

HRCT 三维重建技术在外伤性听骨链中断的临床应用*

柯荣丹¹ 唐安洲¹ 唐翔龙¹ 龚莉¹ 方勤¹ 谭颂华¹

[摘要] 目的:探讨 HRCT 三维重建技术在外伤性听骨链中断的价值和临床应用。方法:回顾性分析 14 例外伤性听骨链中断患者的临床资料,14 例患者术前均采用颞骨 HRCT 扫描及听骨链三维重建成像技术处理,对重建后的听骨链进行多角度观察,评价听骨链损伤部位和病变程度,并与显微镜下手术探查结果进行比较。结果:术前行颞骨 HRCT 扫描所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率仅为 28.57%,听骨链三维重建成像技术所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率为 85.71%,三维重建成像技术能更清晰、立体地显示不同程度的听小骨破坏。结论:术前颞骨 HRCT 三维重建技术可较好地显示和诊断听骨链中断的部位及病变程度,对听骨链病变做出准确评价,有助于制定个体化手术方案及评估手术风险。

[关键词] 外伤性听骨链脱位;计算机体层摄影术;三维重建

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2019.12.004

[中图分类号] R764.29 **[文献标志码]** A

Clinical application of HRCT three-dimensional reconstruction in traumatic ossicular chain interruption

KE Rongdan TANG Anzhou TANG Xianglong GONG Li FANG Qin TAN Songhua
(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, 530021, China)

Corresponding author: TAN Songhua, E-mail: songhuatan@126.com

Abstract Objective: To investigate the clinical value of HRCT three-dimensional reconstruction technique in traumatic auditory chain traumatic fracture. **Method:** The clinical data of 14 patients with traumatic ear ossicular chain interruption were analyzed retrospectively. To evaluate the injury site and degree of the auditory chain before surgery, all the 14 patients underwent HRCT scanning and three-dimensional reconstruction. The reconstructed auditory chain was observed from multiple angles and compared with the surgical exploration results under microscope. **Result:** The coincidence rate between ossicular chain injury observed by temporal bone HRCT scan before operation and ossicular chain injury observed during surgery was only 28.57%, the coincidence rate between ossicular chain injury observed during surgery and ossicular chain injury observed by three-dimensional reconstruction is 85.71%. Therefore, three-dimensional reconstruction imaging technique could give the doctor more clearly and stereoscopic images for the destruction of ossicular chain. **Conclusion:** Preoperative three-dimensional reconstruction can display and diagnosis of auditory ossicular chain destruction more clearly. It can be used to accurately evaluate auditory ossicular chain pathological changes, to develop individualized surgical plans and assess the risk of surgery.

Key words traumatic acoustic chain dislocation; computed tomography; three-dimensional reconstruction

1944年,Kekeman在颅外伤死亡的颞骨解剖中发现数例砧镞、锤砧关节脱位导致听骨链中断病

*基金项目:广西医疗卫生适宜技术开发与推广应用项目(No:S201661)

¹广西医科大学第一附属医院耳鼻咽喉头颈外科(南宁,530021)

通信作者:谭颂华,E-mail:songhuatan@126.com

例。随着耳显微外科手术的普遍开展,此类报道不断增加,耳鼻咽喉头颈外科医生所熟悉的多是因头部外伤引起耳部外伤造成鼓膜穿孔及感音神经性聋,而对于头、耳部外伤造成听骨链中断而引起的传导性聋常易忽视,以致不能给予及时的诊断和正确的治疗^[1]。1990年 Howard首次将螺旋CT的

[8] CRANE B T. Roll aftereffects: influence of tilt and inter-stimulus interval[J]. *Exp Brain Res*, 2012, 223: 89-98.
[9] HAYASHI R, YAMAGUCHI S, KATSUMATA Y, et al. Room tilt illusion in Parkinson's disease: loss of spatial reference frames? [J]. *J Neurol Sci*, 2009, 287: 264-266.

[10] ZHAO C, LU S, TAJOURI N, et al. Room tilt illusion influenced by head position[J]. *J Neuroophthalmol*, 2007, 27: 297-299.
[11] 王浩伟,郭英,周婧,等.后循环缺血性眩晕的视频眼震图表现[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 32(2): 99-102.

