

·论著·

颞骨 MSCT 及多种后处理技术在婴幼儿人工耳蜗植入术中的临床应用

陈彩龙 林美福 周硕 王恩成 陈国宝 陈文新

【摘要】目的 探讨颞骨多层螺旋 CT(MSCT)及多种后处理技术在婴幼儿人工耳蜗植入术中的临床应用价值。**方法** 对 50 例术前和 2 例术后重度感音神经性耳聋(SNHL)患者行颞骨高分辨率CT平扫,应用双斜径多平面重建、面神经曲面重建、双阈值重建+透明成像+三维融合等后处理技术,对鼓岬平面面神经垂直段与外耳道后壁的距离、圆窗宽度进行测量及对内耳结构进行分析。**结果** ①50 例术前患者中,内耳发育畸形 7 例,发病率为 14.0%(7/50);慢性中耳乳突炎 9 例;另 34 例内耳、乳突未见明显异常。50 例术前患者均清晰重建出内耳、听骨链三维结构,精确测量出鼓岬平面双侧面神经垂直段与外耳道后壁的距离[右侧(0.33±0.057) cm、左侧(0.33±0.068) cm]及双侧圆窗宽度[右侧(0.14±0.027) cm、左侧(0.14±0.025) cm],完整显示出面神经走行路径。②2 例术后复查患者均清晰显示出电极位置及术后改变情况。**结论** 部分先天性 SNHL 存在内耳发育畸形,颞骨 MSCT 高分辨扫描能清晰显示内耳畸形,同时应用多种后处理重建及测量技术,可为婴幼儿人工耳蜗植入术前提供更精确的颞部解剖影像信息和术后评估。

【关键词】 听觉丧失,感音神经性;耳蜗植入术;体层摄影术,螺旋计算机

Clinical application of multislice spiral CT for temporal bone and multiple post-processing reconstruction techniques for infant cochlear implantation Chen Cailong, Lin Meifu, Zhou Shuo, Wang Encheng, Chen Guobao, Chen Wenxin. Department of Nuclear Medicine, Provincial Clinical College, Fujian Medical University, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China
Corresponding author: Chen Wenxin, Email: wenxinchzt@aliyun.com

【Abstract】 Objective To investigate the clinical application value of multislice spiral CT (MSCT) for temporal bone and multiple post-processing reconstruction techniques for infant cochlear implantation. **Methods** Fifty preoperative patients and two postoperative patients with severe sensorineural hearing loss (SNHL) underwent high-resolution temporal bone MSCT. Double-threshold reconstruction, transparent imaging and three-dimensional fusion, double-oblique diameter multiplanar reconstruction, and curved planar reconstruction were used to measure the distance between the vertical facial nerve and external acoustic canal and the round window breadth, as well as analyze the inner ear structure. **Results** ① Out of 50 preoperative patients, 7 showed inner ear malformations, 9 presented chronic tympanomastoiditis, and 34 exhibited normal ear structure. The probability of inner ear malformations was 14.0%. Before cochlear implantation, the inner ear structure and ossicular chain were clearly observed in all the patients enrolled in this study. The distance between the vertical facial nerve and external acoustic canal was (0.33±0.057) cm on the right side and (0.33±0.068) cm on the left side. The round window breadth was (0.14±0.027) cm on the right side and (0.14±0.025) cm on the left side. ② The electrodes and postoperative changes were clearly detected in two patients with cochlear implants. **Conclusions** Inner ear malformations were clearly shown by high-resolution temporal bone scanning in a number of SNHL patients. Multiple post-processing techniques can significantly obtain precise information on the temporal anatomical structure before cochlear implantation and provide accurate assessment of the operation.

