

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201901011

· 论著 ·

人工耳蜗植入术后锥体束 CT 影像评估

方军杰¹, 胡宝华², 王建锋², 丁忠祥³, 孙微¹, 干放¹, 郑建军¹

(1. 中国科学院大学宁波华美医院 放射科, 浙江 宁波 315010; 2. 中国科学院大学宁波华美医院 耳鼻咽喉科, 浙江 宁波 315010; 3. 浙江省人民医院 杭州医学院附属人民医院 放射科, 浙江 杭州 310015)

摘要: **目的** 利用锥体束 CT 及多种后处理重建技术显示植入耳蜗电极位置、深度、计数植入电极数及测量离蜗轴距离, 并对植入电极清晰度进行评价, 探讨锥体束 CT 对人工耳蜗植入术 (cochlear implantation, CI) 后植入电极影像评估的应用价值。 **方法** 收集行 CI 手术患者 35 例, 所有患者在术后行植入侧锥体束 CT 扫描, 仪器为 (VATECH) PaX-Uni3D 高分辨锥体束 CT, 管电压为: 89 KV, 管电流为: 4.0 mA; 并分别做垂直及平行于蜗轴轴位的冠状及斜矢状位的 MPR 图像和三维图像; 计数植入电极数、测量电极深度、离蜗轴距离、评估电极位置, 并进行电极清晰度的评价。 **结果** 锥体束 CT 可清晰显示耳蜗内电极矩阵走行, 可测量电极植入深度和计数电极个数; 测得植入电极共 766 颗, 平均 (21.88 ± 2.17) 颗; 测定电极植入深度的平均值 (19.37 ± 1.96) mm, 对比术中实际测定深度平均值 (19.31 ± 2.03) mm, 两组数据差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两位医生对电极清晰度的评价一致性良好 ($t = -0.502, P = 0.619$)。 **结论** 锥体束 CT 能显示植入电极位置、深度、计数植入电极数及测量离蜗轴的距离, 可应用于临床 CI 术后对耳蜗内植入电极的评估。

关键词: 人工耳蜗; 耳蜗植入术; 锥体束 CT; 电极

中图分类号: R764.9

Cone-beam computerized tomography imaging evaluation after cochlear implantation

FANG Jun-jie¹, HU Bao-hua², WANG Jie-feng², DING Zhong-xiang³, SUN Wei¹, GAN Fang¹, ZHEN Jie-jun¹

(1. Department of Radiology, Hua Mei Hospital, University Of Chinese Academy Of Sciences, Ningbo 315010, China; 2. Department of Otolaryngology, Hua Mei Hospital, University Of Chinese Academy Of Sciences, Ningbo 315010, China; 3. Department of Radiology, Zhejiang Provincial People's Hospital, Affiliated People's Hospital of Hangzhou Medical College, Hangzhou 310015, China)

Abstract: **Objective** To explore the application value of cone-beam computerized tomography (CBCT) in postoperative imaging evaluation of intracochlear electrodes after cochlear implantation (CI) via analyzing detailed data such as insertion localization, depth, electrode number and visualization of the electrode array, obtained by CBCT and postprocessing techniques. **Methods** 35 patients receiving CI in our hospital were included. Postoperative CBCT was performed to all the patients. Images were acquired from (VATECH) PaX-Uni3D high resolution CBCT with the tube voltage of 89 KV and the tube current of 4.0mA. The coronal and oblique sagittal multi-planar reconstruction (MPR) images vertical and parallel to the cochlear axis and 3-dimensional images were reconstructed. The electrode number was counted, the depth of the electrode as well as its distance to the cochlear axis were measured, the position and definition of the electrode were evaluated. **Results** CBCT could clearly display the intracochlear electrode array with measuring the depth of electrode implanted and counting the number of electrodes. 766 implanted electrodes were detected in all the 35 patients, with an average of 21.88 ± 2.17 . The mean depth value of implanted electrode detected by CBCT was (19.37 ± 1.96) mm, while that measured during operation was (19.31 ± 2.03) mm, and their difference was statistically insignificant ($P > 0.05$). Two doctors had good consistency in the evaluation of electrode definition ($t = -0.502, P = 0.619 > 0.05$). **Conclusion** CBCT can display the location and depth of the implanted electrodes, count the number of implanted electrodes and measure the distance between the electrode and cochlear axis, therefore can be applied to the evaluation of the implanted electrodes after CI.

