

高分辨率 CT 联合 MRI 对内耳畸形的诊断及评价*

刘亮亮¹ 张昆¹ 王冰² 杨琦³ 徐蕾¹ 郝雁¹ 徐辉⁴

[摘要] 目的:探讨高分辨率 CT(high resolution computed tomography, HRCT)联合核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对内耳畸形的诊断价值。方法:回顾性分析 82 例内耳畸形患者的 HRCT 及 MRI 资料,行内耳结构、面神经管的 CT、MPR、CPR 重建及内听道 MRI 斜矢状位重建,对内耳畸形进行归类,并评估面神经管及蜗神经发育情况。结果:82 例内耳畸形患者中双侧对称、双侧非对称、仅单侧内耳畸形分别为 49 例、11 例和 22 例,其中 IP-II、前庭导水管扩大及前庭、半规管畸形的占比分别为 42.96%、18.31%及 19.72%,占据前 3 位;50 例耳蜗畸形中仅 3 例为单独存在的耳蜗畸形,其余均伴不同程度的其他畸形。行 MRI 检查的 67 耳病例中有 26 耳(38.81%)伴听神经发育不良(cochlear nerve deficiency, CND),且不同类型的内耳畸形伴 CND 发生率不同;142 耳中有 28 耳(19.72%)伴面神经管异常。结论:HRCT 联合 MRI 对于准确区分内耳畸形类型和有效评估面神经管及蜗神经发育情况有重要的辅助作用,有利于为临床医生制定合理的治疗和手术方案提供重要的指导价值。

[关键词] 内耳畸形;高分辨率 CT;磁共振成像;诊断及评价

DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2025.01.010

[中图分类号] R764.7 **[文献标志码]** A

Evaluation of inner ear malformation based on high-resolution CT and MRI

LIU Liangliang¹ ZHANG Kung¹ WANG Bing² YANG Qi³ XU Lei¹
HAO Yan¹ XU Hui⁴

(¹Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710049, China; ²People's Hospital of Shaanxi Provincial; ³Cancer Hospital of Shaanxi Province, Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University; ⁴People's Hospital of Shangzhou District, Shaanxi Province)

Corresponding author: XU Hui, E-mail: 594009468@qq.com

Abstract Objective: To explore the value of high resolution computed tomography(HRCT) combined with Magnetic Resonance Imaging(MRI) in the diagnosis of inner ear malformation. **Methods:** HRCT and MRI data of 82 patients with inner ear malformations were analyzed retrospectively. HRCT MPR and CPR reconstruction of the inner ear structure, facial nerve canal and oblique sagittal MRI reconstruction of the internal auditory canal were performed. The inner ear malformations were classified, the conditions of facial nerve canal and cochlear nerve were evaluated. The association between inner ear malformation and cochlear nerve dysplasia were analyzed by Chi-square test with continuity correction. **Results:** Among the 82 patients with inner ear malformations, there were 49 cases of bilateral symmetry, 11 cases of bilateral asymmetry and 22 cases of unilateral inner ear malformations. Respectively, the most prevalent types were IP-II (42.96%), dilatation of atrium aqueduct(18.31%) and malformations of atrium and semicircular canal 19.72%. Out of 50 cases of cochlear malformations, only 3 were isolated cochlear malformations, and the rest were accompanied by other malformations of varying degrees. In the 67 ears examined by MRI, 26(38.81%) had cochlear nerve deficiency(CND), and the incidence of CND varied with different types of inner ear malformations. Out of 142 ears, 28(19.72%) had abnormalities of the facial nerve canal. **Conclusion:** HRCT combined with MRI can accurately distinguish the types of inner ear malformation and effectively evaluate the facial nerve canal and cochlear nerve, and further provides the important finger and Guide value for the clinician to formulate the reasonable treatment and the operation plan.