【Key words】 Hearing loss, sensorineural; Cochlear implantation; Tomography, spiral computed

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2015.02.007

作者单位: 350001 福州, 福建医科大学省立临床医学院, 福建省立医院核医学科

通信作者: 陈文新(Email: wenxinchzt@aliyun.com)

先天性内耳畸形是儿童感音神经性耳聋(sensorineural hearing loss, SNHL)的主要病因,其群体发病率约为 1/2000~1/6000^[1]。人工耳蜗植入术已经

成为重度和极重度 SNHL 患者获得听力的唯一成熟手段。常规手术是由面神经隐窝入路, 打开圆窗龛将电极植入内耳, 将声音信号转化成电信号刺激听神经纤维, 产生听觉。为避免术中损伤面神经, 了解鼓岬平面面神经垂直段与外耳道后壁之间的距离十分必要。而圆窗宽度又直接造成电极植入的难度。因此, 术前颞骨多层螺旋 CT(multislice spiral CT, MSCT)检查旨在排除急慢性中耳炎、内耳骨迷路结构严重畸形及耳蜗纤维骨化等手术相对禁忌证的同时^[2-3], 选择适宜病例, 并提供更精确的颞部解剖影像信息, 为治疗方案的制定提供定性(或)定量数据支持。现将我科收治的 52 例 SNHL 患儿颞骨 MSCT 检查及其多种后处理技术应用情况报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2013 年 1 月至 2014 年 5 月经我院诊治的重度 SNHL 患儿 52 例(50 例为术前患者, 2 例为术后患者), 共 104 个患耳, 其中男性患儿 22 例、女性患儿 30 例, 年龄 6 个月~3 岁, 平均年龄(2.1±0.6)岁。患儿需入睡后(部分患儿需口服 5%的水合氯醛, 1 ml/kg)进行检查, 所有患儿均由家属代签署颞骨 CT 检查知情同意书。

1.2 扫描方法

全部患儿采用美国 GE 公司 lightspeed16 螺旋 CT 行颞骨高分辨模式平扫; 患者取仰卧位, 头颅侧位定位, 扫描基线为上眶耳线, 扫描范围从外耳孔下缘至岩骨上缘, 双侧同时成像, 扫描技术参数: 电压 120 kV, 电流 300 mA, 螺距 0.562, 扫描层厚 0.625 mm, 重建间隔 0.625 mm, 扫描视野 16 cm。左、右侧分别以鼓室为中心进行图像重建, 重建间隔为 0.625 mm, 重建视野 10 cm, 矩阵 512×512。窗宽 3000, 窗位 550。

1.3 后处理重建方法

将扫描数据导入 GE AW4.2 工作站, 对双侧患耳分别进行后处理。将患者术前所得诊断信息与手术结果进行对照分析。

1.3.1 双斜径多平面重建 (multiplanar reconstruction, MPR)方法

常规 MPR 无法直接显示面神经垂直段与外耳道后壁的距离, 且不能很好地显示圆窗。本研究在

常规 MPR 的基础上, 通过软件进行双斜径调整取得了较好的效果。具体方法是: 在后处理界面上, 鼠标选中旋转中心, 按住矩形方框边旋转边观察, 当骨岬平面面神经垂直段与外耳道后壁同时显示在一个断面时, 应用目测法找到之间最短距离的断面后, 进行局部放大, 然后由计算机测量软件测量出面神经垂直段与外耳道后壁的距离(图 1 中 A); 同样方法可分别显示圆窗的位置及毗邻结构的关系, 并测量圆窗的角度和大小等(图 1 中 B)。最后利用测量软件对内耳各主要结构进行测量, 如: 前庭、半规管、前庭水管及内耳道等的形态、宽度及大小等, 分别记录测量数据供临床医师制订治疗方案时参考。

1.3.2 面神经曲面重建方法

面神经走行迂曲, 常规颞骨 CT 横断面、冠状面或矢状面均很难完整显示。利用曲面重建技术, 逐层选择面神经管中心进行曲面重建, 可完整显示出面神经的走行(图 1 中 C), 方便多角度观察面神经与面神经隐窝、外耳道后壁、鼓索神经等邻近结构的关系, 从而有助于临床医师设计和选择手术路径。

