

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202321429

· 综述 ·

感音神经性听力损失的 MRI 特征

李智慧^{1,2}, 吕佳蕙^{1,2}, 马贤¹, 陈纲³, 钟翠萍¹

(1. 中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院耳鼻咽喉头颈外科, 甘肃兰州 730050; 2. 宁夏医科大学临床学院研究生院, 宁夏银川 750004; 3. 中国人民解放军联勤保障部队第九四〇医院影像科, 甘肃兰州 730050)

摘要:感音神经性听力损失(SNHL)是耳科常见疾病,主要表现为听力损失伴或不伴耳鸣、眩晕、耳闷等症状,SNHL病因复杂多样,目前尚未有一个确切的病因。近年来磁共振影像技术(MRI)得到了较好的发展和运用,内听道MRI在显示软组织方面更具优势,可用来研究SNHL患者的内耳疾病,如研究小脑前下动脉来进一步阐述内耳微循环,钆造影显示梅尼埃病患者膜迷路积水,以及功能MRI对脑区活动的研究等等。本文主要以内听道MRI影像学特征来探讨SNHL的潜在病因,为耳科医生诊疗SNHL提供新思路。

关键词:感音神经性听力损失;磁共振成像;功能磁共振成像

中图分类号:R764.43

MRI features of patients with sensorineural hearing loss

LI Zhihui^{1,2}, LV Jiahui^{1,2}, MA Xian¹, CHEN Gang³, ZHONG Cuiping¹

(1. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, the 940th Hospital of Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Lanzhou 730050, China; 2. Graduate School of Clinical Medicine, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China; 3. Department of Imaging, the 940th Hospital of Joint Logistics Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Sensorineural hearing loss (SNHL) is a common disease in otology, which is mainly manifested as hearing loss with or without tinnitus, vertigo and stuffy ears, etc. The etiology of SNHL is complex and diverse. There is no definitive cause of SNHL. In recent years, with the development and application of magnetic resonance imaging (MRI) technology, new ideas have been provided for the exploration of the cause of SNHL. MRI of the internal auditory tract has more advantages in soft tissue display, which can be used to study inner ear diseases in patients with SNHL including studying the anterior inferior cerebellar artery to further illustrate the microcirculation of inner ear, ginography to show membrane vagal effusion in patients with Ménière's disease, and functional MRI to study activity in brain regions.

Keywords: Sensorineural hearing loss; MRI; fMRI

感音神经性听力损失(sensorineural hearing loss, SNHL)指耳蜗、听神经或听觉中枢器质性病变、代谢障碍等阻碍声音的传递、感受与分析,由此引起的听力损失。引起SNHL的病因繁多,如内耳微循环障碍、毛细胞损失、耳毒性药物使用、病毒感染等^[1]。近年来磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术的飞速发展,为SNHL的病因探讨提供了巨大的帮助。本文主要以内听道MRI特征来探讨SNHL的潜在病因。

1 MRI在耳科疾病中的运用

医学影像技术在临床诊断中具有不可或缺的地位,在疾病的诊断、定位以及排除病变中具有极高的价值。

CT和MRI在耳科疾病中运用最广泛。耳蜗、半规管、听小骨等骨性结构在CT显示中具有明显优势,能清晰显示出正常结构和病变。MRI能更好

基金项目:甘肃省重点研发计划项目(18YF1FA132);2018年度军队医学科技青年培育计划项目(18QN047)。

第一作者简介:李智慧,女,在读硕士研究生,住院医师。

通信作者:钟翠萍,Email:doctor.zhong@hotmail.com

地显示软组织,可以更清楚地显示面、听神经及周围血管,因此广泛地运用于 SNHL 患者的检查中。

内听道 MRI 主要显示桥小脑角区、迷路及内听道的病变,T1 中脑脊液、淋巴液呈低信号,可以更好地显示面、听神经在桥小脑角区及内听道的走形,以及耳蜗出血、炎症时蛋白渗出。T2 中脑脊液、淋巴液呈高信号,清晰勾勒出脑池、内听道、耳蜗、半规管形态,观察病变结构^[2]。随着 MRI 技术的发展,MRI 序列多种多样,在 T1、T2 的基础上衍生出 T1 增强、T2-FLAIR、3D-TOF MRA、3D-FIESTA、3D TOF SPGR、PROPELLER、造影剂对比等^[3],为 SNHL 病因的研究提供了更好的技术支持。

