

成人中耳、内耳解剖结构螺旋 CT 三维重建技术

牛玉军 闫晓虹 武克俭 雷震 刘景勃 张燕 刘洋

【摘要】 目的:探讨成人中耳、内耳解剖结构 CT 三维重建技术。方法:采用螺旋 CT 薄层扫描(层厚 1mm 或 2mm)、小视野(FOV=5cm)、密集重建技术(间隔 0.2mm 或 0.5mm),对 75 例成人中耳、内耳进行三维成像,包括多平面重组(MPR)、最大密度投影(MaxIP)、表面成像(SSD)和仿真内镜成像(CTVE)。结果:中耳鼓室、听骨链、内耳及内耳道均获得满意三维图像。结论:螺旋 CT 三维重建技术的应用能够真实准确观察成人中耳、内耳立体结构。

【关键词】 中耳 内耳 体层摄影术, X 线计算机 三维重建

【中图分类号】 R322.9⁺2, R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2002)01-0028-04

Application of three dimensional spiral CT of adult middle and inner ear NIU Yujun, YAN Xiaohong, WU Kejian, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Jinzhou Medical College, Liaoning 121001

【Abstract】 Objective: To explore the application of 3D spiral CT of adult middle and inner ear. **Methods:** 3D imaging spiral CT of adult middle and inner ear, including multiplanar reconstructions(MPR), maximum intensity projection(MaxIP), surface shaded display(SSD) and CT virtual endoscopy(CTVE), was performed with 1mm or 2mm slice thickness, 5cm field of view and 0.2mm or 0.5mm reconstruction interval in 75 subjects. **Results:** Satisfactory 3D images of tympanic cavity in middle ear, the auditory ossicular chain, inner ear, internal auditory meatus were obtained. **Conclusion:** 3D spiral CT could accurately demonstrate the three dimensional structure of adult middle and inner ear.

【Key words】 Middle ear Inner ear Tomography, X-ray computed Three dimensional reconstruction

成人中耳、内耳解剖结构三维立体成像技术,国内、外已见研究报道,但多为局部结构成像技术^[1-4]。我科自 1999 年 2 月~2000 年 9 月对临床怀疑耳颞部病变,而 CT 检查正常的 58 例及鼻骨外伤 17 例成人进行了中耳、内耳解剖结构三维成像,建立其立体解剖结构模式和标准。为临床对中耳、内耳三维结构的观察提供更直接的影像资料。本文就其三维成像技术做一全面分析报道。

材料与方法

本组 75 例,男 55 例,年龄 18~73 岁,平均 39 岁;女 20 例,年龄 25~67 岁,平均 40 岁。临床以头晕、耳鸣、耳聋等症状检查 58 例,鼻骨外伤 17 例。耳颞部 CT 扫描均正常。扫描设备为 TOSHIBA Xvision/GX 型 SCT 机。耳颞部病变 58 例,取仰卧位,下颌稍内收。扫描基线为上眶耳线,扫描范围从外耳孔下缘至岩骨上缘,鼻骨外伤 17 例,扫描基线为鼻翼耳线向上扫描至岩骨上缘。螺旋扫描技术参数:电压 120kV;电流 150mAs 65 例,300mAs 8 例,360mAs 2 例。层厚 2mm 65 例,1mm 10 例;螺距 1;扫描时间 20s,扫描层数 2mm 层

厚 25 层,1mm 层厚 50 层。

图像处理:180°内插法重建,矩阵 512×512,视野 5.0cm。2mm 层厚扫描者 0.5mm 重建 5 例,获图像 100 幅;0.2mm 重建 5 例,获图像 250 幅。扫描用标准算法,窗位 35HU,窗宽 100HU 48 例;骨算法,窗位 300~600HU,窗宽 1000~3000HU,用骨窗观察 27 例。全部图像传输至美国 SUN 公司 Advantage windows 3.1 工作站,应用软件功能进行 3D 重建及多平面重组(MPR)。