Key words inner ear malformation; high-resolution computed tomography; magnetic resonance imaging; diagnosis and evaluation

*基金项目:2023 年科技人才支持计划资助项目(No:2023JY-32)

¹西安交通大学医院(西安,710049)

²陕西省人民医院

³西安交通大学医学院附属陕西省肿瘤医院

⁴陕西省商州区人民医院

通信作者:徐辉, E-mail: 594009468@qq.com

感音神经性聋是先天性聋的主要类型,因其病变程度的严重性和不可逆性,容易给患者家庭和社会带来较大的经济负担。大部分先天性内耳畸形是由于发育过程中的发育障碍引起,也有部分内耳畸形与基因突变和染色体变异相关^[1],是感音神经性聋的主要病因之一。CT 和 MRI 检查可显示内耳各种骨迷路畸形、蜗神经及面神经管等的发育情况,便于术前了解耳蜗、内耳神经及面神经管等的结构与病变情况,对人工耳蜗植入术前评估起重要作用^[2]。本文旨在探讨 HRCT 和 MRI 对内耳畸形的诊断价值,为临床进一步准确诊断内耳畸形提供影像学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2021 年 9 月—2023 年 9 月 82 例就诊于我院并诊断为内耳畸形的患者 142 耳,其中男 39 例,女 43 例;年龄 1~62 岁,中位年龄 10 岁;均行 HRCT 检查,其中 37 例(67 耳)行 MRI 检查。

1.2 仪器与方法

采用 Philips 256 层 iCT 扫描仪行颞骨轴位扫描。扫描参数:120 kV,300 mA,层厚 0.670 mm,重建层厚 0.335 mm,矩阵 1 024 × 1 024,窗宽 3 000 HU,窗位 400 HU,骨算法重建。MR 扫描采用 Philips Ingenia 3.0T 行内耳扫描,序列为 T2-DRIVE,扫描参数:TR 1 500 ms,TE 220 ms。扫描视野(FOV)140 mm,激励次数 1,矩阵 232 × 233,层厚 0.6 mm,层间距 0.3 mm。

1.3 图像分析

采用 Philips EBW 工作站。在原始轴位 CT 图像观察内耳各结构及面神经管情况,并利用 MPR 及 CPR 技术行内耳结构及面神经管重建,由 2 名在颞骨疾病诊断方面具有丰富经验的医师一起评估内耳畸形的分类、程度及面神经管走行,意见不一致时协商达成共识。MRI 图像重建选择基线与内听道长轴垂直,于轴位 T2-DRIVE 图像行斜矢状面重建,评估蜗神经发育情况及内耳各结构。

1.4 内耳畸形诊断标准是 Sennaroglu 2017 标准^[3]

1.4.1 耳蜗畸形 ① Michel 畸形 (michel deformity):是指耳蜗和前庭结构完全缺失。② 耳蜗未发育 (cochlear aplasia, CA):是指耳蜗完全缺。③ 共同腔畸形 (common cavity deformity, CC):耳蜗和前庭融合成腔,完全未分化。④ 耳蜗发育不全 (cochlear hypoplasia, CH):耳蜗和前庭分化,但未至正常大小(耳蜗高度小于 4 mm 或耳蜗少于 2.5 圈),发育不全的耳蜗像从内听道发出的小芽孢。⑤ 不完全分隔 I 型 (incomplete partition type, IP-I):囊性耳蜗前庭畸形,无耳蜗蜗轴和筛区(耳蜗

与内听道之间的区域),伴有一大的囊性前庭。⑥ 不完全分隔型 (incomplete partition type, IP-II):即 Mondini 畸形,耳蜗包含 1.5 圈,有部分蜗轴,中圈和顶圈融合成一囊腔,伴有扩大的前庭和扩大的前庭导水管。

1.4.2 耳蜗形态正常的内耳畸形 ① 前庭畸形:包括 Michel 畸形、共同腔畸形、前庭不发育、前庭发育不全、前庭扩大。② 半规管畸形:半规管未发育、半规管狭窄、半规管扩大。③ 前庭导水管和耳蜗导水管畸形:前庭导水管和耳蜗导水管扩大或正常。

1.4.3 内听道 (IVC) 畸形 内听道未发育、内听道狭窄 (IVC 直径 ≤ 2 mm)、内听道扩大 (IVC 直径 ≥ 8 mm)。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计分析软件进行数据分析。

