

耳部正常结构及病变的 CT 研究

唐作华 综述 钱雯, 宋济昌, 周康荣 审核

【中图分类号】R814.42; R764 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2004)09-0695-04

传统 X 线平片难以完全显示耳部病变, 常规 CT 虽能准确定位及基本显示耳复杂结构和病变, 但仅为二维图像^[1], 不能形成三维立体结构。随着螺旋 CT 三维重组的应用, 多层螺旋 CT(multislice spiral CT, MSCT) 的开展, 在不增加扫描时间和照射剂量的条件下可获得高质量和多方面的图像信息, 重组图像具有非常直观的立体效果, 且可通过叠加和不同角度的旋转, 进一步清晰地观察到中、内耳各精细结构及其邻近关系, 对疾病及早诊断、治疗提供更大价值。

检查方法

高分辨力 CT 扫描(high resolution CT, HRCT) 耳部常用基本检查方法: 行薄层间隔扫描, 层厚及间隔均为 1~2 mm, 矩阵 512 × 512, 视野 18 cm, 120~130 kV, 250~300 mAs。主要用骨窗条件观察中耳、内耳和外耳骨性结构, 要更清楚观察内耳等细小结构, 可将图像放大。常用横断面和冠状面扫描^[2], 两种位置对中、内耳结构的显示效果各有优势, 即砧骨短脚、体部、锤砧关节、镫骨脚、砧镫关节、水平半规管及面神经第一、二段的显示, 横断面优于冠状面(图 1), 而锤骨颈、柄、砧骨长脚、前庭窗、蜗窗、镫骨、面神经第三段、Prussak's 腔、鼓室盖及盾板的显示, 冠状面优于横断面(图 2)。这种显著性差异主要与这些结构的排列、走行方向和大小有关^[3], 二者结合可观察中、内耳各种解剖结构, 明确外耳道闭锁的程度和类型, 同时对听小骨及内耳畸形、乳突气化类型、炎症、肿瘤、外伤骨折均可做出诊断, 且可测量乳突气房体积, 外耳道、中耳、内耳膜迷路大小, 面神经管鼓室部和乳突部长、宽度^[3-7]。

螺旋 CT 扫描较 HRCT 扫描时间短, 为连续快速扫描, 采集容积数据, 若采用薄层扫描可获得三维重组图像, 提高诊断质量和价值。利用螺旋 CT 三维重组技术可研究正常和异常听骨链、内耳道、内耳正常结构、先天畸形、梅尼埃病及中耳炎等^[8-11]。感音神经性耳聋患者行耳蜗植入术后, 螺旋 CT 图像可观察电极位置、排列、长宽和起止点等^[12]。

MSCT 扫描球管每旋转 1 周可获得 4~16 层图像, 扫描速度是单层 CT 的 8~32 倍, 可大大缩短扫描时间或在相同的扫描时间内获得更薄的横断面图像, 如层厚小至 0.5 mm, 可明显提高 Z 轴分辨率, 其 MPR 重组图像几乎等同于原始横断面图像^[13]。MSCT 大大拓宽了各种图像后处理技术的应用范围, 有利于进一步清晰观察中耳听小骨及内耳细微空间立体结构、软组织纤维病变情况和进行数据测量, 对明确诊断及制定正确的手术方

案和教学研究均带来极大帮助^[14]。

靶扫描及重组技术: 采用薄层、小视野(80~90 mm)扫描, 可对兴趣区重组放大, 特别适用于单侧中、内耳畸形或肿瘤累及到中耳听小骨、膜迷路等细小结构的病变, 可进一步提高密度和空间分辨率, 改善细微病变结构的显示。靶扫描和靶重建为两个不同的概念, 后者在常规螺旋 CT 数据的基础上缩小视野, 并重叠重建, 空间分辨率虽有提高, 但远不如靶扫描, 但二者对显示 0.3~0.5 mm 的细微结构均有优势, 靶扫描后图像进行二维及三维重建时图像明显放大且清晰^[15]。