中耳三维成像:①表面成像法(SSD)75 例双耳分别成像:选择中耳区,以听骨链为主,进行 SSD 成像或取全部图像进行 SSD 成像,由头侧或足侧进行横轴面切割(CUT)移去掩盖听骨链的鼓室壁,调整至最佳角度观察。显示中耳鼓室腔,同时观察听小骨。观察阈值下限 150~300HU,上限 1000~1800HU。②最大密度投影法(MaxIP)60 例双耳分别成像:选择中耳区,以听骨链为主进行 MaxIP 成像,观察听骨链及中耳鼓室,窗位 300~900HU,窗宽 1000~1800HU。③仿真内镜法(CTVE)25 例双耳分别成像:取全部图像进行 CTVE 成像,分别以右侧面观及左侧面观观察右耳及左耳,由外耳孔进入切割掉周围多余结构并旋转角度,上旋 30°~45°,外旋 10°~30°,进入深度 26~30mm。听小骨观察阈值下限 90~350HU,上限 1400~1700HU。

内耳三维成像:①SSD 75 例双耳分别成像:选择含有内耳图像进行 SSD 成像。由足侧或头侧进行横轴

作者单位:121001 辽宁省,锦州医学院附属第一医院放射科
作者简介:牛玉军(1964~),男,辽宁绥中人,本科,主治医师,主要从事螺旋 CT 三维成像临床及研究。

* 本课题为辽宁省教育委员会高等学校科学研究项目(总编号 991721592)