1.3.3 双阈值重建+透明成像+三维融合方法

由于膜迷路位于密度较高的骨迷路内, 是非骨性结构, 密度较低, 常规 CT 三维重建采用高密度组织重建而成, 无法对膜迷路进行三维成像。本研究改进了软件的使用方法, 先大致勾画及剪切出内耳区域组织, 然后采用双阈值技术, 即设定一个阈值使低密度膜迷路投影显示出来(约小于-500 HU), 另设一个阈值使高密度骨迷路及周围骨性结构衰减而不显示(约大于 500 HU), 再应用容积再现(volume rendering, VR)技术进行修剪, 可清晰地显示耳蜗、前庭、半规管的膜性三维立体结构; 保存处理结果, 最后对听骨链单独进行 VR 重建, 并对颞骨透明化重建, 然后逐一融合, 可直观显示听小骨、内耳结构与颞骨的关系(图 1 中 D~E)。

2 结果

诊断结果由两名有经验的放射科医师分别进行独立阅片后再集体读片共同确定。50 例术前 SNHL 患儿中, 内耳发育畸形 7 例, 发病率为 14.0%(7/50), 乳突未见明显异常; 慢性中耳炎 9 例; 内耳未见明显异常 34 例。50 例术前患儿的 100 个患耳

均清晰重建出听骨链、前庭、半规管、耳蜗的三维形态结构。全部患儿均完整显示面神经走行及邻近结构情况。鼓岬平面双侧面神经垂直段与外耳道后壁的距离为：右侧(0.33±0.057) cm、左侧(0.33±0.068) cm，双侧圆窗宽度为：右侧(0.14±0.027) cm、左侧(0.14±0.025) cm。内耳畸形患儿的CT表现见表1，典型表现如图2~3。9例慢性中耳炎患儿予对症治疗延期手术，3例内耳发育畸形中有耳蜗畸形的患儿放弃手术，其余38例患儿均顺利进行人工耳蜗植入术；术前MSCT影像诊断结果及测量数据与术中所见结果基本一致。

2例术后复查患者精确显示电极所处位置及术后改变等(图4)，满足诊断要求。

3 讨论

3.1 MSCT 检查对人工耳蜗植入术的意义

Purcell等^[4]对SNHL患者进行了高分辨率CT测量，发现其存在内耳畸形及结构异常。李幼瑾等^[5]统计的860例先天性SNHL患儿中，先天性内耳畸形者占14.5%。本文通过对50例术前重度SNHL患者的检查发现了7例内耳先天畸形，发生率约为14.0%，略低于上述报道。面神经水平段低位、垂直段前置易导致面神经损伤，圆窗龛太厚、前庭畸形、扩大等会增加手术难度，耳蜗硬化可导致人工耳蜗无法植入。MSCT可准确评估上述疾病，对人工耳蜗植入术适应证的选择和禁忌证的排除起到至关重要的作用。

3.2 MSCT 重建测距的优势及意义

颞骨中耳和内耳结构精细、位置重叠、毗邻关系复杂，是人体复杂的解剖区域之一。重要结构的精确测距对人工耳蜗植入手术有重要的指导意义。

特别是圆窗的大小及鼓岬平面面神经垂直段与外耳道后壁的距离等，对人工耳蜗植入难度评估及耳钻大小的选择具有重要参考价值。MSCT的MPR技术可以获取任意平面的影像，使得测量颞骨内任何结构间距成为可能，螺旋扫描的各向同性使得后处理测量的精确性与实体标本测量基本一致。本研究结合临床手术需求，精确测量了手术关键部位的解剖距离，如面神经垂直段与外耳道后壁的距离、面神经与鼓索神经角度和距离、面神经隐窝大小、圆窗大小、圆窗龛厚度等，并能够精确显示面神经与鼓索神经的关系。但由于没有“正常对照组”参照，以及本组病例数较少，这些参数的正常值及其与SNHL的关系有待进一步研究。目前的结果仅供手术方案的制订和术中参考。