增强 CT 扫描: 耳部以炎症和听小骨、内耳畸形为多见, 故通常以骨扫描条件作常规扫描即可诊断。肿瘤发生率较低, 增强后一般除胆脂瘤外肿瘤均有不同程度强化。

图像后处理技术

直接冠状位或矢状位扫描可获得高质量的图像, 但它受患者扫描体位和扫描架角度的限制, 同时存在延长扫描时间和增大照射剂量的缺点。颞骨螺旋 CT 扫描可于仰卧位在较短时间内完成全部扫描, 利用所获得体积数据进行图像后处理。

多平面重组技术(multiplanar reformation, MPR) 中冠状位 MPR 具有较高的价值, 能显示听小骨的全长、面神经管垂直段、内耳道、耳蜗及外耳道骨棘等, 但不能显示听骨链的立体结构^[10,16](图 2)。包括曲面重组(curved multiplanar reformation, CMPR), 即在横断面图像上按要求任意划线, 然后沿该划线将横断面上二维数据重组, 即可获得划线平面的二维重组图像, 可以是任意方向的, 且可实现实时显示, 是横断面图像的很好补充。耳 MPR 中颞骨 CMPR 主要应用于面神经管, 可以沿其走行在不同平面连续追踪, 清楚显示在颞骨内的全程走向, 形态有无异常和管壁裂缺等情况^[17]。

最大/最小密度投影(maxim/minim intensity projection, MIP/MinIP): 正常和异常中耳观察阈值分别为 -500~-200 HU 和 100~300 HU, 中耳听骨链及内耳 MIP 成像, 选择以听骨链

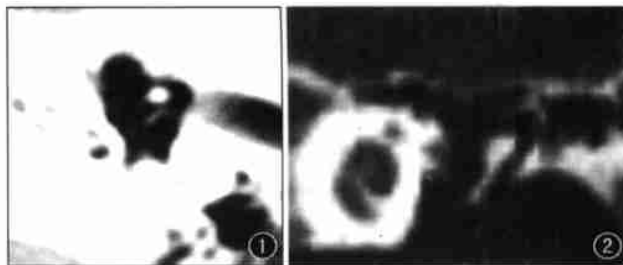


图 1 HRCT 横断面示锤骨、砧骨、镫骨、锤砧关节、砧镫关节, 以显示镫骨脚更佳。图 2 MSCT MPR 图像示耳蜗、部分锤骨头和砧骨, 未显示镫骨。

作者单位: 200031 上海, 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射科(唐作华、钱雯、宋济昌); 200031 上海, 复旦大学附属中山医院放射科(周康荣)

作者简介: 唐作华(1968-), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 主治医师, 主要从事眼、耳部影像学研究工作。

及耳蜗为主再重组图像,由足侧向头侧进行 MIP 成像^[10, 18]。MIP 显示耳蜗、前庭及半规管整体形态较好,可见耳蜗的 2.5 圈结构,半规管相互垂直关系^[18]及听骨链立体图像,即锤骨柄和砧骨长突平行,斜向后内侧,共同指向蜗轴,砧骨长突位于锤骨柄的后方。MinIP 选择有骨迷路的再重组图像进行编辑,移去颞骨其它部分,保留骨迷路,从不同角度行 MinIP 成像,可显示耳蜗有 2.5 圈,3 个半规管相互垂直及前庭阶和鼓阶,用于内耳畸形诊断^[10, 18]。

表面遮盖显示(surface shaded display, SSD):与上述 MIP 选择观察阈值相同,恰当的阈值对图像质量和诊断至关重要,阈值过高会造成砧镫关节不连续,形成断裂的假象,也不利于显示镫骨等细微结构;而阈值偏低则不能清晰显示被软组织影包绕的听小骨,多先采用较低阈值,观察镫骨,再调到较高的阈值显示锤、砧骨。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 MIP 完整、形象,与 MIP 所能显示的结构大致相同,能直接观察听小骨形态、大小、相互关系及内耳,且可部分显示正常鼓室骨壁的结构,如前庭窗、蜗窗及盾板等,但不如轴位 HRCT 及 MPR 清楚。SSD 与 MIP 共同缺点为容易丢失或掩盖镫骨等细小结构,对异常软组织显示能力差^[11]。