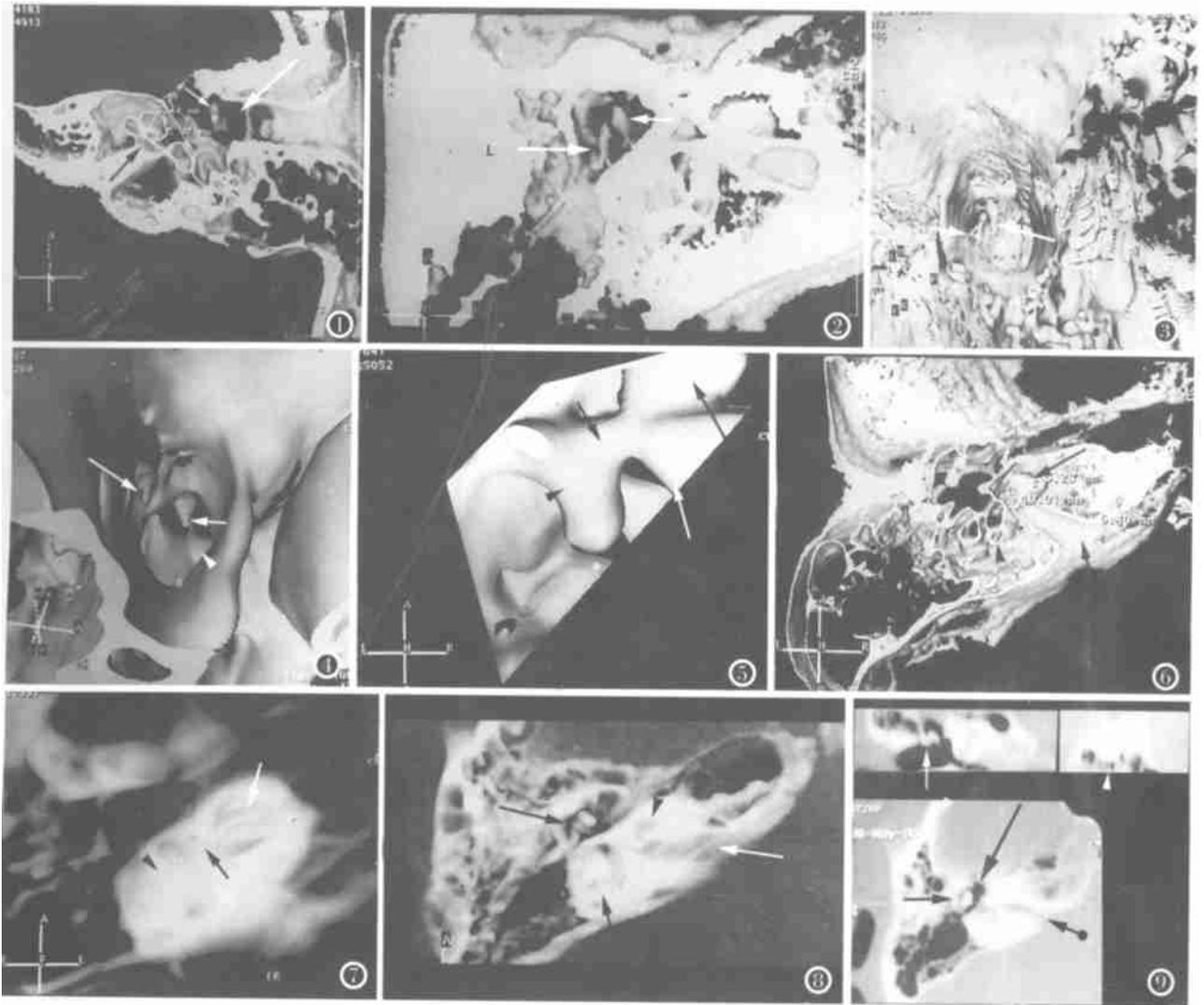


图 1 SSD 横轴位足面观 Z 轴切割显示中耳鼓室最大腔(⇨),听小骨呈扁柄状(⇨)。同时可见耳蜗、前庭、半规管(↗)的内腔及骨壁结构。图 2 SSD 横轴位足面观 Z 轴切割显示听骨链,锤骨(⇨)、砧骨(⇨)结构清晰,边界平滑,锤骨头、体、柄,砧骨体、长、短突显示完整,关节显示完善。图 3 CTEV 侧面矢状位 Z 轴切入至中耳鼓室,前倾 20°,上倾 25°示听骨链,锤骨头、柄显示清晰(⇨),砧骨长、短突、体清晰可见(⇨),关节显示清晰。图 4 CTVE 侧面矢状位 Z 轴切入至中耳鼓室,前倾 25°,上倾 30°显示锤骨头、柄结构清晰(⇨),砧骨呈锥状骨块下突(⇨),镫骨略突起(⇩)。图 5 SSD 横轴位头面观 X、Y、Z 轴多方向切割,去除掩盖骨结构,显示耳蜗(↗)、前庭(↗)、半规管(↙)及内耳道(⇨)表面结构。图 6 SSD 骨算法横轴位足面观 Z 轴切割显示内耳道最大内径(↗),亦可见耳蜗(↗)及半规管(↙)内部结构,骨壁形态完整并测值,图像粗糙,有“假孔缺损”现象。图 7 MaxIP 横轴位头面观显示耳窝底周、中周、顶周(⇨)结构,呈 3 条平行小管,整体呈蜗牛壳状外形,前庭(↗)及半规管(↙)相互垂直关系显示清晰。图 8 MaxIP 横轴位头面观显示听骨链(↗),锤、砧骨结构清晰、完整。关节可见,并可见内耳道(⇨)、耳窝(↙)、半规管(↗)内腔。图 9 MPR 成像包括横断面、冠状面及矢状面,可同时显示中耳鼓室(↗)、听小骨(↗)、耳蜗、前庭、半规管(⇩)及内耳道(↗)结构清晰,形态规整。

位切割,清晰显示耳窝、前庭、半规管及内耳道的骨性结构并切割观察其内部结构。分别测量耳窝的基底径线、上下径线;内耳道的深度径线及内耳道口径线。观察阈值:内耳下限 500~700HU,上限 1400~1800HU;内耳道下限 600~700HU,上限 1400~1800HU。② MaxIP 75 例双耳分别成像:选择内耳图像进行 MaxIP

成像。由头侧或足侧分别观察内耳结构。观察阈值内耳窗位 1200~1700HU,窗宽 1400~1800HU;内耳道窗位 1200~1700HU,窗宽 1500~1800HU。

