

Endolymphatic hydrops and perilymphatic enhancement on intravenous delayed-enhanced 3D-CUBE-FLAIR MRI of inner ear for differentiating Ménière's disease

WANG Jiahong, LIAO Xiaojun, ZHUANG Yuxiang, DENG Xiaojuan*
(Department of Radiology, The Third Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 401120, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of endolymphatic hydrops (EH) and perilymphatic enhancement (PE) on intravenous delayed-enhanced three-dimensional cube fluid-attenuated inversion recovery sequence (3D-CUBE-FLAIR) MRI of inner ear for differentiating Ménière's disease (MD) from other vertigo-associated inner ear diseases. **Methods** Inner ear delayed enhanced 3D-CUBE-FLAIR MRI data of 55 patients with dizziness were retrospectively analyzed. The patients were divided into MD group (19 cases with 20 affected ears) or non MD group (36 cases with 45 affected ears) according to MD clinical practice guidelines. EH and PE were evaluated, the ratio of EH, PE and EH + PE were calculated and compared between groups, and the differential diagnostic values were explored. **Results** In 20 affected ears of MD group, vestibular EH was observed in 15 ears (15/20, 75.00%), including 6 of I°, 6 of II° and 3 of III° EH, and cochlear EH was simultaneously noted in 6 ears, 3 with I° and 3 with II° EH. PE was detected in 10 ears (10/20, 50.00%), among which 9 (9/20, 45.00%) with EH. In 45 affected ears of non MD group, vestibular EH was found in 9 ears (9/45, 20.00%), among which 3 were found with cochlear EH simultaneously, 25 (25/45, 55.56%) with PE and 13.33% (6/45) with both EH and PE. Among 9 ears with vestibular EH (4 with I° and 5 with II°) in non MD group, 3 ears complicated with cochlear EH of I°. Significant differences of the proportion of EH and EH + PE were found between groups (both $P < 0.05$). The sensitivity of EH, PE and EH + PE for differentiating MD from other vertigo-associated inner ear diseases was 75.00%, 50.00% and 45.00%, respectively, and the specificity was 80.00%, 44.44% and 86.67%, respectively. **Conclusion** EH and PE on inner ear intravenous delayed-enhanced 3D-CUBE-FLAIR MRI were helpful for differentiating MD from other vertigo-associated inner ear diseases.

[Keywords] Ménière disease; ear, inner; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2023.10.012

经静脉内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI 内淋巴积水与外淋巴强化鉴别诊断梅尼埃病

王佳红, 廖小君, 庄羽翔, 邓晓娟*
(重庆医科大学附属第三医院放射科, 重庆 401120)

[摘要] **目的** 观察经静脉内耳延迟增强三维快速液体衰减反转恢复序列(3D-CUBE-FLAIR)MRI 所示内淋巴积水(EH)和外淋巴强化(PE)鉴别梅尼埃病(MD)与其他眩晕相关内耳疾病的价值。**方法** 回顾性分析 55 例眩晕患者内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI, 根据 MD 临床实践指南将其分为 MD 组($n=19$)及非 MD 组($n=36$), 分别包含 20 及 45 只患

[基金项目] 重庆市临床重点专科建设项目(SLCZDZK202202)。

[第一作者] 王佳红(1992—), 女, 四川成都人, 硕士, 医师。研究方向: 头颈部影像诊断。E-mail: wangjiahong1127@163.com

[通信作者] 邓晓娟, 重庆医科大学附属第三医院放射科, 401120。E-mail: xiaoxue_1104@163.com

[收稿日期] 2023-05-06 **[修回日期]** 2023-09-17

耳;评估 EH 及 PE 并计算其占比,比较组间差异,分析其鉴别诊断价值。**结果** MD 组 20 只患耳中,15 只(15/20, 75.00%)存在前庭 EH,包括 I°、II°EH 各 6 只及 III°EH 3 只,其中 6 只同时存在耳蜗 EH(I°、II°EH 各 3 只);10 只(10/20, 50.00%)可见 PE,其中 9 只(9/20, 45.00%)同时可见 EH 及 PE。非 MD 组共 45 只患耳中,9 只(9/45, 20.00%)存在前庭 EH,包括 4 只 I°、5 只 II°EH,其中 3 只同时存在耳蜗 I°EH;25 只(25/45, 55.56%)可见 PE,其中 6 只(6/45, 13.33%)同时存在 EH 及 PE。组间 EH 占比及同时出现 EH+PE 占比差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。以 EH、PE 及 EH+PE 鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病的敏感度分别为 75.00%、50.00%及 45.00%,特异度分别为 80.00%、44.44%及 86.67%。**结论** 经静脉内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI EH 和 PE 征象有助于鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病。