仿真内镜(virtual endoscopy, VE):将螺旋 CT 容积扫描所获得的数据进行后处理,重组出空腔器官内的立体影像,类似纤维内镜所见,但为无创性检查,经外耳道逐层观察,可产生电影效果,出现一系列图像,整个过程约 20~30 min。利用听骨链与鼓室腔的高对比度,能完整清晰地显示听骨链、内耳半规管立体结构和部位。观察正常听骨链阈值为 -600~-200 HU。VE 技术对诊断听骨链破坏、先天性畸形、外伤后骨折脱位及人工听小骨置换术后随访、鼓室腔及术后骨嵴破坏等方面优于二维图像,对内耳先天畸形和纤维成分消失等病变的观察比一般三维重组技术好,可以作为常规 CT 的补充^[13, 16, 19]。VE 的不足之处是对细微结构如镫骨前后脚、鼓室骨壁的显示能力差,应结合 HRCT 和 MPR 才能做出准确、全面的诊断^[16]。

容积再现技术(volume rendering, VR):是较高形式的三维图像重组技术,它是投影线通过容积数据对扫描容积内全部像素总和的影像显示,可 100% 利用扫描容积内的容积数据,较 MIP 及 SSD 等仅利用约 10% 的容积数据资料处理所得的图像更准确、清晰、细腻、层次丰富,且立体感强^[20]。有文献报道 VR 成像能明确显示内耳形态,前庭神经、蜗神经和颞骨内段面神经的部位和行径(图 3、4)。可用于内耳畸形、电子耳蜗术前评价、术后随访、小听神经瘤等诊断和术前导航^[21, 22]。

透明重组技术(Ray Sum 重组):对所选择的三维组织或物体内的所有像素进行投影,相当于模拟数字 X 线图像,可以观察内部结构,主要应用于胃、肠等空腔器官疾病诊断。它通过旋转不同角度,清楚地显示内耳膜迷路的精细结构及膜迷路囊管间的相互关系,可分辨出椭圆囊和球囊,而 MRI 不能分辨,具有其它影像学方法不可替代的作用^[23]。