MPR 成像:60 例单耳或双耳 MPR 成像,在横断面图像上任意划线,获得该层面的二维重建图像,包括冠状面、矢状面和斜位图像,观察中耳、内耳结构,阈值为

窗位 500~ 800HU, 窗宽 2 000~ 2 500HU。

结 果

1. 中耳鼓室三维成像: 显示中耳鼓室的立体构成、室腔大小、各壁形态及位置。SSD(图 1)及 MaxIP 图像显示中耳鼓室为锥形含气空腔, 内侧壁、上壁、底壁、前壁、后壁显示光滑平整。

2. 听骨链三维成像: SSD 图像与 MaxIP 图像显示听骨链结构相同, 分 3 种形态: ①锤、砧骨结构清晰, 表面平滑 18 例 36 只耳, 锤骨柄呈长柱状, 锤骨头膨大, 短突可见, 砧骨体膨大, 长突与锤骨柄近似平行且斜向后内侧, 共同指向蜗角。短突及锤砧关节显示清晰, 镫骨显示不清(图 2、8)。②锤、砧骨形态显示较好, 区分不明显 18 例 36 只耳。③听小骨整体显示为头部膨大的扁柄状结构(图 1) 39 例 78 只耳。CTVE 图像显示听骨链亦区分为 3 种形态: ①锤、砧骨结构清晰 5 例 10 只耳(图 3)。锤骨柄上下走行, 头部膨大, 砧骨长突与锤骨柄近平行, 锤砧关节清晰。②锤骨显示清晰, 砧骨显示由鼓室顶部下垂的锥状骨块 8 例 16 只耳(图 4)。③锤、砧骨不能区分, 呈一锥状骨块 12 例 24 只耳。

3. 内耳三维成像

耳蜗: SSD 成像足面观可见耳蜗基底转(底周)、中周及顶周之间的凹陷, 分界清。头足面显示耳蜗似蜗牛壳状, 切割后显示表面平滑(图 5), 切开可见 3 个空管结构相绕, 呈 2.5 圈(图 6)。测量耳蜗基底径线。MaxIP 图像显示耳蜗似蜗牛壳状及其 2.5 圈结构, 表面可见相连的上下排列的 3 条小管(图 7)。

前庭: SSD 及 MaxIP 显示前庭呈椭圆形结构, 前下部较窄与耳蜗相通, 后上部较宽与半规管相连, 表面平滑。SSD 切开可见空管状内腔, 壁厚薄均匀(图 5~ 7)。

半规管: SSD 可见 3 个半规管呈相互垂直的弓形弯曲骨管, 上半规管内端与后半规管上端合成总脚通入前庭。切割后可见其内腔, 但由于逐渐切割及走行方向, 3 个半规管不能同时显示(图 5、6)。MaxIP 图像可全面观察 3 个半规管及其相互垂直关系(图 7、8), 观察效果优于 SSD 图像。

内耳道三维成像: SSD 图像可直观显示内耳道, 切割后显示其内腔不同大小, 呈粗管状或锥状, 大致水平走行以冠状面平行, 两侧基本对称, 可见底部横行的嵴状隆起(图 6)。于最大层面测量其深度径线。MaxIP 成像内耳道与周边重叠较多, 显示不如 SSD 图像(图 8)。

4. MPR 成像: 可同时显示中耳鼓室、听小骨、耳

蜗、前庭、半规管及内耳道结构(图 9)。

讨 论

本组 75 例成人中耳、内耳解剖结构的三维重建, 通过对比有关文献^[1-4]全面地探讨了螺旋 CT 扫描三维成像技术及中耳、内耳各正常解剖结构的三维立体模型。

螺旋扫描技术参数: 电压 120kV, 电流 150~ 360mAs, 通过对比观察, 增加毫安量, 图像质量将增加。层厚 1mm 或 2mm, 进床速度与层厚同步, 1mm/s 或 2mm/s。螺距均为 1。扫描时间 20s。扫描层数 2mm 层厚 25 层, 1mm 层厚 50 层, 矩阵 512× 512。180° 内插法重建, 视野 5cm。0.2mm 或 0.5mm 重建分获图像 250 幅或 100 幅。扫描用标准算法窗位 35HU, 窗宽 100HU, 骨算法窗位 300~ 600HU, 窗宽 1 000~ 3 000HU。