3.3 MSCT 三维重建颞骨内结构的价值

目前国内外常用颞骨高分辨率CT及MRI进行人工耳蜗植入术前评估(MRI主要观察脑神经、颅内结构、内耳道内神经及膜迷路结构)。若不进行恰当细致的后处理，难以得到手术需要的准确数据，也无法直观显示内耳结构，可能增加手术的不确定性。颞骨CT扫描后，后处理方法各异。由于MSCT采用容积扫描，基本无信息丢失，其薄层连续扫描为颞骨内精细结构的显示和三维重建提供了可能。但由于后处理工作站附带的三维重建功能对于颞骨内部精细结构重建仍显不足，因此需要借助于人工识别和分割才可能得到比较理想的效果。目前利用体绘方法对颞骨内部结构进行人工分割后再重建的研究很少。本研究对用于重建的轴位薄层图像逐层进行兴趣结构的勾画，然后以工作站体绘成像功能实现了活体颞骨以及耳蜗、前庭、半规管的三维成像，精确再现其立体关系，对术后电极置入

表1 7例内耳畸形患者的颞骨多层螺旋CT表现

Table 1 Temporal bone multislice spiral CT performance in 7 cases with inner ear malformations

内耳畸形情况	例数	年龄	性别	多层螺旋CT平扫及所见
耳蜗导水管发育畸形	1	8个月	女	双侧耳蜗导水管增宽
半规管发育畸形	1	7个月	男	双侧半规管类圆形膨大；右侧面神经管垂直段及鼓室段走行不规则，垂直段显示不清
外耳道、听小骨发育畸形	1	1岁	男	左侧外耳道闭锁；双侧听小骨发育异常，右侧锤骨柄与砧骨长脚部分融合，砧骨头及短脚稍膨大；左侧锤骨砧骨融合、膨大呈块状，锤骨柄与砧骨长脚短小，双侧镫骨显示欠清楚
前庭、半规管发育畸形	1	2岁	男	双侧外半规管呈囊状，与扩大前庭共腔
耳蜗、半规管发育畸形	1	3岁	女	右侧外半规管呈囊状，双侧上、后半规管融合；双侧耳蜗中、顶圈融合
共同腔畸形，面神经垂直段前置	1	3岁	男	耳蜗、前庭扩大并共腔；双侧水平半规管、后半规管发育较差，呈囊状同前庭共腔，双侧内听道增宽；右侧面神经垂直段轻度前置
耳蜗、前庭、半规管发育畸形	1	1岁	女	双侧耳蜗扩大呈球形，蜗轴消失，扩大的耳蜗与前庭融合，双侧半规管发育不全