基金项目: 浙江省医药卫生科技项目 (2017KY139)。

作者简介: 方军杰, 男, 硕士, 副主任医师。

通信作者: 郑建军, Email: zhjjnb2@163.com

Key words: Cochlear; Cochlear implantation; Cone-beam computerized tomography; Electrode

人工耳蜗植入术 (cochlear implantation, CI) 是目前重度及极重度感音神经性耳聋患者获得听力的唯一途径^[1]。CI 术后,耳蜗内电极植入的位置、深度、离蜗轴的距离、有无电极折叠、滑脱等因素和患者听力康复程度有着重要的关系,因此对于如何精确观察耳蜗内电极的形状、部位、数目提出了更高的要求^[2]。锥体束 CT 又称 Cone beam CT (CBCT),是 X 线以锥形束方式投照后通过计算机重组断层产生影像的设备。该设备具有辐射剂量低、金属伪影较少、各向同性空间分辨率高等优点^[3],近年来发展较快,特别是在口腔领域的应用较广,但在人工耳蜗植入术后耳蜗内电极具体评价方面的应用较少。本文采用锥体束 CT 对植入侧耳蜗进行扫描,通过计算机后处理显示植入电极位置、深度、计数植入电极数及测量离蜗轴的距离,来探讨锥体束 CT 在评估 CI 术后的应用价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

收集 2015 年 7 月~2018 年 2 月因双耳极重度感音神经性耳聋在我院行人工耳蜗植入术患者 35 例,男 19 例,女 16 例;年龄 3~52 岁,中位年龄为 16 岁。语前性耳聋 13 例,语后性耳聋 22 例。术前所有患者均行植入侧颞骨薄层 CT 扫描及内耳 MRI 成像检查,影像评估及临床听力学检查无人工耳蜗植入禁忌证。35 例患者均为单侧植入,植入耳蜗为 NUROTRON 公司 CS-10A (SN:002065) 人工耳蜗,线圈宽度 32.0 mm,电极矩阵长度 20.5 mm,24 电极,材质为钛合金。

1.2 检查与重建方法

人工耳蜗植入术后,行锥体束 CT 植入侧耳蜗扫描(开机时),设备为(VATECH) PaX-Uni3D 高分辨锥体束 CT,管电压为:89 KV,管电流为:4.0 mA。患者站立位或坐位,头部固定。对于无法配合检查的幼儿患者,检查前采用自然睡眠和人工药物催眠(口服水合氯醛)的方法来帮助幼儿入睡。检查采用儿童专用座椅,头部软枕固定,在监护人陪同下,进行检查。数据导入重建后台,沿垂直于蜗轴方向和平行于蜗轴方向的冠状位、斜矢状位、横断位及 MIP 三维重建(图 1),其中冠状位层厚选择 2.5~3.0 mm,以显示植入电极全貌;斜矢状位、横断位选择 0 mm 层厚,以显示单个电极及判断电极

位置。并行曲面重建,测量植入电极的深度及观察电极空间位置。

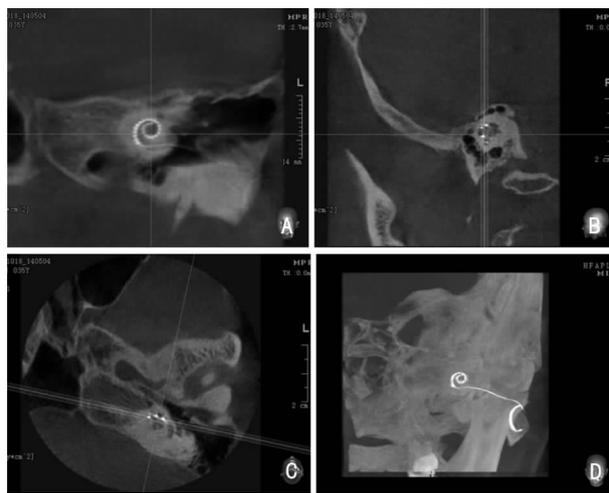


图 1 左侧 CI 术后颞骨锥体束 CT 三维重建 A:耳蜗冠状位重建,层厚 2.7 mm,显示植入电极在耳蜗内的全貌;B、C:蜗轴方向横断位与斜矢状位,显示电极空间位置及电极与蜗轴的距离;D:MIP 图像可显示人工耳蜗全貌,并可三维旋转观察