2 与内耳血供相关的 SNHL 患者 MRI 特征

基底动脉发出小脑前下动脉,绕脑桥下行,越过外展、面、听神经根后,分支供血于脑桥下外侧部及延髓上外侧部、小脑中脚和小脑前下方,继续下行至内听道口附近时形成血管祥,再发出内听动脉,与面、听神经伴行进入内听道,供血前庭和耳蜗。小脑前下动脉闭塞临床上表现为小脑前下动脉综合征,即眩晕/头晕、步态不稳及病灶侧耳鸣、耳聋、面部痛温觉障碍、Honer 综合征等^[4]。需要注意的是孤立性的急性眩晕、耳鸣、听力下降是小脑前下动脉急性梗死特征性的表现^[5]。Kinouchi 等^[6]报道了 1 例双侧耳聋伴眩晕呕吐的患者,CT 检查未见明显异常,而 MRA 显示因心源性血栓形成基底动脉闭塞,因此 MRI 在听力损失患者的检查中至关重要,尤其是伴有眩晕的患者。

2.1 血管祥与面、听神经的关系

根据 Chavda 系统分类将小脑前下动脉血管祥相对于内听道的位置分为 3 型:Ⅰ型为血管祥不进入内听道段;Ⅱ型为进入内听道段血管祥长度小于内听道的 50%;Ⅲ型为进入内听道段的血管祥长度大于内听道的 50%。在内听道 MRI 中可清楚显示血管祥及与面、听神经间的关系,突发性听力损失与血管祥的类型、血管祥与面、听神经间无相关性^[7-9]。而 Di 等^[10]研究发现,血管祥与神经接触的长度与高频 SNHL 存在相关性,接触距离越长,SNHL 出现的可能性越大($P=0.03$);高频耳鸣或搏动性耳鸣的发生与耳蜗神经血管接触的次数($P=0.003$)、血管直径($P=0.03$)显著相关,与神经血管接触的长度无关($P>0.05$);眩晕的发生与前庭神经血管接触的次数显著相关($P=0.002$),与接触的

血管直径相关($P=0.04$),但与神经血管接触的长度无关($P=0.4$)。

血管压迫面、听神经引起面肌痉挛、听力障碍称为面、听神经血管压迫综合征,小脑前下动脉是主要责任血管。血管压迫面、听神经易被误诊,Moosa 等^[11]报道了 1 例 77 岁老人进行性右耳听力损失和间歇性眩晕 10 余年,普通 MRI 示“右侧内听道内肿块”,诊断为听神经瘤,转诊到上级医院后行薄层 MRI 及 Gd 造影后显示为血管祥压迫听神经,排除听神经瘤。因此需要更高分辨率的 MRI 来诊断面、听神经压迫综合征,更清晰地显示微小神经和血管^[12]。

2.2 内听动脉微循环障碍

内听动脉是小脑前下动脉的终末动脉,内耳的唯一供血动脉,纤细狭长,走形迂曲,王峻等^[13]测量了内听动脉平均长度 10.18 mm,起始段的平均直径 0.22 mm,吕春雷等^[14]对头颅标本的研究发现最粗的内听动脉直径仅为 0.64 mm。因此内听动脉血流速度缓慢,血栓形成风险增加,内耳微循环障碍,从而引起听力损失、耳鸣等^[3]。田素景等^[15]研究发现单侧突发性耳聋患者患耳的内听动脉直径比健耳和正常人小,更易形成血栓,发生内耳微循环障碍,从而出现听力下降。