(收稿日期:2019-07-13)

三维重建技术应用于颞骨检查^[2]。本文回顾性分析 14 例外伤性听骨链中断患者的临床资料,探讨 HRCT 三维重建技术在外伤性听骨链中断的价值和临床应用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

广西医科大学第一附属医院耳鼻咽喉头颈外科 2005-01—2017-10 收治的外伤性听骨链中断住院手术患者 14 例(14 耳),均经仔细的病史询问及耳科检查排除由于鼓膜穿孔或者先天性耳畸形等原因引起的传导性听力损失。14 例患者中,男 10 例,女 4 例;中位年龄 25.5 岁(9~44 岁);病史 1 个月~10 年。纯音测听示右耳传导性聋 8 例,左耳传导性聋 6 例,其中 8 例患者患耳同时伴有耳鸣,面瘫 3 例。所有患者既往听力正常,发现明确的头部或耳部外伤后出现传导性听力下降。术前体检可见 14 例患耳鼓膜完整,其中 1 例患耳鼓膜松弛部可见白色突出,1 例患耳锤骨柄及锤骨短突向前上象限移位,透过鼓膜隐约可见砧骨长脚向后移位,2 例患耳鼓膜稍红肿充血,标识清楚。患者术前言语频率为(53±11) dB HL。声导抗测试显示 7 例患者鼓室曲线为 A 型,7 例患者为 Ad 型,声反射均引不出。

1.2 CT 扫描参数及后期重建方法

14 例患者在我院放射科行从乳突尖至岩骨的 HRCT 轴位扫描(LightSpeed VCT XT 64 排螺旋 CT 机),扫描参数:螺距 1.0,管电压 140 kV,管电流 140 mA,矩阵 512×512,螺旋时间 1.0 s,层厚 0.625 mm,扫描时间 4.5~5.5 s。由本院 2 名放射科医生将扫描后获得的原始图像数据导入 Nrecon software(Version 1.6.9.18 Brucker, Belgium)重建出二维平面图像,然后对所得 HRCT 图像在轴位、矢状位、冠状位图像上选择适当的层面和方向,对中耳进行观察,获得中耳各结构特别是听小骨的直观图像,最后利用 mimics 18.0 进行听骨链三维重建,从而获得听骨链形态,从不同角度全面观察分析锤砧关节及砧镫关节形态,对砧骨移位者评价其移位方向。

1.3 HRCT、三维重建及手术过程中对听骨链的描述

由本院 2 名放射科医生根据 HRCT 扫描图像在矢状位、轴位、冠状位图像上选择适当的层面和方向,对听骨链损伤影像进行评价并记录;再由本院 2 名耳鼻喉医生利用 mimics 18.0 进行听骨链三维重建的模型描述并记录;最后由同一手术医生进行术后听骨链损伤描述并记录结果。

1.4 听力学结果收集

对 14 例患者进行术后随访,收集术前及术后 1 个月纯音测听检查结果,统计各患者术前术后气导

(air conduction, AC),骨导(bone conduction, BC)和气骨导差值(A-B Gap, ABG)。

1.5 统计学分析

使用 SPSS 17.0 电脑软件进行分析处理,对听骨链损伤位置、类型及关节脱位方向结果进行统计,以手术探查结果为判断听骨链损伤情况的金标准,比较 HRCT 所评估的听骨链损伤情况、三维模型所评估的听骨链损伤情况与手术探查情况是否一致,分别统计 HRCT、三维模型与手术探查结果相比的符合率。对术前、术后 1 个月听力进行分析,在 500、1 000、2 000、4 000 Hz 下,取患者 AC、BC、ABG 阈值计算平均值和标准差,并分析手术效果。

2 结果

2.1 术前颞骨 HRCT 扫描图像结果

术前颞骨 HRCT 扫描均显示乳突气化良好,内耳发育正常,其中 6 例患者颞骨有明显骨折线,1 例患者可见颞骨纵行骨折,5 例患者可见斜行骨折,其中 1 例伴有面神经管膝部骨折。分别观察颞骨 HRCT 扫描的轴位、矢状位、冠状位、斜矢状位,其中显示锤砧关节脱位 3 耳,表现为锤骨头与砧骨体之间的距离增大,失去“冰淇淋蛋卷征”;砧镫关节脱位 1 耳,表现为砧骨豆状突下移;锤砧、砧镫关节均脱位 2 耳,其中 1 耳表现为锤砧间隙增宽,砧骨长脚前移,未与镫骨接触,另 1 耳表现为砧骨骨折,锤砧、砧镫关节间隙均增宽;可疑患耳砧骨及镫骨脱位或砧骨长脚骨折 1 耳;患耳耳硬化症改变(耳蜗型)1 耳;其余 6 耳 HRCT 颞骨扫描未能明确显示听骨链损伤情况。在原始 CT 诊断报告中,有 6 例患耳颞骨 HRCT 扫描未能明确显示听骨链损伤情况,即对听骨链中断的诊断率为 42.8%。