螺旋 CT 三维重组技术在各种疾病中的应用

1. 耳颞部先天性畸形

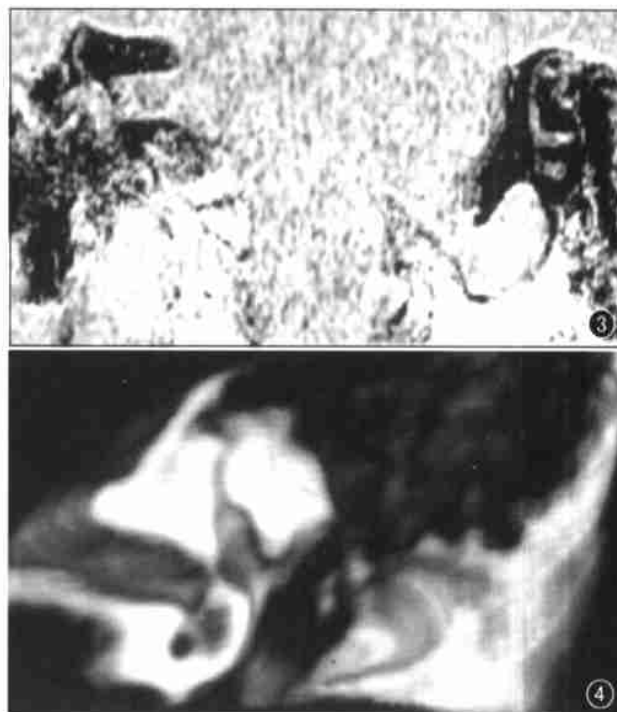


图 3 VR 冠状位(双耳摆放不对称)薄切图像示右侧面听神经、前庭和部分耳蜗,半规管,左侧 3 个半规管的立体结构。

图 4 VR 冠状位薄切图像可观察到听小骨,内听道内的面、听神经和面神经第一、二段立体结构。

先天性外耳道狭窄或闭锁是较常见的畸形,常伴有中耳听小骨畸形。因胚胎发育关系,内耳畸形常单独发生,一般 HRCT 均可做出诊断。MIP、SSD 及 VE 等后处理技术可进一步清晰观察听骨链的立体结构、先天性缺如或变短,以及鼓室腔有无变小畸形^[11, 24, 25]。通过 MIP/MinIP、SSD、VE 和 Ray Sum 重组更易发现 HRCT 无法观察或漏诊的内耳细小空间位置异常,甚至可判断导致听力缺失的内耳畸形发生在胚胎哪一期^[11, 23, 26]。MPR、VR、特别是 CMPR 可帮助诊断是否伴有面神经管前位及骨壁裂缺等畸形^[17, 22]。但螺旋 CT 各种三维后处理技术因存在对镫骨前后脚和鼓室骨壁等显示能力较差的缺点,因此必须结合轴位 HRCT 和 MPR 图像才能作出准确、全面的诊断^[16]。

2. 耳颞部肿瘤

螺旋 CT 三维重组可更直观、准确地显示耳颞部良、恶性肿瘤的大小、形态和范围(图 5~7),应用上述多种后处理技术可以更详尽、清晰地发现是否伴有听小骨、内耳及面神经管等细微结构的受累(图 7)。VR 及 VE 可提高对内听道小面、听神经瘤的诊断符合率^[13],能显示嗜酸性肉芽肿、黄色瘤对颞骨中、内耳及邻近颞骨、下颌骨等骨破坏范围及硬脑膜暴露面积^[1](图 5)。另有文献报道螺旋 CT 三维重组对外耳道中耳癌等肿瘤术后局部复发的早期诊断及其治疗均有很大帮助^[28]。