2.3 迷路出血及炎症

SNHL 患者内听道 MRI 中可表现出异常信号,Min 等^[16]研究发现,37.7% 的患者在增强后 HF 序列中显示出迷路信号异常,且 HF 阴性组(未见异常信号)的患者预后更佳,增强后 HF 序列中前庭和耳蜗相对于小脑髓质的信号强度比越高,听力越差,预后也越差。出现迷路异常信号的主要原因可能为迷路出血或炎症时蛋白渗出。病理生理机制为当血-迷路屏障破坏时,通透性增加,迷路出血所致的高铁血红蛋白进入内耳淋巴液,或迷路炎时蛋白渗出进入内耳淋巴液,从而显示出 T1 加权高信号,内耳出血的患者常伴有前庭功能障碍和严重的听力损失,预后更差,因此需要早发现、早治疗,同时谨慎使用抗凝剂,以免出现更严重的后果^[17-22]。

3 各种原因的 SNHL 患者 MRI 特征

3.1 梅尼埃病

曾在 75 年前就发现内淋巴积水是梅尼埃病的病理基础,然而这一病理只能在死后的内耳组织学研究中得到确认。近年来的研究发现疑似梅尼埃病患者在 Gd 造影后的 MRI 中观察到内淋巴积水,但

内淋巴积水并不是听力损失、耳鸣及眩晕同时发作的梅尼埃病专有特点,波动性 SNHL 患者 MRI 中也可观察到内淋巴积水,因此 Gürkov^[23] 在 2017 年提出了“积水性耳病”这一概念,以简化诊断。Inui 等^[24] 的研究也证实了这一观点,他发现波动性 SNHL 患者患耳的耳蜗和前庭内淋巴液体积/总液体积比值明显高于突发性 SNHL 患者,病变耳蜗和前庭的 MRI 扫描与波动性 SNHL 发病时间之间并无相关性。内听道 MRI 的发展为 SNHL 的诊疗提供了有价值的依据。

3.2 先天性 SNHL

先天性 SNHL 患者的内听道 MRI 影像学表现能更好地为耳科医生提供帮助,如人工耳蜗植入术的术式选择、手术风险的防治、疗效评估等。内听道 MRI 中可显示前庭导水管扩大、半规管及耳蜗发育不良、内听道狭窄、Mondini 畸形、Michel 畸形等,师炎敏^[25] 的研究发现婴幼儿 SNHL 组蜗神经长径、短径及截面积明显小于正常组,SNHL 组内听道的前后径、上下径及截面积大小均小于正常组。Escobar 等^[26] 在研究先天性巨细胞病毒感染患者的脑 MRI 中发现脑 MRI 表现异常的患者中 55% 的患者出现听力下降。

4 功能 MRI 与 SNHL

氧合血红蛋白具有抗磁性,而脱氧血红蛋白具有顺磁性,神经元活性增加,消耗的氧气量增加,含氧血流量的变化引起磁场强度的局部变化,大脑激活区中血氧水平依赖信号发生变化^[27]。功能 MRI 主要利用磁振造影来测量神经元活动引起的血液动力学改变,即利用血液对比度来观察神经活动过程中血氧含量的变化^[28]。活动脑区静脉引流部位的功能 MRI 信号最强,因此活动神经元的位置与其在功能 MRI 数据中的位置存在微小的不匹配^[29]。功能成像分为基于任务的功能 MRI 和静息状态功能 MRI 两类,功能 MRI 设计通常利用声刺激来诱导相关区域的血氧变化,而静息状态功能 MRI 技术不需要复杂的任务设计以及患者与任务的协作,因此可以直接和全面地反映自发的神经活动和功能连接网络^[30]。

在功能 MRI 研究正常人听觉皮层的神经激活中,发现声音的响度与血氧水平依赖性信号对比具有相关性,响度的增长函数斜率与听觉皮层中信号变化百分比的增长函数斜率明显相关,但除皮层外的结构中并没有这一现象,与声压无相关性^[31-32]。

耳科疾病的研究中,功能 MRI 常用来探讨听觉中枢神经元活动引起的代谢变化,功能 MRI 中低频振幅代表神经元自发活动水平的高低,可以直接反映耳聋引起的脑组织血氧水平依赖信号的变化特征,而功能 MRI 中局部一致性表示功能脑区局部活动的一致性,局部一致性异常则表示功能脑区非同步活动^[33]。刘婕等^[34] 研究发现 0~4 岁双侧先天性 SNHL 的患者听觉皮层低频振幅值及局部一致性值均降低,表明听觉中枢的神经元活动降低,听觉皮层非同步性活动,局部一致性的降低也反映血流的不同步,并导致听觉中枢灰质厚度变薄。功能 MRI 可以为人工耳蜗植入术前评估及预后的判断提供帮助。