2 结果

2.1 内耳畸形类型

82 例内耳畸形患者 142 耳中,49 例为双侧对称畸形,双侧非对称内耳畸形 11 例,另外有 22 例表现为仅单侧内耳畸形:其中 IP-II (61 耳)、前庭导水管扩大 (26 耳) 及前庭、半规管畸形 (28 耳) (图 1) 的比例分别为 42.96%、18.31% 及 19.72%,占据前 3 位;内听道畸形 3 耳(均为狭窄畸形,其中 1 耳为狭窄的双内听道畸形);50 例耳蜗畸形中仅 3 例为单独存在的耳蜗畸形,其余均伴不同程度的其他畸形,其中 Michel 畸形为最严重的内耳畸形:2 耳 Michel 畸形,3 耳耳蜗未发育,4 耳共同腔畸形 (图 2),5 耳耳蜗发育不良,4 耳 IP-I (图 3),61 耳 IP-II (图 4),6 耳 IP-III (图 5)。

2.2 内耳畸形与蜗神经发育异常

67 耳行 MRI 检查的患者中有 26 耳 (38.81%) 伴蜗神经发育不良 (cochlear nerve deficiency, CND) (缺如 23 耳,细小 3 耳)。其中大前庭导水管综合征的患者均无 CND, IP-II (30 耳中有 9 耳,包括 7 耳蜗神经缺如,2 耳蜗神经细小) 约有三分之一伴 CND, IP-I (4 耳中有 2 耳) 和前庭半规管畸形 (11 耳中有 5 耳,均为蜗神经缺如) 约有二分之一伴 CND,耳蜗发育不良 1 耳、耳蜗未发育 1 耳、Michel 畸形 2 耳、共同腔畸形 3 耳几乎全部伴有 CND (表现为蜗神经缺如,图 3b),而前庭导水管扩大 12 耳,蜗神经均正常,见表 1。

2.3 内耳畸形与面神经管异常

142 耳中有 28 耳 (19.72%) 伴面神经管异常,具体表现(多耳同时合并 2 种或以上异常):起始部向前内移位 10 耳,垂直嵴增粗增大 6 耳;第一膝呈钝角 22 耳 (图 5b);面神经管分叉 8 耳 (迷路段 2 耳,乳突段 6 耳);膝状神经窝前壁裂缺 8 耳;管径纤细 5 耳。

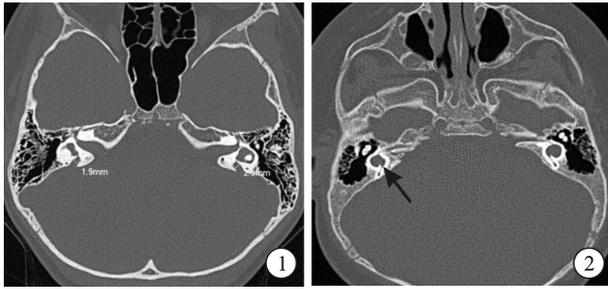
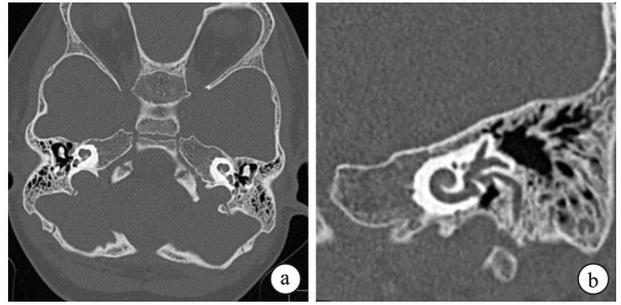
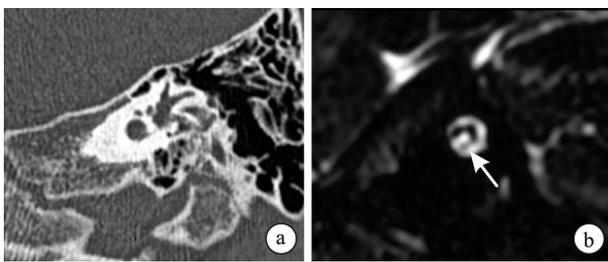