3. 耳颞部外伤骨折

SSD、MIP 及 VE 能显示听骨链的骨折移位、断裂和关节脱位、断裂;MPR、CMPR 及 VR 等可帮助诊断面神经管的迷

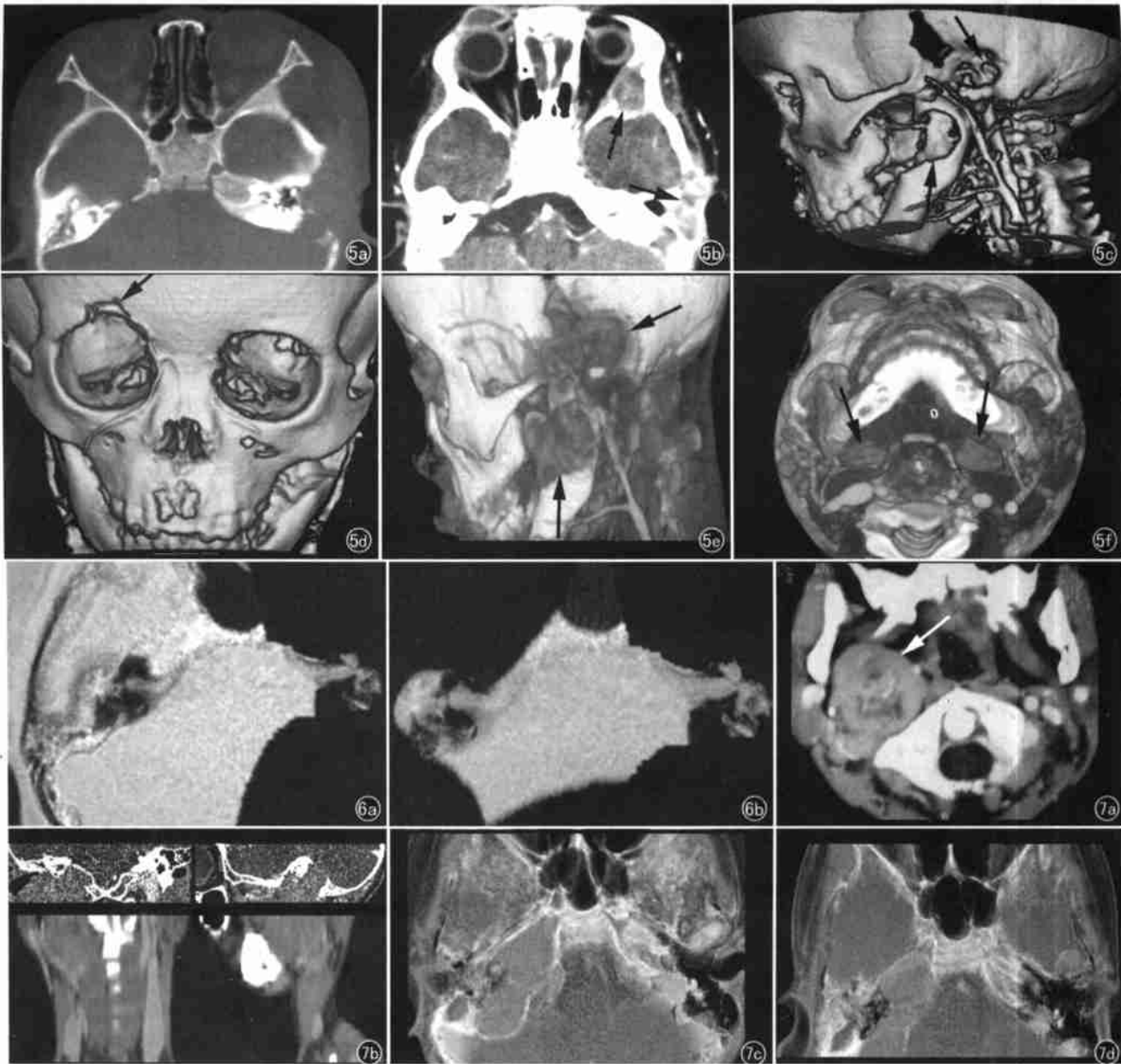


图 5 双眼及左耳嗜酸性肉芽肿。a) CT 横断面平扫图; b) CT 增强示右眼睑及左眼眶、耳部各见一肿块(箭), 边界清楚, 伴左眼眶和中耳乳突骨质破坏; c) MSCT 三维重组侧面观, 立体地显示左下颌骨及外耳孔均有骨质破坏(箭), 但未累及颈内动脉; d) MSCT 三维重组眶面部正面观, 示右眼眶上缘软组织肿块及邻近眶上缘骨质破坏(箭); e) MSCT 三维重组图像侧面观, 用彩色可更清晰显示左外耳及其周围、下颌骨升支较大肿块(箭); f) MSCT 三维重组图像下面观, 双侧颌下淋巴结肿大(箭), 左侧稍著。

图 6 右耳胆脂瘤伴内耳畸形。a) VR 横断面薄切图像显示左侧正常膜迷路立体结构, 椭圆囊、球囊、面神经和前庭耳蜗神经。将左侧膜迷路、前庭和面听神经保留, 其它结构切掉, 与对侧比较。右侧中耳胆脂瘤包绕面神经和蜗神经致其变短窄, 伴右耳蜗及半规管畸形; b) 右侧要观察结构保留, 以便进一步将病变与左侧对照。图 7 右咽旁间隙巨大神经鞘瘤。a) CT 横断面增强扫描示肿块(箭)推压颈内动静脉移位; b) MPR 重组示肿瘤与血管的关系; c、d) VR 重组示右外耳道顶及上方层面, 可见肿瘤累及并压迫右外耳道顶、后颅窝及颈动脉管等, 紧贴耳蜗和后半规管, 伴右中耳乳突炎。

路段、鼓室段和乳突段骨壁的骨折移位及面神经断裂情况; VR、Ray Sum、MinIP 及 SSD 尚可进一步观察有无内耳损伤。此外, 螺旋 CT 三维成像还可准确显示颅窝岩部的骨折线, 有利于术前手术计划的制定^[1]。