5 小结

人与人之间的交流依赖听觉、语言及大脑整合系统,听觉系统至关重要,先有听才有说。听力障碍的患者逐年增加,SNHL 比例较大,然而却无明确病因,近年 MRI 的运用及研究发现,SNHL 患者存在部分的解剖结构异常,血管压迫听神经引起听力损失、耳鸣,内听动脉纤细迂曲,易发生内耳微循环障碍,内耳发生病理改变,迷路出血、迷路炎等,功能 MRI 的研究发现 SNHL 患者听觉中枢神经元活动异常。SNHL 患者的 MRI 还有很多奥秘值得我们去挖掘、研究,探讨 SNHL 患者病因,为耳科医生诊疗 SNHL 提供新思路。

参考文献:

- [1] Levy JM, Amedee RG. Systematic review of the evidence for the etiology of adult sudden sensorineural hearing loss[J]. *Laryngoscope*, 2010, 120(11):2347.
- [2] 祁吉,夏爽. 感音神经性耳聋的影像学及病因学研究[J]. *中国医学影像技术*, 2005, 21(9):1307-1311.
- [3] 巴新茹,郭浩. 感音性耳聋患者内耳微循环影像学评估研究进展[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(10):1753-1755.
- [4] 马维娅,孙勃,高云,等. 以眩晕/头晕伴耳鸣耳聋为主要表现的小脑前下动脉梗死四例分析并文献复习[J]. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2021, 28(4):317-322.
- [5] Lee SJ, Lee SA, Kim BG, et al. Feasibility of magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of isolated acute audiovestibular loss[J]. *J Vestib Res*, 2018, 28(5-6):385-391.
- [6] Kinouchi T, Ishitani K, Uyama S, et al. Ueta. Basilar artery occlusion presenting as sudden bilateral deafness; a case report[J]. *J Med Case Rep*, 2021, 15(1):111.
- [7] Gorrie A, Warren FMI, De L, et al. Is there a correlation between vascular loops in the cerebellopontine angle and unexplained uni-