2.2 听骨链三维重建结果

听骨链三维重建结果显示锤砧关节脱位 3 耳,表现为锤骨头与砧骨体之间的距离增大,与另一侧正常锤砧关节相比其形态明显改变,可认为是锤砧关节脱位;砧镫关节脱位 6 耳,砧镫关节间隙增宽伴砧骨、镫骨不同或共同移位,其中 1 耳伴锤骨柄缺损;锤砧、砧镫关节均脱位 3 耳,表现为砧镫、锤砧关节间隙增宽,还可见砧骨不同程度移位或者旋转,从而锤砧、砧镫关节对位情况失常;镫骨骨折 1 耳,表现为镫骨前后弓不延续;砧骨骨折 1 耳。

2.3 手术探查结果

14 例外伤性听骨链中断患者均在全身麻醉下行鼓室探查术,术中探查结果可见锤砧关节脱位 2 耳,其中 1 耳砧骨脱位下沉,镫骨头条状纤维粘连,面神经水平段及膝部骨管缺如,1 耳伴砧骨长脚向后移位及镫骨关节骨化固定;砧镫关节脱位 6 耳,其中 1 耳砧骨长脚豆状突及镫骨头连接处中断,镫骨前后弓向前移位,镫骨底板开裂开小口,1 耳砧骨长脚变短,1 耳锤骨柄缺损,砧骨长脚与镫骨无

连接;锤砧、砧镫关节均脱位 4 耳,可见砧骨不同程度脱位及移位或镫骨头消失;镫骨骨折 1 耳,表现为镫骨前后弓与镫骨底板不连续;砧骨骨折 1 耳,可见砧骨长脚缺如。术后 2 周拔除耳内碘仿纱条,同时注意预防感染。

2.4 术前颞骨 HRCT 检查、三维重建与手术探查结果比较

本研究 14 例患者均行颞骨 HRCT 扫描和听

骨链三维重建,并均以手术探查为标准(表 1),结果显示术前行颞骨 HRCT 扫描所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率仅为 28.57%,听骨链三维重建成像技术所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率为 85.71%,三维重建成像技术能更清晰、立体地显示不同程度的听小骨破坏。

表 1 术前颞骨 HRCT 检查、三维重建与手术探查结果的比较

例序	患侧	颞骨 HRCT 描述	三维重建描述	术中所见	听骨链重建术	术前 ABG	术后 ABG
1	左侧	锤砧关节脱位	锤砧关节角度失常,明显开大且砧骨向后方倾倒,锤砧关节脱位	锤砧关节脱位,砧骨脱位下沉,镫骨头条状纤维粘连	部分型人工听小骨	37	12
2	右侧	锤砧间隙增宽,砧骨长脚前移,未与镫骨接触	砧镫关节间隙增宽,砧镫关节脱位	砧镫关节脱位	砧镫关节复位+生物蛋白胶固定	57	25
3	左侧	砧镫关节脱位,砧骨长脚下移	砧镫关节脱位,砧骨长脚骨折,向外下移位	锤骨柄、砧骨长脚及镫骨上结构不连续且镫骨上结构位于镫骨底板下方近鼓岬处,镫骨底板活动差,表现为锤砧、砧镫关节脱位	Piston 人工听小骨(活塞型人工镫骨)	30	18
4	左侧	砧骨骨折并锤砧、砧镫关节脱位	锤砧、砧镫关节脱位	锤砧、砧镫关节脱位	锤砧、砧镫关节复位+面神经减压术+生物蛋白胶固定	33	9
5	左侧	可疑砧骨及镫骨脱位或砧骨长脚骨折	砧镫关节间隙增宽,砧镫关节脱位	砧镫关节脱位	砧镫关节复位+生物蛋白胶固定	45	34
6	右侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	锤砧关节间隙增宽、砧骨后移	锤砧关节脱位,砧骨长脚向后移位	PORP 人工听小骨	53	27
7	右侧	锤砧关节脱位	锤砧、砧镫关节脱位	锤骨完整,砧骨脱位,镫骨陷入前庭窗内,锤砧、砧镫关节脱位	软骨片修整后置于镫骨与锤骨柄之间	33	17
8	右侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	砧镫关节脱位	砧镫关节脱位,镫骨前后弓骨折向前移位,镫骨底板骨折裂开小口	Piston 人工听小骨(活塞型人工镫骨)	35	14
9	右侧	锤砧关节脱位,砧骨长脚显示欠清	锤砧关节脱位	锤砧关节脱位,镫骨头消失	自体砧骨	23	12
10	右侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	砧骨整体向后上方移位,锤砧、砧镫关节脱位	锤砧、砧镫关节脱位,砧骨长脚游离	部分型人工听骨	40	12
11	左侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	砧镫关节错位(脱位)	砧镫关节错位,砧骨长脚变短	部分型人工听骨	28	15
12	右侧	耳硬化症改变(耳蜗型)	镫骨弓不延续	砧镫关节不连接,镫骨上结构变短、斜向上方,镫骨前后弓与镫骨底板不连续	全部型人工听骨	72	30
13	左侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	砧骨骨折,断段远端消失	砧骨长脚缺如	部分型人工听骨	63	13
14	右侧	耳颞部 CT 平扫未见异常	砧镫关节脱位,伴有锤骨柄部分缺损	锤骨柄破坏,砧骨长脚与镫骨无连接,砧镫关节脱位	砧镫关节复位+生物蛋白胶固定	27	20