4. 耳颞部炎性病变

常规 CT 数据采集不连续, 因层厚和层距限制(最薄均为 1

mm), 中耳听骨链等细微结构易受部分容积效应影响而显示不清或无法显示。螺旋 CT 采用连续扫描, 一次搜集扫描范围内全部容积数据(容积扫描)和薄层(0.5~1.0 mm)扫描, 结合微小层距重组及多种后处理技术, 可清晰显示中内耳立体结构, 发现慢性中耳乳突炎或早期中耳胆脂瘤引起听小骨或鼓室盾板微小骨质破坏, 尤其对后鼓室两隐窝区病变的诊断更有价

值^[1], 且对诊断大胆脂瘤累及内耳和面神经管有独特优势, 能够沿其走向连续追踪, 清楚显示病变^[27](图 6)。但镫骨前后脚是否破坏尚需借助轴位 HRCT 观察更清晰。

5. 其它疾病

梅尼埃病(Meniere's disease)为内耳一种非炎性疾病, 螺旋 CT 三维重组特别是 VR 后处理技术的应用, 可以对图像进行测量, 从不同方位进行薄切, 显示测量前庭小管外口和内淋巴囊, 研究它们在梅尼埃病时发育不良、狭窄^[9]。又如佩吉特病(Paget's disease)又称变形性骨炎, 是一个慢性进展性病因不明的骨吸收疾病, 3D-CT 如 MIP、SSD 及 VR 等可立体显示整个骨迷路及其周围骨吸收, 颞骨其它部分保持完整, 且亦可显示耳硬化病时的耳蜗骨吸收^[29]。

由于螺旋 CT 及后处理技术显示了精细的解剖关系, 使临床医师术前及术中对结构及病变有立体认识, 有利于克服解剖变异带来的手术困难^[18], 缩短手术时间, 提高手术的准确性及安全性。特别是对助听器和电子耳蜗植入, 术前了解内耳位置以及术后了解移植物的位置有很大意义^[30], 对内淋巴切开引流术的手术进路也有指导意义。

参考文献:

- [1] 刘玉河, 顾之平. 螺旋 CT 三维成像在耳颞部病变诊治中的应用[J]. 国外医学: 耳鼻咽喉科学分册, 1998, 22(3): 132-135.
- [2] 周康荣. 胸部颈面部 CT[M]. 上海: 上海医科大学出版社, 1996. 361-362.
- [3] 罗敏, 肖家和, 周翔平, 等. 正常中内耳结构的高分辨率 CT 研究[J]. 临床放射学杂志, 2001, 20(10): 748-751.
- [4] Purcu D, Johnson J, Fischbein N, et al. Establishment of normative cochlear and vestibular measurements to aid in the diagnosis of inner ear malformations[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2003, 128(1): 78-87.
- [5] Dimopoulos PA, Muren C, Snedby O, et al. Anatomical variations of the tympanic and mastoid portion the facial nerve canal: a radiounatomical investigation[J]. Acta Radiol Suppl, 1996, 403(1): 49-59.
- [6] Isono M, Murata K, Azuma H, et al. Assessment of the volume of the mastoid air cell system using digital image processing[J]. Nippon Jibinkoka Gakkai Kaiko, 1994, 97(11): 2103-2112.
- [7] Purcell D, Johnson J, Fischbein N, et al. Establishment of normative cochlear and vestibular measurements to aid in the diagnosis of inner ear malformations[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2003, 128(1): 78-87.
- [8] 陈合新, 虞春堂, 钟世镇, 等. 内耳道 CT 三维重建及内部结构解剖学研究[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 2000, 35(3): 204-206.
- [9] 刑巍巍, 雷震, 武克俭, 等. 利用螺旋 CT 三维图像对梅尼埃病患者前庭小管外口的研究[J]. 中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志, 2002, 10(2): 63-66.
- [10] 黄勇, 王仪生. 听骨链和迷路螺旋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.
- [11] 王东, 张挽时, 熊明辉, 等. 听骨链的螺旋 CT 三维重建技术及其临床初步应用[J]. 中国医学影像杂志, 2000, 8(4): 268-270.
- [12] Wang G, Vannier MW, Skinner MW, et al. Spiral CT image deblurring for cochlear implantation[J]. IEEE Trans Med Imaging, 1998, 17(2): 251-

262.