[关键词] 梅尼埃病;耳,内;磁共振成像

[中图分类号] R764.33; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2023)10-1497-05

梅尼埃病(Ménière's disease, MD)是以发作性眩晕、耳鸣和听力下降为特征的临床综合征,患病率为 50/100 000~200/100 000,常见于 40~60 岁^[1],可分为确定 MD 和可能 MD;眩晕为发作期典型症状,但临床难以借此与其他眩晕相关内耳疾病相鉴别。内淋巴积水(endolymphatic hydrops, EH)是 MD 常见病理改变,亦可见于突发性耳聋、迟发性膜迷路积水及健康耳等^[2]。经静脉内耳延迟增强 MRI 是目前唯一能直接显示活体 EH 的无创 MR 技术^[3]。近期研究^[4]发现,外淋巴强化(perilymphatic enhancement, PE)或可作为诊断 MD 的新指标。本研究观察经静脉内耳延迟增强三维快速液体衰减反转恢复序列(three-dimensional cube fluid-attenuated inversion recovery, 3D-CUBE-FLAIR)MRI 所示 EH 及 PE 用于鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2020 年 10 月—2022 年 10 月重庆医科大学附属第三医院因眩晕就诊并接受经静脉内耳延迟增强 MR 检查的 55 例患者,男 13 例、女 42 例,年龄 20~85 岁、平均(51.7±14.7)岁。纳入标准:①年龄≥18 岁;②临床资料完整。排除标准:①内耳手术史;②中枢性眩晕;③MR 图像质量差。根据 2020 年版 MD 临床实践指南^[1]将患者分为 MD 组($n=19$)和非 MD 组($n=36$):MD 组男 4 例、女 15 例,年龄 30~84 岁、平均(55.4±13.4)岁,其中 1 例双耳受累、18 例单耳受累(共 20 只患耳);非 MD 组男 9 例、女 27 例,年龄 20~85 岁、平均(49.7±15.1)岁,其中 9 例双耳、27 例单耳受累(共 45 只患耳)。见表 1。本研究经院伦理委员会批准[2021 年医疗伦审第(12)号]。

1.2 仪器与方法 采用 GE Discovery 750W 3.0T MR 仪、头颈联合 16 通道相控阵线圈行双耳扫描。嘱患者仰卧、头先进,行常规耳部平扫,层厚 1 mm;之后于经静脉注射钆喷酸葡胺(Gd-DOTA,恒瑞医药)

表 1 MD 组与非 MD 组患耳 EH、PE 状态

临床诊断	患耳(只)	EH(只)		PE(只)	
		阳性	阴性	阳性	阴性
MD 组($n=20$)					
确定 MD	18	15	3	10	8
可能 MD	2	0	2	0	2
非 MD 组($n=45$)					
突发性耳聋	17	2	15	13	4
良性阵发性位置性眩晕	9	0	9	1	8
前庭神经炎	6	0	6	2	4
迟发性膜迷路积水	5	5	0	4	1
感音神经性耳聋	4	0	4	3	1
迷路炎	2	1	1	2	0
前庭性偏头痛	1	0	1	0	1
慢性中耳乳突炎	1	1	0	0	1

0.2 mmol/kg 体质量 4~6 h 后行内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR 序列扫描,TR 8 000 ms,TE 130 ms, TI 2 240 ms,回波链 160,矩阵 384×256,激励次数 4,层厚 1 mm,FOV 20 cm×16 cm,扫描时间 5 min 56 s。

1.3 分析图像 由 2 名头颈部影像学诊断医师独立评估图像,意见存在分歧时经协商达成一致。

1.3.1 半定量评估 EH 采用文献^[4]简化评分法评估 EH。3 分法目测耳蜗 EH:①正常,中阶极低限度可见,并于前庭阶与鼓阶之间形成分隔;②I°积水,中阶在前庭阶形成黑色结节状分隔;③II°积水,受中阶挤压,前庭阶完全不可见。4 分法目测前庭 EH:①正常,球囊与椭圆囊可分,且二者面积之和小于前庭的 1/2;②I°积水,球囊面积≥椭圆囊面积,二者可分;③II°积水,球囊与椭圆囊融合,前庭外淋巴可见;④III°积水,球囊与椭圆囊扩大、融合,前庭外淋巴不可见。

1.3.2 视觉及定量评估 PE 视觉评估 PE:相比对侧无症状耳,患耳外淋巴信号强度更高,或外淋巴视觉强化水平与急性血-淋巴屏障破坏/急性炎症相符合^[5],即 PE(图 1A)。定量评估:分别于耳蜗底周、前庭及水平半规管最大层面及同层面脑干勾画 0.5 mm² ROI,