3 典型病例报告

患者,男,32岁,因外伤后右耳听力下降、耳鸣4个月于2017年8月17日入院。体检:鼓膜完整;纯音测听为传导性聋,500、1 000、2 000、4 000 Hz语言频率气骨导间距平均40 dB HL;鼓室图:右AD、左A。术中探查:可见右耳锤砧、砧镫关节脱

位,砧骨长脚游离,砧骨整体向后上方移位。术中取出砧骨,将部分型人工听骨置于镫骨头上连接锤骨柄与镫骨头,术后语频气骨导间距平均缩小28 dB HL。术前颞骨HRCT及三维重建影像见图1、2;锤砧关节平面时HRCT、三维重建、术中对比见图3、4。

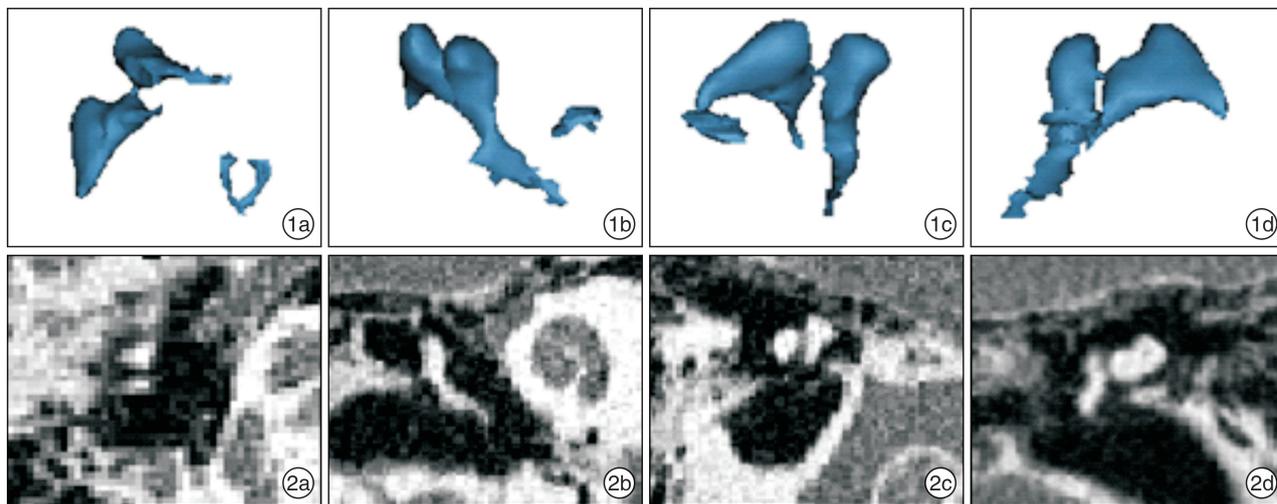


图1 右耳外伤后3D图像 1a:水平位;1b:冠状位;1c:矢状位;1d:斜矢状位;患耳锤、砧、镫骨前后弓及底板形态尚可,砧骨整体向后上方移位,锤骨、砧骨间的角度失常,明显开大,失去“冰淇淋蛋卷征”,砧镫关节间隙增大且分离,锤砧、砧镫关节均失去正常对位关系,表现为患耳锤砧、砧镫关节脱位; 图2 颞骨HRCT平扫结果 2a:水平位;2b:冠状位;2c:矢状位;2d:斜矢状位;患耳锤骨、砧骨、镫骨各个形态和位置及锤砧、砧镫关节未见异常改变。