- [13] Honda O, Johkoh T, Yamamoto S, et al. Comparison of quality of multiplanar reconstruction and direct coronal multidetector CT scans of the lung[J]. AJR, 2002, 179(4): 875-879.
- [14] Klingebiel R, Freigang B, Baoknecht HC, et al. Virtual rendering techniques in otologic imaging[J]. Laryngorhinotologic, 2001, 80(10): 555-562.
- [15] 扬晓春, 龚建平, 钱铭辉, 等. 高分辨率 CT 扫描及重建技术在颞骨岩部检查中的应用[J]. 实用放射学杂志, 1999, 15(8): 459-461.
- [16] 王东, 张挽时, 熊明辉, 等. 正常听骨链的 CT 仿真内镜和三维重建[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2000, 6(3): 164-167.
- [17] 徐向阳, 韩萍, 冯敢生, 等. 先天性耳畸形和正常颞骨的螺旋 CT 三维成像分析[J]. 放射学实践, 2002, 17(6): 516-519.
- [18] 王志铭, 牛玉军, 武克俭, 等. 成人中耳、内耳解剖结构螺旋 CT 三维成像[J]. 中国临床医学影像杂志, 2002, 13(4): 232-235.
- [19] Boor S, Maurer J, Mann W, et al. Virtual endoscopy of the inner ear and the auditory canal[J]. Neuroradiology, 2000, 42(7): 543-547.
- [20] Heath GD, Soyer P, kusezyk BS, et al. Three-dimensional spiral CT during arterial portography: comparison of three rendering techniques[J]. Radiographics, 1995, 15(4): 1001-1011.
- [21] 李晓英, 田建明, 王培军, 等. 内耳结构多层螺旋 CT 容积漫游技术成像初探[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(5): 461-462.
- [22] Schubert O, Sartor K, Forsting M, et al. Three-dimensional computed display of otosurgical operation sites by spiral CT[J]. Neuroradiology, 1996, 38(7): 663-668.
- [23] 李龙, 池晓宇, 黄新才, 等. 螺旋 CT 三维透明重建对内耳解剖结构的观察[J]. 临床放射学杂志, 2002, 21(4): 270-272.
- [24] Morra A, Tirelli G, Rimondini A, et al. Usefulness of virtual endoscopic three-dimensional reconstructions of the middle ear[J]. Acta Otolaryngol, 2002, 122(4): 382-385.
- [25] Gony H, Himaishi K, Uesugi Y, et al. The usefulness of three-dimensional helical CT for the detection of abnormalities of the auditory ossicles[J]. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi, 1996, 56(5): 320-322.
- [26] Isono M, Murata K, Aiba K, et al. Minute findings of inner ear anomalies by three-dimensional CT scanning[J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 1997, 42(1): 41-53.
- [27] Fuse T, Tada Y, Aoyagi M, et al. CT detection of facial canal dehiscence and semicircular canal: comparison with surgical findings[J]. J Comput Assist Tomogr, 1996, 20(2): 221-224.
- [28] Schwager K, Pfreundner L, Hoppe F, et al. Carcinoma of the external ear canal and middle ear as interdisciplinary challenge for ear surgery and radiotherapy[J]. Laryngorhinotologic, 2001, 80(4): 196-202.
- [29] Casselman JW, Ars B, van de Heying P, et al. Preoperative computed tomography in patient requiring a bone-anchored hearing aid[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 1995, 252(3): 401-404.
- [30] Reisser C, Schubert O, Weidauer H, et al. 3-dimensional imaging of temporal bone structures using spiral CT. Initial results in normal temporal bone anatomy[J]. HNO, 1995, 43(10): 596-600.

(收稿日期: 2003-12-26 修回日期: 2004-04-12)