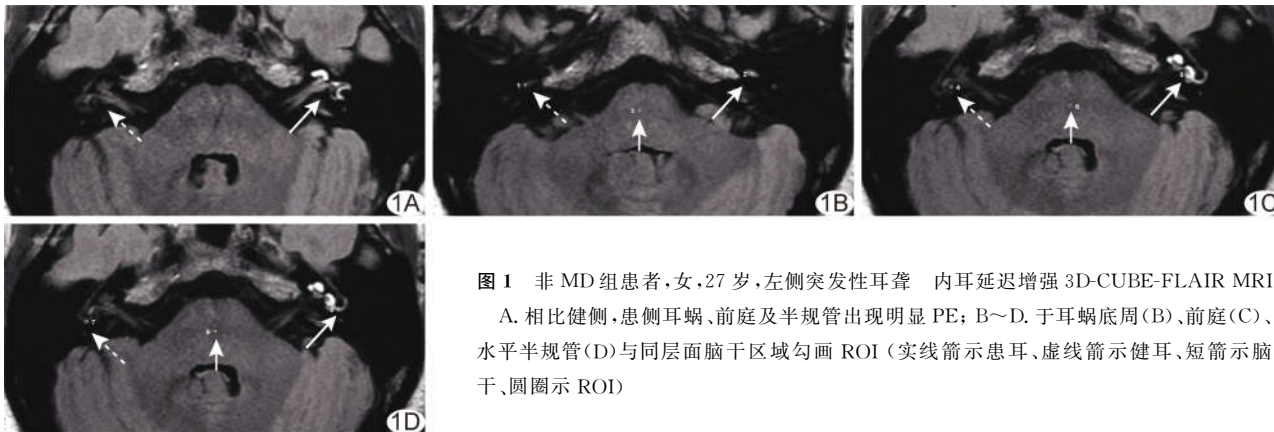


图 1 非 MD 组患者,女,27 岁,左侧突发性耳聋 内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI A. 相比健侧,患侧耳蜗、前庭及半规管出现明显 PE; B~D. 于耳蜗底周(B)、前庭(C)、水平半规管(D)与同层面脑干区域勾画 ROI (实线箭示患耳、虚线箭示健耳、短箭示脑干、圆圈示 ROI)



图 2 MD 组患者,女,63 岁,右侧 MD,内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI A~C. 不同层面显示,相比健侧,患侧耳蜗(实线箭)、前庭(虚线箭)及半规管(短箭)可见 PE; 患侧耳蜗中周(弯箭)见边缘小球状充盈缺损,耳蜗 I°积水; 患侧前庭(虚线箭)球囊与椭圆囊扩大并融合,前庭外淋巴可见,前庭 II°积水

测量各区域信号强度 3 次,取平均值(ROI_{mean});计算信号强度比(signal intensity ratio, SIR): $SIR = \text{耳蜗底周/前庭/水平半规管 } ROI_{mean} / \text{脑干 } ROI_{mean}$ (图 1B~1D)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 26.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示符合正态分布的计量资料,组间行独立样本 t 检验;以中位数(上下四分位数)表示偏态分布计量资料,组间行 Mann-Whitney U 检验。采用 χ^2 检验比较计数资料。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 EH 与 PE MD 组 20 只患耳中,15 只(15/20, 75.00%)存在前庭 EH,包括 I°、II° EH 各 6 只及 III° EH 3 只,其中 6 只同时存在耳蜗 EH(I°、II° EH 各 3 只);10 只(10/20, 50.00%)可见 PE,其中 9 只(9/20, 45.00%)同时可见 EH 及 PE。见图 2 及表 1、2。

非 MD 组共 45 只患耳中,9 只(9/45, 20.00%)存在前庭 EH,包括 4 只 I°、5 只 II° EH,其中 3 只同时存在耳蜗 I° EH;25 只(25/45, 55.56%)可见 PE,其中 6 只(6/45, 13.33%)同时存在 EH 及 PE。见图 3 及表 1、2。

组间 EH 占比及同时出现 EH+PE 占比差异均有统计学意义($\chi^2 = 17.984, 7.822, P < 0.001, P = 0.005$),而 PE 占比差异无统计学意义($\chi^2 = 0.172, P = 0.678$)。

表 2 MD 组与非 MD 组患耳 EH

部位	EH(只)			
	正常	I°积水	II°积水	III°积水
MD 组(n=20)				
耳蜗	14	3	3	—
前庭	5	6	6	3
非 MD 组(n=45)				
耳蜗	42	3	0	—
前庭	36	4	5	0