在三维重建方法上, 文献记载有 MPR、SSD、MaxIP、MinIP、CTVE 及表面透视法(RaySum) 成像等^[4]。由于工作站性能不全, 本组只进行了 MPR、SSD、MaxIP 及 CTVE 成像。在 SSD 成像中, 应用两种方法: ①选取包含需观察结构的部分或全部图像进行三维成像, 部分选取可直接观察其内部结构, 如中耳鼓室最大腔、听小骨外形、内耳道最大口径及耳窝内部结构等; 全部选取图像则可直接观察各结构表面形态及相互关系。②选取全部图像三维重建, 上述两种方式重建图像均可进行切割, 本组采用足面观及头面观纵轴逐层切入, 根据观察需要选择不同厚度。在 MaxIP 成像中选取包含所需观察结构的全部图像成像, 可去除覆盖的多余结构, 达到最佳成像观察效果, 如听小骨、耳蜗、半规管、前庭及相互关系。中耳 CTVE 成像中选取全部重组图像, 左、右耳分别以左、右侧面观, 逐层内窥, 进入深度依听小骨观察效果而定。在 MPR 成像中, 沿横断面上的划线将横断面上二维体积元厚层面重组, 获得该平面的二维重建图像, 起到辅助作用, 克服了三维重建时大量的数据丢失、人为因素的影响及单纯横断面图像的不足^[5]。上述各种方法中, 重建时均需依观察内容调节不同角度选取最佳图像测值、存盘、照片。

文献记载密集重建有助于提高图像的纵轴分辨率^[1]。本组 5 例 0.5mm 重建 10 只耳, 5 例 0.2mm 重建 10 只耳, 重建图像细致, 细微结构观察优于 2mm 和 1mm 层厚直接重建图像, 但对听小骨、中耳鼓室、耳窝、前庭、半规管及内耳道的观察, 图像显示无明显差异。对其解剖结构的显示及数值的观测无影响, 这与我们观察的结构相对较大有关。CTVE 经外耳道进入

鼓室,观察听小骨,调节不同角度清晰显示听骨链结构^[6],与SSD及MaxIP图像相似,未显示出明显优势。

骨算法扫描重建图像略显粗糙,但各结构显示较规范、清晰,而标准算法扫描重建图像细致、平滑,但上述结构各壁显示略厚。

阈值对图像影响较大,阈值过高造成“假孔缺损”,阈值过低则掩盖骨的细小的突起。在不影响图像的情况下,一般尽量把阈值降低。本文对MPR、SSD、MaxIP、CTVE成像阈值进行了细致选取,确保图像质量最佳,通过多次选取,所选阈值见表1。

表1 75例成人中耳、内耳三维成像阈值

	中耳鼓室	听小骨	内耳	内耳道
SSD 下限	150~ 300	150~ 300	500~ 700	600~ 700
上限	1000~ 1800	1000~ 1800	1400~ 1800	1400~ 1800
MaxIP 窗位	300~ 900	300~ 900	1200~ 1700	1200~ 1700
窗宽	1000~ 1800	1000~ 1800	1400~ 1800	1500~ 1800
CTVE 下限		90~ 350		
上限		1400~ 1700		
MPR 窗位			500~ 800	
窗宽			2000~ 2500	

观察显示,中耳鼓室与听小骨阈值、内耳与内耳道阈值基本相同,即选取相同的阈值对图像质量影响不大。上述所选阈值与文献^[1,5,6]基本相同。实践表明各阈值下限的选取尤需准确,可避免由于CT值过高而出现假像“假孔缺损”,减小了CT容积效应的影响,而阈值上限对骨成像并无影响^[7]。