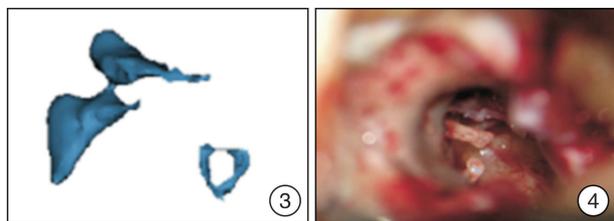


图3 听骨链三维重建所示 砧骨整体向后上方移位,表现为患耳锤砧、砧镫关节脱位; 图4 术中探查所见 患耳锤砧、砧镫关节脱位,砧骨长脚游离,砧骨整体向后上方移位。

4 讨论

4.1 外伤性听骨链中断发生原因

外伤所致听骨链损伤最常见的是脱位,砧骨发病率较锤、镫骨高,这种发病率的差别有可能在于各个听骨的解剖特点,而不仅是外伤造成的^[3-4]。其中砧骨无肌肉附着且附着韧带薄弱;镫骨有环形韧带和镫骨肌保护;锤骨有前韧带、外侧韧带及附着在锤骨柄上部的鼓膜张肌、肌腱,加强了其稳定性。中耳受到暴力时,很容易导致砧骨不同程度的移位或者骨折,砧骨脱位可出现在锤砧关节或砧镫关节中,或两关节均脱位,其中以砧镫关节脱位最常见^[1,5]。刘中林等^[4]报道33例颞骨外伤患者中48.5%有锤砧关节脱位。赵守琴等^[6]报道10例颞

骨外伤患者中30%有锤砧关节脱位。本研究对14例患者行手术探查,结果示锤砧关节脱位2耳(14.3%),砧镫关节脱位6耳(42.9%),锤砧、砧镫关节均脱位4耳(28.6%),砧骨骨折和镫骨骨折各1耳(7.1%)。手术探查发现砧镫关节脱位最常见,这与其他学者的研究相符。

听骨骨折少见,镫骨、砧骨长脚和锤骨颈是最常见的骨折部位,尤其是镫骨结构细微,在颞骨HRCT影像中不易显示和诊断,观察骨折线更为困难。本研究14例患者手术探查发现砧骨骨折和镫骨骨折各1例,但是术前HRCT颞骨扫描均未能准确显示听骨损伤情况,有一定的漏诊率。对此2例患者行听骨链三维重建观察发现,1例为砧骨骨折、断段远端消失,另1例镫骨弓不延续。相较于颞骨HRCT,三维重建影像技术可以多角度观察听骨链的立体结构及病变,提高了诊断率。

4.2 听骨链中断的治疗及随访

本研究所有患者都经过仔细的病史询问及耳科检查以排除由于鼓膜穿孔或者先天性耳畸形等原因引起的传导性听力损失。术前测定取500、1 000、2 000、4 000Hz作为言语频率,术前AC为(53.35±12.09) dB HL,BC为(11.86±5.15) dB HL,ABG为(41.14±14.81) dB HL。14例患者术前完善检查并行鼓室探查术及听骨链重建术,术后1

个月复查,均未发生鼓膜穿孔、听骨脱位、耳道狭窄等并发症,患者自觉听力提高,耳鸣较术前减轻。纯音听阈测定结果显示:AC 听阈恢复至(27.21±7.27) dB HL, BC (8.78±4.17) dB HL, ABG (18.42±7.70) dB HL。术后 1 个月复查听力明显改善。

4.3 HRCT 扫描对外伤性听骨链中断的评估与诊断

既往对外伤所致听骨链中断的诊断,主要依靠患者的临床表现和外伤史,确诊需要手术探查。临床上多以颞骨 HRCT 扫描检查评价听骨链的破坏部位及程度。颞骨 HRCT 影像也存在部分限制,主要是由于听骨链解剖结构的复杂性,使得听小骨在常规的横断位或是冠状位图像上不能较好地完整显示,如锤砧关节长轴与冠状位扫描线近似平行,在此图像上锤、砧二骨表现为前后关系,故在 HRCT 图像上难以判断锤、砧二骨是否存在移位或者脱位,只有比较明显的脱位,才有可能在二维图像上表现为锤骨、砧骨间的角度失常,明显开大,失去“冰淇淋蛋卷征”。当砧镫关节及镫骨头、颈周围被软组织包绕或者中耳鼓室内存在软组织病变时,即使在镫骨斜位,也不易准确发现砧镫关节、镫骨破坏,不能很好地观察砧骨是否存在移位或者脱位^[7],由此会造成一定的漏诊、误诊。