1.3 测量及评价方法

耳蜗内电极深度的测量方法:采用间接测量法,已知人工耳蜗电极矩阵长度(NUROTRON CS-10A 电极矩阵长度为 20.5 mm),测得最后一个电极距离圆窗膜的距离,即总矩阵长度 \pm 最后一个电极距离耳蜗圆窗膜距离(图 2)。圆窗膜位置的判定:可通过圆窗入口气液分界来判断圆窗膜位置。

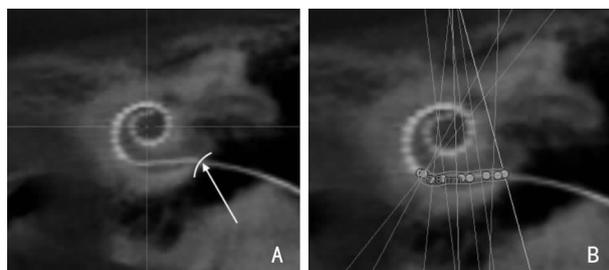


图 2 电极深度间接测量方法 A:在耳蜗冠状位上寻找合适的层面,可显示耳蜗内液性密度与耳蜗外空气密度对比线,即圆窗膜,以白色弧线标记(箭头指示);B:测量最后一个电极中点离圆窗膜的距离,实际深度等于电极矩阵长度+测得距离,即深度=(20.5+7.8) mm

电极与蜗轴间的距离测量:选取第 1、10、20 号电极作为测量电极,冠状位图像上调节窗宽窗位及层厚,显示蜗轴边界,测量电极边缘距蜗轴边界的垂直距离,所有测得数据均测量 3 次取平均值。电极

位置的判断:耳蜗螺旋有 3 层结构,薄层重建后,寻找合适层面,可通过辨认电极相对位置及中间骨螺旋板来判断电极位于鼓阶还是前庭阶。见图 3、4。

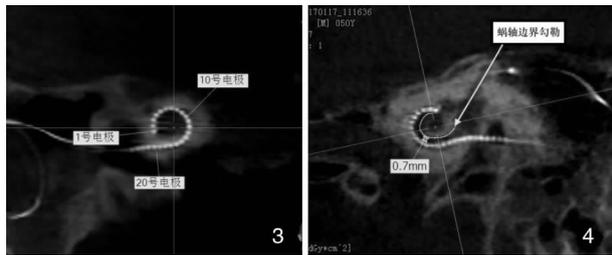


图 3 在耳蜗冠状位图像上调节层厚及角度,可以清晰显示 1、10、20 号电极位置 图 4 显示电极和蜗轴间的距离:显示蜗轴位置,勾勒出蜗轴边界,测得 10 号电极边缘至蜗轴边界距离为 0.7 mm

电极清晰度的评价:由两位高级职称头颈组专家对电极的清晰度进行评价,采用 1 或 0 分制,即电极边缘清晰,和相邻电极边缘可分界,为 1 分;电极边缘模糊,和相邻电极边界未能分辨,为 0 分;评价过程中医生可以在重建平台上调节层厚及观察角度,以达到最佳显示。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行统计学分析,对耳蜗植入电极深度及电极数与手术实际植入数值进行配对 t 检验;两位医生对电极的清晰度评价进行一致性检验。分析锥体束 CT 对于显示耳蜗内电极的数目和深度的准确性。

2 结果

2.1 电极植入个数及清晰度评价

35 例人工耳蜗植入患者,都为单侧植入;植入人工耳蜗均为 24 电极,共 840 颗。锥体束 CT 显示人工耳蜗电极矩阵位于耳蜗内,为点状高密度影,呈串珠状排列;测得电极位于圆窗膜以内的共 766 颗,平均 (21.88 ± 2.17) 颗,位于圆窗膜外 74 颗;对比术中实际植入数为 768 颗,平均 (21.94 ± 2.04) 颗,两组数据一致性好,差异没有统计学意义 ($t = 1.00, P = 0.324$)。间接法测定电极植入深度的平均值 (19.37 ± 1.96) mm,对比术中实际测定深度平均值 (19.31 ± 2.03) mm,两组数据差异无统计学意义 ($t = 1.32, P = 0.214$)。两位医生对电极清晰度的评价,电极清晰得分分别为 750、753 分,平均 (21.42 ± 2.40) 、 (21.51 ± 2.07) 分;两位医生对电极清晰度的判断没

