁的趋势。这种损伤可引起靠近嵌入点的基底膜撕裂甚至造成鼓阶内的电极阵列脱出。第一周和第二周间角度过大有潜在的可能误导电极尖端的方向并造成紧扣损伤,故在植入过程中若出现电极嵌入的情况下应避免暴力操作^[1-4]。

耳蜗的方位是能否顺利进入耳蜗底周的影响因素之一,具体体现在耳蜗底周平面与正中矢状面间的夹角,此角度随着生长发育有缩小的趋势。经面神经隐窝入路理想地提供了一条沿耳蜗底周长轴插入电极的路径。但是在一些特殊情况尤其是耳蜗发育不良的婴幼儿,耳蜗底回平面与矢状面夹角过大,术中有必要调整插入电极的角度及路径以避免因阻力过大造成的电极植入困难。这种路径上的调整可能需要更大范围的开放面神经隐窝的外侧以及更偏向内侧的插入方向以期得到最理想的插入途径;而对于一些成年人,如果这一角度过小,可能在术中出现无法在常规位置开放耳蜗底周的情况,可能需要调整开窗的位置。耳蜗方位以及底部的长和宽的变异,突出了术前评估耳蜗方位的细微差别对避免耳蜗损伤和前庭阶植入的重要性^[6]。

耳蜗盘曲模式及方位的异常会导致人工耳蜗植入术中耳蜗定位困难甚至手术失败,目前国内外相关的文献报道甚少,本研究对人工耳蜗植入术可提供一些帮助。在以后的研究中,将积累更多如内耳发育异常的病例,进一步探讨判断耳蜗异常的方法并为畸形耳蜗的手术评估提供参考。

参考文献

[1] ERIXON E, HOGSTORP H, WADIN K, et al. Variational anatomy of the human cochlea: implications for cochlear implantation[J]. Otol Neurotol, 2009,30: 14-22.

[2] LLOYD S K, KASBEKAR A V, KENWAY B, et al. Developmental changes in cochlear orientation-implications for cochlear implantation[J]. Otol Neurotol, 2010,31: 902-907.

[3] VERBIST B M, FERRARINI L, BRIAIRE J J, et al. Anatomic considerations of cochlear morphology and its implications for insertion trauma in cochlear implant surgery[J]. Otol Neurotol, 2009,30: 471-477.

[4] HELBIG S, SETTEVENDEMIE C, MACK M, et al. Evaluation of an electrode prototype for atraumatic cochlear implantation in hearing preservation candidates: preliminary results from a temporal bone study[J]. Otol Neurotol, 2011,32:419-423.

[5] JEFFERY N, SPOOR F. Prenatal growth and development of the modern human labyrinth[J]. J Anat, 2004,204: 71-92.

[6] 邹团明,谢南屏,郭梦和,等.人工耳蜗植入术相关的面神经隐窝及后鼓室应用解剖研究[J].临床耳鼻咽喉头颈外科杂志,2012,26(10):439-442.

(收稿日期:2013-08-20)