既往多项研究^[8-10]采用多平面重建听骨链各部分,但很少关注和评价听骨链的连续性和整体性。人们寻求可以对听骨链中断损伤部位和程度进行全面准确评估的影像学技术,三维重建技术应运而生。目前三维重建技术包括基于表面重建的 CT 仿真内镜技术、容积重现技术等多种。三维重建技术是一种新的、非侵袭性的方法,对图像进行重建即可获得三维图像,能多角度显示各个听骨解剖结构、形态以及周围结构的毗邻关系,故被称为“非损伤性立体解剖”。三维重建技术弥补了传统 CT 直接扫描图像的不足,更直观的观察意味着手术中更少的探查损伤、更好的手术效果和预后。

本研究 14 例患者均行颞骨 HRCT 扫描和听骨链三维重建,并均以手术探查为标准,结果显示颞骨 HRCT 检查所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率仅为 28.57%,听骨链三维重建成像技术所观察的听骨链损伤与术中所见听骨链损伤的符合率为 85.71%。HRCT 三维重建技术相对于传统 CT 影像检查所观察到的病变结果与术中所见更为接近,与手术所见大致相符,从而较好地显示了听骨链中断的部位及病变程度,可对听骨链病变情况进行全面评估。

4.4 三维重建技术的临床意义和展望

三维成像技术弥补了二维图像技术的不足,在

提供病变部位解剖信息的同时,能清晰直观地显示人工听小骨及其周围的结构关系,有利于制定合适的听小骨置换术手术方案,预估手术难度及风险^[11]。此外,三维重建技术还可以显示颞骨外伤后骨折线的走行,对听骨链畸形的诊断以及慢性化脓性中耳炎(胆脂瘤型)听骨链重建、耳硬化症行镫骨底板切除等中耳手术后的随访有着重要的临床意义^[12]。

参考文献

- [1] 马宗训,李先起,宋东喜,等. 高分辨率 CT 诊断颞骨骨折及其并发症(附 41 例报告)[J]. 实用放射学杂志,1994,10(10):586-589.
- [2] 赵守琴,郭继周,董俊华,等. 外伤性听骨链中断的 CT 诊断[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志,2002,16(7):326-327.
- [3] HANNONT V T. A case of post-traumatic conduction deafness [J]. J Laryngol Otol, 1962, 76: 699-702.
- [4] 刘中林,宋丽娜,郑军,等. 外伤性听骨链异常的 CT 诊断[J]. 临床放射学杂志,2002,21(4):267-269.
- [5] 王振常,鲜军舫. 中华影像医学头颈部卷[M]. 北京:人民卫生出版社,2011:187-188.
- [6] 赵守琴,郭继周,董俊华,等. 外伤性听骨链中断的 CT 诊断[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志,2002,16(7):326-327.
- [7] 蒋立新,史长征,李恒国,等. 慢性中耳炎听骨链病变虚拟耳镜观察[J]. 中华耳科学杂志,2007,5(1):31-33.
- [8] BLANCO ULLA M, VÁZQUEZ F, PUMAR J M, et al. Oblique multiplanar reformation in multislice temporal bone CT[J]. Surg Radiol Anat, 2009, 31: 475-479.
- [9] LANE J I, LINDELL E P, WITTE R J, et al. Middle and inner ear: improved depiction with multiplanar reconstruction of volumetric CT data[J]. Radiographics, 2006, 26: 115-124.
- [10] LIU Y, SUN J, GUO Y, et al. Quality assessment of 3D-CTVR, MPR and section plane techniques in ossicular chain reconstruction in middle ear cholesteatoma[J]. Comput Med Imaging Graph, 2014, 38: 696-701.
- [11] ESSELMAN G H, COTICCHIA J M, WIPPOLD F J 2nd, et al. Computer-stimulated test fitting of an implantable hearing aid using implantable hearing aid using three-dimensional CT scans of the temporal bone: preliminary study[J]. Am J Otol, 1994, 15: 702-709.
- [12] HERMANS R, FEENSTRA L, MARCHAL G, et al. Three-dimensional CT-imaging of the ossicular chain [J]. Clin Otolaryngol, 1995, 20: 475-478.

(收稿日期:2019-05-16)