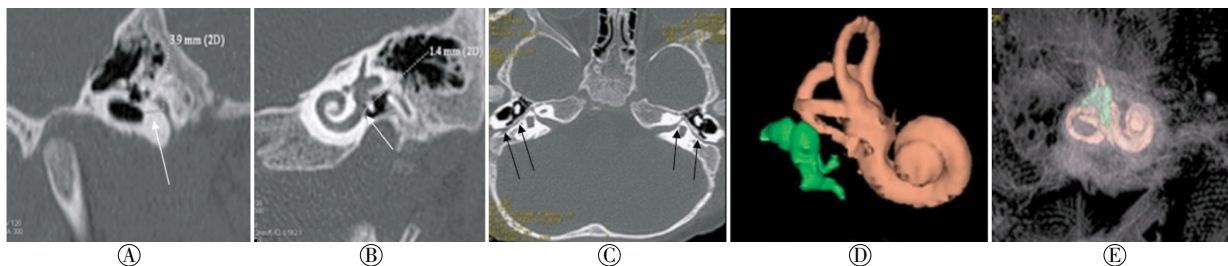


图 1 内耳正常者的多层螺旋 CT 内耳重建图像。男性，8 个月。A：多平面重建图，示面神经垂直段同外耳道后壁距离为 39 mm（箭头所示）；B：多平面重建图，双斜径示圆窗位置、大小（圆窗直径为 14 mm，箭头所示）、圆窗龛、耳蜗、半规管等结构；C：面神经曲面重建图，完整显示面神经走行及其同外耳道后壁等毗邻结构（箭头所示）；D：双阈值重建+容积再现融合重建图，多角度显示听小骨、耳蜗、半规管形态及空间结构关系；E：双阈值重建+颞骨透明成像+容积再现融合重建图，多角度显示听小骨、耳蜗、半规管和颞骨的形态及空间结构关系。

Fig.1 Multislice spiral CT reconstruction images of normal inner ear



图 2 内耳畸形患者的内耳多层螺旋 CT 双阈值重建+容积再现融合重建图像。患儿男性，2 岁，外半规管呈囊状与扩大前庭共腔(箭头所示)。

Fig.2 The inner ear multislice spiral CT image performed by double threshold reconstruction, volume rendering and three-dimensional fusion in patient with inner ear malformations

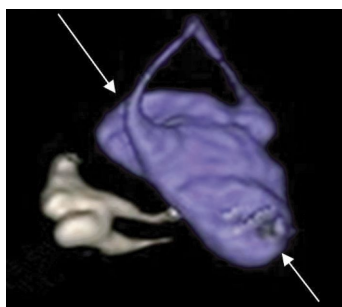


图 3 内耳畸形患者的内耳多层螺旋 CT 双阈值重建+容积再现融合重建图像。患儿男性，3 岁。耳蜗、前庭扩大并共腔，双侧水平半规管、后半规管发育较差，呈囊状同前庭共腔(箭头所示)。

Fig.3 The inner ear multislice spiral CT image performed by double threshold reconstruction, volume rendering and three-dimensional fusion in patient with inner ear malformations

效果评价也能直观显示。本研究方法对每例患儿只需进行一次 MSCT 轴位平扫，重建及后处理约需 1 h，相对简便易行。但需由熟悉颞骨解剖的影像和临床医师亲自操作。由于颞骨内在结构均用彩

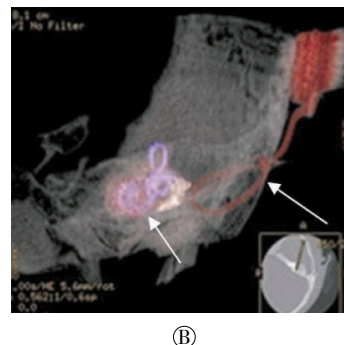
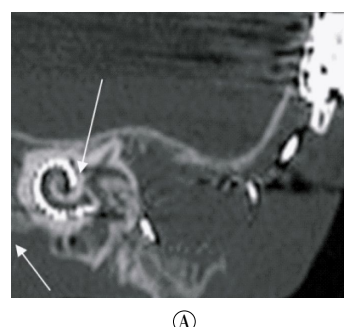


图 4 人工耳蜗植入术后患者的多层螺旋 CT 内耳重建图像。患儿女性，2 岁。图中，A：双斜径多平面重建图，示人工耳蜗电极在耳蜗的位置（箭头所示）；B：双阈值容积再现重建+颞骨透明成像+容积再现融合重建图，示耳蜗、半规管、前庭、听小骨与人工耳蜗的关系，箭头所示为植入人工耳蜗的电极位置。

Fig.4 The multislice spiral CT reconstruction images of inner ear in patient with artificial cochlear implantation

色显示，其在岩骨表面下的深度可以透明化显示，还可以在工作站上利用切割工具对乳突轮廓及内耳道等进行模拟手术切割操作^[6]，能较好地满足临床多角度、直观、全方位地观察中耳和内耳解剖的需要，有可能进一步减少手术风险和并发症。

综上所述，部分先天性 SNHL 存在内耳畸形，

(下转第 143 页)