图 1 双侧前庭导水管扩大 女,9 岁。双侧前庭导水管扩大,左侧直径为 2.5 mm,右侧直径为 1.9 mm;
图 2 双侧共同腔畸形 女,1 岁。颞骨轴位 CT 示双侧耳蜗及前庭为一个腔(黑↑),双侧内听道狭窄,其中右侧为双内听道



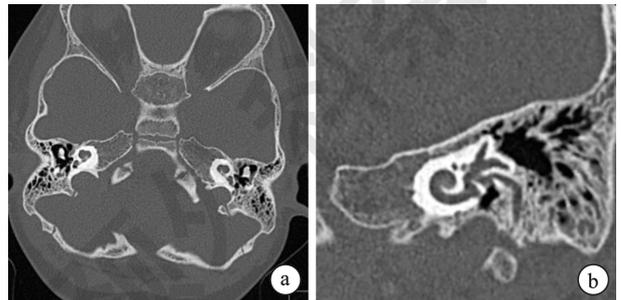
女,2 岁。a:耳蜗平面轴位 CT,显示耳蜗中圈和顶圈融合;b:左侧耳蜗曲面重建图,直观显示顶、中转融合,耳蜗为 1.5 转。

图 4 双侧 IP-II 型



男,10 岁。a:耳蜗曲面重建图,显示耳蜗缺乏蜗轴和阶间隔,呈囊状;b:内听道斜矢状面重建图,显示蜗神经细小(白↑)。

图 3 左侧 IP-I 型



男,10 岁。a:双侧耳蜗呈囊状,耳蜗阶间隔存在,蜗轴缺如(黑↑);b:双侧侧面神经管曲面重建,显示双侧面神经管第一膝呈钝角。

图 5 双侧 IP-III 型

表 1 内耳畸形患者资料

分类	耳数	百分率/%	MRI/耳	蜗神经发育不良/耳	百分率/%	面神经走行异常/耳
前庭导水管扩大	26	18.31	12	0	0	2
IP-I	4	2.82	4	2(缺如 1,细小 1)	50.00	0
IP-II	61	42.96	30	9(缺如 7,细小 2)	30.00	12
IP-III	6	4.23	0			5
耳蜗发育不良	5	3.50	1	1(缺如 1)	100.00	2
耳蜗未发育	3	2.11	1	1(缺如 1)	100.00	2
Michel 畸形	2	1.41	2	2(缺如 2)	100.00	2
共同腔	4	2.82	3	3(缺如 3)	100.00	3
前庭、半规管畸形	28	19.72	11	5(缺如 5)	45.45	0
内听道畸形	3	2.11	3	3(缺如 3)	100.00	0
合计	142	100.00	67	26		28

3 讨论

先天性内耳畸形是一组由胚胎发育过程中不同阶段的发育障碍所导致的内耳结构异常性的疾病。临床上称内耳为迷路,位于颞骨岩部深部的骨质内,包括骨迷路和膜迷路,由半规管、前庭和耳蜗 3 部分组成。由于内耳体积小、结构复杂,以及畸形种类多且发病率相对低等原因,对大多数放射科和耳鼻喉科医生而言,正确诊断内耳畸形是一个巨大挑战。MRI 和 HRCT 的引入及普及,促进了内耳畸形研究的不断深入和发展。赵星等^[4]利用高分辨率颞骨 CT 图像、放射组学和深度学习技术等对内耳畸形诊断的研究表明特征融合模型可用于

正常和内耳畸形的鉴别诊断,与单独使用放射组学或深度学习模型比较,其诊断效能有所提高。

针对内耳畸形国内外建立了多个分类系统,目前尚无统一的共识。随着影像学技术的不断更新和发展,内耳畸形的分类也在不断的发展和变化^[5]。目前临床普遍采纳的内耳畸形的诊断标准是 Sennaroglu 等^[3]于 2017 年制定的。颞骨 HRCT 可清晰显示内耳的骨性部分及内听道的形态、大小与对称情况,有利于准确判断内耳畸形的存在类型。本文针对 82 例内耳畸形患者 142 耳的 CT 统计结果显示:49 例为双侧对称畸形,11 例为双侧非对称内耳畸形,22 例表现为仅单侧内耳畸