有显著差异,一致性良好 ($t = -0.502, P = 0.619$)。

2.2 电极植入位置及蜗轴距离

利用锥体束 CT 薄层重建技术,对植入耳蜗内单个电极进行三维薄层重建,评估电极植入相对位置。35 例患者,其中 1 例患者电极断裂,未包括,其余 34 例,植入鼓阶 32 例,植入前庭阶 2 例。测量 1、10、20 号电极表面与蜗轴的垂直距离。排除 4 例第 20 号电极未植入圆窗膜内,31 例患者测得 1、10、20 号电极的离蜗轴距离的平均值分别为 (0.36 ± 0.1) 、 (0.45 ± 0.2) 、 (0.53 ± 0.2) mm。数据显示,电极深度越深,电极越靠近蜗顶,距离蜗轴的平均距离越近,而 20 号电极距离蜗顶较远,离蜗轴距离亦较远。

3 讨论

CI 术后影像学评估对于临床评价植入电极的个数、深度及位置等指标有非常大的价值,虽然在术中可以测量和计数植入电极的深度和个数,但不能排出术后电极是否有移位可能。有研究显示^[4] CI 术后第 1 周植入电极易发生空间位置的移位,并且该结果得到了 Rivas 等^[5]研究的证实,原因是术后 1 周内尚没有纤维鞘及固定物的覆盖,电极容易发生脱落、扭转等并发症,但一般不会引起电极性能及临床可见的不适症状发生。所以术后影像学检查对人工耳蜗植入电极的评估有一定的必要性,特别是部分开机后听力效果欠佳患者,需要做全面的评估以排除是术后耳蜗内电极的问题。

目前在 CI 术后影像学评估上,国内常用的检查方法有 DR 摄片和多排螺旋 CT (MDCT) 扫描。DR 摄片优点是检查费用和检查辐射剂量低,能整体显示电极形态,判断耳蜗内电极有无扭曲、打折,并能通过角度测量及曲率公式计算出植入耳蜗的深度^[6]。但是 DR 检查的缺点是空间分辨率低,耳蜗内部结构与植入电极位置关系不能区分,并且对于摄片角度的要求较高,在实际工作中,经常因角度欠佳而重复摄片,增加患者辐射剂量。多排螺旋 CT 扫描可以直接显示电极在耳蜗内的位置和长度^[7],可以将获得的大量横断面扫描信息,经后台工作站三维图像技术处理,对任意方位平面进行重建后观察。徐学东等^[8]及周万勇等^[9]相继报道了多排螺旋 CT 对人工耳蜗植入术后耳蜗内电极的应用评估,并且对 CT 重建技术做了详细阐述。但多排螺旋 CT 金属伪影较大,对于单个电极显示清晰度较

差,文献报道一般都对20电极以下人工耳蜗,尚未有对24电极耳蜗的报道,原因是耳蜗电极数越多,相对两个电极间距离越短,受到金属伪影影响越大,不容易区分单个电极。

锥体束CT兼顾了DR片和螺旋CT的优点^[10],近几年内发展迅速,特别是组织结构测量多以毫米计量的口腔正畸、种植及牙体学领域的应用广泛。锥体束CT辐射剂量较低,Dierckx等^[11]学者对锥体束CT和多排螺旋CT在同一颞骨扫描后进行辐射剂量对比,发现锥体束CT平均剂量为13.14 mGy,而多排螺旋CT平均剂量在95.99 mGy。2014年,芬兰坦佩雷大学医学院Zou等^[12]设计了一个对照实验,利用锥体束CT采集系统,测试人工耳蜗植入后耳蜗内定量标记电极阵列,并以微平板CT成像作为对照,发现锥体束CT可以作为临床应用识别电极阵列的检查手段,该研究为锥体束CT在耳蜗电极方面应用奠定了基础。本研究发现该检查能较好的显示植入电极在耳蜗内的全貌,单个电极为点状高密度影,电极矩阵呈螺旋串珠状排列,金属伪影影响较少。两位医生对于电极清晰度的评分分别达到了平均 (21.42 ± 2.40) 、 (21.51 ± 2.07) 分,并且两位医生对电极清晰度的评价一致性良好, $(t = -0.502, P = 0.619)$,这说明绝大多数的电极形态可以清晰显示。对于单个电极的显示是我们本研究的基础,这将影响到对植入电极的计数、电极深度和离蜗轴距离的测量的准确性。但锥体束CT也有其本身的不足,如对于运动伪影较敏感,在对未能分辨的单个电极进行回顾分析后发现,运动伪影是重要原因,在实际操作中,如何让患者减少运动是拍摄成功与否的重要影响因素。另一个缺点是相邻组织密度相差不大时,空间分辨率比多排螺旋CT较差。