- lateral hearing loss? [J]. *Otol Neurotol*, 2010, 31(1):48-52.
- [8] 方挺. 单侧耳聋, 耳鸣与听神经和周围血管位置关系的分析 [D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [9] 陈衡超. 单侧耳鸣与听神经和周围血管位置关系的分析 [D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- [10] Di Stadio A, Dipietro L, Ralli M, et al. Loop characteristics and audio-vestibular symptoms or hemifacial spasm: is there a correlation? A multiplanar MRI study. [J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(1):99-109.
- [11] Moosa S, Fezeu F, Kesser BW, et al. Sudden unilateral hearing loss and vascular loop in the internal auditory canal: case report and review of literature [J]. *J Radiosurg SBRT*, 2015, 3(3):247-255.
- [12] 邹婕, 马来阳, 甘铁军, 等. 面听神经血管压迫综合征患者小脑下前动脉血管袢与患者典型面听神经症状的 MRI 研究 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2020, 25(6):622-627.
- [13] 王峻, 刘仁忠, 蔡强, 等. 神经内镜下内听动脉的显微应用解剖 [J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2017, 25(6):575-578.
- [14] 吕春雷, 李兆基, 吴皓. 内听道血管神经显微解剖 [J]. *中华耳科学杂志*, 2003, 1(1):74-75.
- [15] 田素景, 张勋, 杨国庆, 等. 突发性聋患者内听动脉 MRI 检测结果分析 [J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2013, 21(2):137-139.
- [16] Min XH, Gu H, Zhang Y, et al. Clinical value of abnormal magnetic resonance imaging findings in patients with unilateral sudden sensorineural hearing loss [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2020, 26(5):429-436.
- [17] Kim MB, Lim J, Moon JJ. Anatomical and pathological findings of magnetic resonance imaging in idiopathic sudden sensorineural hearing loss [J]. *J Audiol Otol*, 2020, 24(4):198-203.
- [18] Byun H, Chung JH, Lee SH, et al. The clinical value of 4-hour delayed-enhanced 3DFLAIR MR images in sudden hearing loss [J]. *Clin Otolaryngol*, 2019, 44(3):336-342.
- [19] Conte G, Berardino FD, Zanetti D, et al. Early magnetic resonance imaging for patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss in an emergency setting [J]. *Otol Neurotol*, 2019, 40(9):1139-1147.
- [20] Tanigawa T, Tanaka H, Sato T, et al. 3D-FLAIR MRI findings in patients with low-tone sudden deafness [J]. *Acta Otolaryngol*, 2010, 130(12):1324-1328.
- [21] Lammers MJW, Young E, Fenton D, et al. The prognostic value and pathophysiologic significance of three-dimensional fluid-attenuated inversion recovery (3D-FLAIR) magnetic resonance imaging in idiopathic sudden sensorineural hearing loss: A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Otolaryngol*, 2019, 44(6):1017-1025.
- [22] Li J, Wang M, Sun L, et al. The correlation analysis of intralabyrinthine haemorrhage magnetic resonance imaging with hearing loss and prognosis: A retrospective analysis of 207 cases [J]. *Clinical Otolaryngology*, 2019, 44(6):1096-1100.
- [23] Gürkov R. Menière and friends: imaging and classification of hydroptic ear disease [J]. *Otol Neurotol*, 2017, 38(10):e539-e544.
- [24] Inui H, Sakamoto T, Ito T, et al. Magnetic resonance imaging of endolymphatic space in patients with sensorineural hearing loss: comparison between fluctuating and idiopathic sudden sensorineural hearing loss [J]. *Acta Otolaryngol*, 2020, 140(5):345-350.
- [25] 师炎敏. 婴幼儿感音神经性耳聋患者内听道及神经 MRI 相关研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2015.
- [26] Escobar Castellanos M, de la Mata Navazo S, Carrón Bermejo M, et al. Association between neuroimaging findings and neurological sequelae in patients with congenital cytomegalovirus infection [J]. *Neurologia (Engl Ed)*, 2022, 37(2):122-129.
- [27] D'Esposito M. Introduction to functional magnetic resonance imaging [J]. *Ann Neurol*, 2002, 52(6):864.
- [28] Hu J, Cu J, Xu JJ, et al. The neural mechanisms of tinnitus: a perspective from functional magnetic resonance imaging [J]. *Front Neurosci*, 2021, 15:621145.
- [29] Uppenkamp S. Functional neuroimaging in hearing research and audiology [J]. *Z Med Phys*, 2021, 31(3):289-304.
- [30] Zimmerman B, Finnegan M, Paul S, et al. Functional brain changes during mindfulness-based cognitive therapy associated with tinnitus severity [J]. *Front Neurosci*, 2019, 13:747.
- [31] Röhl M, Uppenkamp S. Neural coding of sound intensity and loudness in the human auditory system [J]. *J Assoc Res Otolaryngol*, 2012, 13(3):369-379.
- [32] Behler O, Uppenkamp S. The representation of level and loudness in the central auditory system for unilateral stimulation [J]. *Neuroimage*, 2016, 139:176-188.
- [33] Choe IH, Yeo S, Chung KC, et al. Decreased and increased cerebral regional homogeneity in early parkinson's disease [J]. *Brain Res*, 2013, 1527:230-237.
- [34] 刘婕, 刘影. 采用 fMRI 研究感音聋儿相关脑区的 ALFF 及 ReHo 改变 [J]. *医学影像学杂志*, 2021, 31(1):5-11.

(收稿日期:2022-04-15;网络首发:2023-03-08)

本文引用格式:李智慧, 吕佳蕙, 马贤, 等. 感音神经性听力损失的 MRI 特征 [J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2023, 29(2):127-130. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202321429

Cite this article as:LI Zhihui, LV Jiahui, MA Xian, et al. MRI features of patients with sensorineural hearing loss [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2023, 29(2):127-130. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202321429