形;其中 IP-II (61 耳, 42.96%)、前庭导水管扩大 (26 耳, 18.31%) 及前庭、半规管畸形 (28 耳, 19.72%) 占据前 3 位;内听道畸形 3 耳(均为狭窄畸形, 其中 1 耳为狭窄的双内听道畸形);50 例耳蜗畸形中仅 3 例为单独存在的耳蜗畸形, 其余均伴有不同程度的其他畸形, 其中 Michel 畸形为最严重的内耳畸形 (2 耳 Michel 畸形, 3 耳耳蜗未发育, 4 耳共同腔畸形, 5 耳耳蜗发育不良, 4 耳 IP-I, 61 耳 IP-II, 6 耳 IP-III)。内耳畸形结构复杂, 易伴有面神经管、内听道等其他结构畸形, 有研究显示前庭导水管扩大、IP-II 以及耳蜗听道相通在人工耳蜗植入术中易发生“井喷”^[6]。而 IP-III 较罕见, 与 X 连锁遗传性聋相关, 部分病例可伴有下丘脑畸形或错构瘤表现^[7-8]。且伴有内耳畸形的感音神经性聋患者约 65% 为双侧内耳畸形^[9]。内耳膜迷路及膜迷路和骨迷路间则存在内、外淋巴液, 多平面重建技术 (multiplanar reconstruction, MPR) 利用水成像的原理, 通过重 T2WI 技术使其呈现极高信号, 实现内耳造影的效果。由此, 在工作中利用 MPR 对颞骨 HRCT 上内耳各结构进行测量, 了解正常及畸形内耳的主要差异, 对于研究临床患者所患内耳畸形的类型及制定后续的治疗方案、针对性的干预措施等均可提供重要的 MRI 信息及参考依据。

蜗神经发育不良 (cochlear nerve deficiency, CND) 是指第 8 对颅神经蜗神经缺失或者细小, 包括蜗神经的先天部分或是完全未发育部分以及后天由于各种原因所导致的退行性改变, 是导致临床上感音神经性聋的少见病因之一。目前临床上使用较多的是 Sennaroglu^[10] 于 2022 年对 2017 年蜗神经畸形的补充分类: ①蜗神经发育不良: 独立的蜗神经但其较对侧正常蜗神经或同侧面神经; I 型: 蜗神经绝对存在但其直径较对侧正常蜗神经或同侧面神经小; II 型: 蜗神经极细, 在 MRI 上不可辨认; ②蜗神经缺失; ③前庭蜗神经发育不良: 同 Sennaroglu 分类 (2017 年); ④前庭蜗神经缺失: 同 Sennaroglu 分类 (2017 年)^[3]。颞骨 HRCT 在横轴面原始图像上测量蜗神经孔大小, 能够初步提示蜗神经发育不良情况, 然而 HRCT 不能对蜗后软组织情况进行评价, 内耳 MRI 被认为是目前诊断 CND 的最佳方法^[11]。人类颞骨研究结果表明部分 CND 患者往往出现内耳畸形以及内听道狭窄情况, 蜗神经缺失为进行人工耳蜗植入术的绝对禁忌, 蜗神经细小是进行人工耳蜗植入术的相对禁忌。张森等^[12] 研究提示内听道的狭窄和蜗神经发育不良具有高度相关性, 但内听道处于正常状态情况下, 也存在蜗神经发育不良的可能性, 因此内听道的形态并不能作为蜗神经完整性的判断标志。Giesemann 等^[13] 通过对 176 例内耳畸形患者的 MRI 影像分析得出: 迷路不发育和听囊畸形与前庭蜗神经 (VCN) 未发育的相关性为 100%; IAC 畸