在影像检查上,目前可行的无创性电极植入深度的测量方法主要有:①数字化X线图像测量植入电极深度,即角度-长度公式及频率-长度公式计算出植入深度^[13];②CT曲面重建自动跟踪法,即在已经给定起点、方向以及终点,选取合适的步长(一般以两颗电极间距为步长),跟踪展开,提取电极的中心线,从而达到电极植入深度的测量^[9]。本研究中,为了寻找更加准确且简单方便的测量方法,我们尝试了多种测定办法。利用直接测量方法:应用曲面重建软件将电极矩阵展开后,进行植入电极长度的直接测量。但根据曲面重建的成像原理,我们不难发现,测量展开后的电极深度,会有一定的测量点选择的人为误差,所以在已知电极矩阵长度,我们可

以采用间接法来减少这人为误差形成。间接法是电极矩阵长度±末位电极离圆窗膜长度,这样可以减少相应的误差。间接法测得35例患者电极植入平均深度 (19.37 ± 1.96) mm,手术实际测得的平均深度 (19.31 ± 2.03) mm,利用两种检查测定的平均值一致性良好。不过再准确的测量,总有一定误差存在,所以两者数据也没有完全一致,这一方面可能是测量误差,一方面是否存在电极空间位置的移位,这将在以后的研究中,做进一步探讨。

电极与蜗轴距离的测量,我们采用放大图片,两人测量取平均的方法,来减少测量误差产生。对植入耳蜗内单个电极进行三维薄层重建,理论上可以测量每一个电极离蜗轴的距离,但在本研究中,只测量了1、10、20号电极表面与蜗轴边界的垂直距离。31例患者测得1、10、20号电极的离蜗轴距离的平均值分别为 (0.36 ± 0.1) 、 (0.45 ± 0.2) 、 (0.53 ± 0.2) mm。数据显示,电极深度越深,电极越靠近蜗顶,距离蜗轴的平均距离越近^[14],这对于以后研究单个电极空间位置、距蜗轴距离与术后听力阈值方面的研究奠定基础。对于植入电极部位的判断,一直是一个难点,虽然前面有学者通过研究对比植入电极的人体颞骨标本的超微断层图像和锥体束CT扫描图像,肯定了锥体束CT在合适平面上重建的三维图像可以分辨出电极在鼓阶或前庭阶的位置^[15],为CI蜗内电极的空间位置提供重要的技术手段。但在实际评估中,对于基底膜的显示较困难,而单个电极空间位置、前庭阶及骨螺旋板可以显示。观察电极在耳蜗管内的空间位置,最好能在一些层面上显示中间骨螺旋板的大致位置,通过相对位置来综合判断,这需要清晰的图像和多角度的三维重建。

总之,CI术后锥体束CT影像评价可以较为清晰的显示电极矩阵,可测量植入深度、电极距蜗轴距离、计数植入电极数,还能显示电极空间位置,并且辐射剂量较低,可在临床上应用于人工耳蜗术后耳蜗内电极的影像评估。

参考文献:

- [1] 戴朴,蒋刘,高松. 微创人工耳蜗植入[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2016, 22(5): 341-344.
Dai P, Jiang Y, Gao S. Minimally invasive cochlear implantation [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2016, 22(5): 341-344.
- [2] 唐安洲. 人工耳蜗植入术后耳蜗内电极影像学评估和应用[J]. 中国医学文摘:耳鼻咽喉科学, 2011, 26(2): 88-90.