本SUN工作站Tissue Tool阈值观察范围在-1000~+3000,本组选取下限值即前者的范围,上限值即后者的范围,上限值并不明显影响成像质量,目前学者未加讨论及报道,未确定上限标准。本组的选择在不影响成像质量的基础上降至最低,大致确定其选取阈值,以缩小观察范围。

SSD图像与MaxIP图像显示听小骨无明显差异,而对中耳鼓室及内耳道的显示差异较大,这与前者重叠少、后者重叠结构复杂有关,减小结构重叠的MaxIP像可缩小与SSD的差异。

SSD图像对耳窝、前庭、半规管表面及内部结构均显示清晰,可见其空管状结构及相互关系,头面观切割像优于足面观切割像,即头面观显示各结构更充分、具体、形象。MaxIP显示耳窝、前庭、半规管的整体形态亦较好,可见耳窝的2.5圈结构、半规管的相互垂直关系^[1],但不能显示内部结构,由于半规管的走向不同,SSD切割后将逐渐被切掉,其立体显示不如MaxIP完整、形象。

在中耳鼓室立体图像中,采用分段或切割成像,可显示其各室壁组成及最大室腔。本文显示听骨链各解剖结构关系明确18例(36只耳),结构可区分,但结构显示不清18例(36只耳)。听骨链显示为扁柄状39例78只耳,不及文献报道^[1,5],且镫骨显示不清,这与螺旋CT及工作站性能有关,我们工作站机器软件性能不高,但不管哪一种解剖模式的建立均为区分异常奠定了基础。

参考文献

- 1 黄勇,王仪生.听骨链和迷路螺旋CT三维重建技术初步临床应用报告[J].中华放射学杂志,1998,32(10):678-680.
- 2 Polacin A, Kalender WA, Marchal G. Evaluation of section sensitivity profiles and image noise in spiral CT[J]. Radiology, 1992, 185(1): 29-35.
- 3 Kimura K, Koga S. Basic principles and clinical applications of helical scan [M]. Tokyo: Iryokagakusha, 1993. 242-256.
- 4 王东,张换时,熊明辉,等.螺旋CT三维重建方法的探讨[J].中国医学影像技术,2000,16(10):889-892.
- 5 周康荣.螺旋CT[M].上海:上海科技大学出版社,1998.12.
- 6 王东,张换时,熊明辉,等.听骨链CT仿真内窥镜成像技术的临床应用价值[J].中华放射学杂志,2000,34(7):459-461.
- 7 David CH, Paul LT. CT of dry skulls with craniofacial deformities: Accuracy of three-dimensional reconstruction[J]. Radiology, 1985, 157(1): 113.

(2001-03-08 收稿)

全国骨骼肌肉系统疾病影像学术会议征文通知

经中华医学会学术会务部批准,由放射学分会骨组主办,中国医科大学第二临床医院承办的全国骨骼肌肉系统疾病影像学术会议定于2002年7月在辽宁省沈阳市召开。届时将有国内著名专家进行讲课及与会代表的学术交流。

征文要求:凡未在国内外杂志公开发表的论文均可投稿。论著要求3000字左右的全文和800字以内的摘要。摘要具体内容应分别列出目的、材料和方法、结果、结论四要素。论著全文及摘要前均需依次写清:论文题目、作者单位、邮编、作者姓名。并附单位介绍信。请自留底稿,恕不退稿。

征稿范围:骨骼肌肉系统、五官、周围血管及软组织疾病的X线平片、CT、MRI及DSA等影像诊断和介入诊断和治疗,以及实验研究、临床研究及少见病例报告等。截稿日期:2002年4月30日,以当地邮戳为准。

来稿请寄:110004 沈阳市和平区三好街36号 中国医科大学第二临床学院放射科 郭启勇 吴振华 冯鸿燕 收

E-mail: cmuradi@mail. sy. ln. cn 电话:024-23929902 024-23893501 转6966