形的相关性为 92%。耳蜗未发育、完全性半规管未发育、严重耳蜗发育不全、共腔畸形、不完全分隔 I 型及轻度耳蜗发育不全与 VCN 发育不全的相关性下降。其余类型的 IEM 未显示 VCN 发育不全。本研究结果显示: 67 耳行 MRI 检查的病例中有 26 耳 (38.81%) 伴听神经发育不良 (cochlear nerve deficiency, CND) (缺如 23 耳, 细小 3 耳)。其中大前庭导水管综合征的患者均无 CND, IP-II (30 耳中有 9 耳, 包括 7 耳蜗神经缺如, 2 耳蜗神经细小) 约有三分之一伴有 CND, IP-I (4 耳中有 2 耳) 和前庭半规管畸形 (11 耳中有 5 耳, 均为蜗神经缺如) 约有二分之一伴有 CND, 耳蜗发育不良 1 耳、耳蜗未发育 1 耳、Michel 畸形 2 耳、共同腔畸形 3 耳全部伴有 CND (表现为蜗神经缺如), 而前庭导水管扩大 12 耳, 蜗神经均正常。提示不同类型的内耳畸形伴 CND 的发生率确有差异。由此可见, 某些类型的内耳畸形与 VCN 的发育不全高度相关, 在实际临床工作中, 对于那些通常容易伴有 VCN 发育不全类型的内耳畸形的患者应给予高度重视, 应该行 MRI 检查, 以便充分全面的了解内耳畸形的类型和选择最佳的治疗方案。

CT 和 MRI 检查均可显示耳蜗、前庭、半规管及内听道, 是目前临床上较常用的诊断内耳畸形的影像学方法, 其中 HRCT 扫描通过双向调整 MPR 及 CPR 重建, 可完整、直观地显示内耳各结构及面神经管, 有助于对不同内耳畸形的细致分类及面神经管异常情况进行综合判断。本研究中 28 耳伴面神经管异常, 主要表现为起始部向前内移位、第一膝呈钝角、垂直嵴增粗增大、面神经管分叉、膝状神经窝前壁裂缺及管径纤细。而 MRI 扫描则利用轴位 T2-DRIVE 图像结合斜矢状面重建, 对内耳膜迷路的形态及听神经的发育情况进行显示, 并有利于进一步准确地评估蜗神经的发育状况, 在 CND 的诊断和确定是否进行人工耳蜗植入术以及术后评估中有重要的临床指导意义^[8, 14]。内听道畸形中最常见的类型是内听道狭窄。本研究中内听道畸形组中 3 耳均为单纯的内听道狭窄, 其中 1 耳为狭窄的双内听道畸形。狭窄的双内听道畸形非常罕见, 颞骨 HRCT 显示内耳结构中有 2 条似内听道的狭窄骨性结构, 相对靠前上的是面神经通过的骨性通道, 另 1 条骨性通道通向耳蜗, 多伴听神经发育不良。本组 1 耳呈前后走行的 2 个独立管道, 轴位显示明显; 1 耳合并共腔畸形, 呈上下走行的 2 个独立管道, 在常规 CT 平扫下行 MPR 处理后可清楚显示^[15]。因此, 当发现内听道狭窄时应基于内耳 CT 和 HRCT 或 MRI 图像的形态学观察, 对内耳不同畸形进行准确区分, 从而进一步为治疗方案的选择和手术方案的制定提供重要的指导价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

(下转第 56 页)