- Tang AZ. Imaging evaluation of intracochlear electrodes after cochlear implantation and its application [J]. Chinese Medical Digest: Otolaryngology, 2011, 26(2):88-90.
- [3] De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region; a systematic review of the literature [J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2009, 38(6):609-625.
- [4] Fayad JN, Baino T, Parisier SC. Revision cochlear implant surgery: causes and outcome [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2004, 131(4):429-432.
- [5] Rivas A, Marlowe AL, Chinnici JE, et al. Revision cochlear implantation surgery in adults: indications and results [J]. Otol Neurotol, 2008, 29(5):639-648.
- [6] Cohen LT, Xu J, Xu SA, et al. Improved and simplified methods for specifying positions of the electrode bands of a cochlear implant array [J]. Am J Otol, 1996, 17(6):859-865.
- [7] Chen J, Farb R, Hanusaik L, et al. Depth and quality of electrode insertion: a radiologic and pitch scaling assessment of two cochlear implant systems [J]. Am J Otol, 1999, 20(2):192-197.
- [8] 徐学东. 高分辨率螺旋 CT 对多导人工耳蜗植入的评估 [J]. 听力学及言语疾病杂志, 2004, 12(2):87-88.
Xu XD. CT evaluation of multichannel cochlear implantation [J]. Journal of Audiology and Speech Pathology, 2004, 12(2):87-88.
- [9] 周万勇, 马玉, 巩武贤. 多排螺旋 CT 在人工耳蜗植入术后对蜗内电极显示的临床意义 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2013, 11(3):54-56.
Zhou WY, Ma Y, Gong WX. Multi-slice spiral CT in cochlear implantation on clinical significance of displaying cochlear inner electrode [J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2013, 11(3):54-56.
- [10] Mosnier I, Célérier C, Bensimon JL, et al. Cone beam computed tomography and histological evaluations of a straight electrode array positioning in temporal bones [J]. Acta Otolaryngol, 2017, 137(3):229-234.
- [11] Dierckx D, Saldarriaga Vargas C, Rogge F, et al. Dosimetric analysis of the use of CBCT in diagnostic radiology: sinus and middle ear [J]. Radiat Prot Dosimetry, 2015 163(1):125-132.
- [12] Zou J, Hannula M, Lehto K, et al. X-ray microtomographic confirmation of the reliability of CBCT in identifying the scalar location of cochlear implant electrode after round window insertion [J]. Hear Res, 2015, 326:59-65.
- [13] 谭颂华, 唐安洲, 陈平, 等. 人工耳蜗植入术中蜗内电极 X 线拍片的临床意义 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2012, 26(13):598-600.
Tan SH, Tang AZ, Chen P, et al. Plain X-ray for locations of intracochlear electrode arrays during cochlear implantation [J]. Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, 2012(13):598-600.
- [14] Lathuillière M, Merklen F, Piron JP, et al. Cone-beam computed tomography in children with cochlear implants: The effect of electrode array position on ECAP [J]. Int J Pediatr Otorhinolaryngol, 2017, 92:27-31.
- [15] Zou J, Lähelmä J, Koivisto J, et al. Imaging cochlear implantation with round window insertion in human temporal bones and cochlear morphological variation using high-resolution cone beam CT [J]. Acta Otolaryngologica, 2015, 135(5):466-472.
(收稿日期:2018-04-09)
- 本文引用格式:**方军杰,胡宝华,王建锋,等.人工耳蜗植入术后锥体束 CT 影像评估 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(1):55-59. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201901011
Cite this article as: FANG Jun-jie, HU Bao-hua, WANG Jie-feng, et al. Cone-beam computerized tomography imaging evaluation after cochlear implantation [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2019, 25(1):55-59. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201901011
- (上接第 40 页)
- [19] Deda H, Erden I, Yagmurlu B. Evaluation of petrosal sinus patency with 3-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance venography in petroclival meningiomas for surgical strategy [J]. Surg Neurol, 2005, 64 (Suppl 2):S67-S71.
- [20] Matsushima T, Rhoton AL Jr, De Oliveira E, et al. Microsurgical anatomy of the veins of the posterior fossa [J]. J Neurosurg, 1983, 59(1):63-105.
- [21] Tanriover N, Abe H, Rhoton AL Jr, et al. Microsurgical anatomy of the superior petrosal venous complex: new classifications and implications for subtemporal transtentorial and retrosigmoid suprameatal approaches [J]. J Neurosurg, 2007, 106(6):1041-1050.
- [22] 奚健, 袁贤瑞. 听神经瘤显微手术中岩静脉的保护 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2011, 17(6):425-428.
Xi J, Yuan XR. The preservation of petrosal vein in operative cases of acoustic neuroma [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2011, 17(6):425-428.
(收稿日期:2019-01-16)
- 本文引用格式:**欧洁琳, 卓沛, 李知晓, 等. 脑 CTV 评估听神经瘤与岩上窦关系的价值 [J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(1):36-40, 59. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201901008
Cite this article as: OU Jie-lin, ZHUO Pei, LI Zhi-xiao, et al. Value of cerebral CT venography in assessment of relationship between acoustic neuroma and superior petrosal sinus [J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2019, 25(1):36-40, 59. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.201901008