- 134:110058.
- [9] Kim KS, Min HJ. Correlations between the adenotonsillar microbiome and clinical characteristics of pediatric patients with snoring[J]. Clin Exp Otorhinolaryngol, 2021, 14(3):295-302.
- [10] Swidsinski A, Göktas O, Bessler C, et al. Spatial organisation of microbiota in quiescent adenoiditis and tonsillitis[J]. J Clin Pathol, 2007, 60(3):253-260.
- [11] Cao W, Sun Y, Zhao N, et al. Characteristics of the bacterial microbiota in the upper respiratory tract of children[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2022, 279(2):1081-1089.
- [12] Huang CC, Chang TH, Lee CY, et al. Tissue microbiota in nasopharyngeal adenoid and its association with pneumococcal carriage[J]. Microb Pathog, 2021, 157:104999.
- [13] 徐祺, 韩春华, 党志红, 等. 311 例腺样体肥大合并分泌性中耳炎患者鼻咽部菌群特征及耐药性分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 35(5):428-431.
- [14] Peng Z, Wang XR, Zhou R, et al. Pasteurella multocida: genotypes and genomics[J]. Microbiol Mol Biol Rev, 2019, 83(4):e00014-19.
- [15] Boyce JD, Harper M, Wilkie IW, et al. Pasteurella [M]//InGyles CL, Prescott JF, Songer JG, et al, Pathogenesis of bacterial infections in animals, 4th ed. Wiley-Blackwell, Ames, 2010:325-346.
- [16] Brennan CA, Garrett WS. Fusobacterium nucleatum-symbiont, opportunist and oncobacterium[J]. Nat Rev Microbiol, 2019, 17(3):156-166.
- [17] Engevik MA, Danhof HA, Ruan W, et al. Fusobacterium nucleatum secretes outer membrane vesicles and promotes intestinal inflammation[J]. mBio, 2021, 12(2):e02706-2720.
- [18] Wu X, Wang W, Fang LC, et al. Is Helicobacter pylori colonization associated with chronic tonsillitis? -A meta-analysis and systematic review[J]. Am J Otolaryngol, 2022, 43(5):103515.

(收稿日期:2024-05-11)

(上接第 50 页)

参考文献

- [1] 刘亚青, 黄正华, 孙晨, 等. SLC26A4 基因在大前庭水管综合征和(或)Mondini 畸形患儿中突变频率的观察[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 35(10):891-895.
- [2] 刘永刚, 魏璐璐. 颞骨轴位高分辨 CT 在人工耳蜗植入中的指导作用及术后评估价值研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20(10):20-21, 24.
- [3] Sennaroglu L, Bajin MD. Classification and current management of inner ear malformations[J]. Balkan Med J, 2017, 34(5):397-411.
- [4] 赵星, 李晓鸽, 高坤, 等. 基于颞骨 CT 的深度迁移学习放射组学模型辅助鉴别内耳畸形[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 38(6):547-552.
- [5] 张李芳, 王树峰. 内耳畸形的分类和干预[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2024, 22(2):214-220.
- [6] 邓忠, 龙志清, 罗铭华, 等. 人工耳蜗植入术中因内耳畸形发生“井喷”的危险因素分析[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2022, 29(1):33-36.
- [7] Parlak S, Gumeler E, Sennaroglu L, et al. X-linked deafness/incomplete partition type 3: radiological evaluation of temporal bone and intracranial findings[J]. Diagn Interv Radiol, 2022, 28(1):50-57.
- [8] Anderson EA, Özütemiz C, Miller BS, et al. Hypothalamic hamartomas and inner ear diverticula with X-linked stapes gusher syndrome-new associations? [J]. Pediatr Radiol, 2020, 50(1):142-145.
- [9] 林晓德. HRCT 测量在内耳畸形分类及预测人工耳蜗植入术中“井喷”的应用[D]. 广东汕头: 汕头大学, 2022.
- [10] Sennaroglu L. Classification of inner ear malformations[M]//Inner Ear Malformations. Cham: Springer International Publishing, 2022:1-17.
- [11] 张宏, 郭小平, 银小辉, 等. 高分辨率 CT 联合 MR T2-DRIVE 序列诊断儿童蜗神经发育不良[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020, 17(5):275-279.
- [12] 张森, 王越, 张鹏. 蜗神经发育不良患儿临床特点及影像学表现分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(4):26-29.
- [13] Giesemann AM, Kontorinis G, Jan Z, 等. 前庭蜗神经: 合并内耳畸形的未发育和发育不全[J]. 国际医学放射学杂志, 2012, 35(3):289-289.
- [14] 王潇, 王紫仪, 鲜军舫, 等. 耳蜗不完全分隔 III 型畸形人工耳蜗植入术前影像学评估[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(10):959-963.
- [15] 程卓, 唐世龙, 刘波, 等. 256 层螺旋 CT 在儿童内耳畸形诊断中的应用研究[J]. 现代医药卫生, 2020, 36(6):892-894.

(收稿日期:2024-06-01)