图 3 非 MD 组患者,女,27 岁,左侧突发性耳聋,内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI 患侧前庭(实线箭)球囊与椭圆囊分开,且二者面积之和小于前庭的 1/2,耳蜗(虚线箭)中阶极低限度可见;前庭及耳蜗均未见 EH 而可见 PE

2.2 EH、PE 诊断 MD 以 EH、PE 及 EH+PE 鉴别 MD 与眩晕相关其他内耳疾病的敏感度分别为 75.00%、50.00%及 45.00%,特异度分别为 80.00%、44.44%及 86.67%。见表 3。

表 3 EH、PE 鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病的价值(%)

征象	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
EH	75.00	80.00	62.50	87.80
PE	50.00	44.44	28.57	66.67
EH+PE	45.00	86.67	60.00	78.00

表 4 单侧 MD 与单侧非 MD 患者患耳与健耳不同部位 PE 的 SIR 值及比较结果

部位	患耳	健耳	t/Z 值	P 值
MD 组 (n=18)				
耳蜗底周	1.50±0.63	1.30±0.45	-0.147	0.281
前庭	1.35±0.64	1.38±0.46	1.095	0.884
半规管	0.91±0.42	0.75±0.33	1.208	0.235
非 MD 组 (n=27)				
耳蜗底周	1.56(1.15, 2.42)	1.15(0.81, 1.41)	-2.777	0.005
前庭	1.88(1.31, 2.21)	1.06(0.91, 1.52)	-3.088	0.002
半规管	1.02(0.79, 1.43)	0.80±0.36	-2.846	0.004

2.3 单侧耳 PE 定量评估 MD 组患耳与健耳不同部位 PE SIR 值差异均无统计学意义(P 均>0.05), 而非 MD 组差异均有统计学意义(P 均<0.05)。见表 4。

3 讨论

经静脉内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR 序列是目前常用的内淋巴成像 MR 序列, 具有采集时间较短、对低浓度对比剂敏感性高的特点, 能无创显示 EH 及评估血-膜迷路屏障受损[6]。

本研究发现 MD 组 75.00% (15/20) 患耳存在 EH, 稍低于既往研究[5,7-9] 结果(87.5%~93.8%), 可能与本研究 MD 组纳入了“可能 MD”患者有关; van STEEKELENBURG 等[5] 报道, 眩晕相关其他内耳疾病患耳 EH 出现率较低[7.03% (9/128)], 本研究非 MD 组 20.00% (9/45) 患耳可见 EH。MD 内耳积水首先发生于耳蜗, 之后累及球囊、椭圆囊及半规管。本研究 MD 组所有内耳积水均累及前庭, 其中 30.00% (6/20) 同时存在耳蜗和前庭 EH, 可能与 3D-CUBE-FLAIR 序列对耳蜗 EH 相对不敏感有关, 与既往研究[5,8] 结果一致。3D-CUBE-FLAIR 序列中, 耳蜗周围骨质和内淋巴间隙均呈低信号, 且边界模糊, 同时, 耳蜗处内淋巴体积小, 其轻度 EH 难以识别, 而前庭内椭圆囊及球囊体积较大且形状较规整, 使得前庭 EH 更易识别。影像学诊断 MD、特别是轻度或早期病例时, 应结合 EH 外其他征象, 以提高诊断准确率。

本研究 MD 组 50.00% (10/20) 患耳经视觉判断存在 PE, 而定量评估结果显示患耳耳蜗底周、前庭及半规管 PE SIR 与健耳无明显差异; 分析原因, 可能

MD 患者普遍存在不同程度内耳积水, 尤其在前庭 III° 积水情况下椭圆囊与球囊扩张融合, 无法准确评估外淋巴间隙[4] 而引起测量误差。本研究 MD 组 3 只患耳存在前庭 III° 积水。既往研究[6] 发现, 在听神经瘤、前庭迷路炎及突发性感音神经听力损失等疾病情况下, 血-迷路屏障损伤可致患耳外淋巴明显强化; 77.14% (27/35) 单侧突发性耳聋患者存在迷路强化现象[10]。本研究非 MD 组 55.56% (25/45) 患耳可见 PE, 特别在突发性耳聋患者中, PE 占比高达 76.47% (13/17),

提示仅据 PE 无法有效鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病。

既往文献[5] 报道, EH+PE 联合诊断 MD 具有一定价值。本研究 MD 组患耳同时出现 EH 和 PE 者占比为 45.00% (9/20), 而非 MD 组仅为 13.33% (6/45), 且见于突发性耳聋、迟发性膜迷路积水及迷路炎。迟发性膜迷路积水与 MD 病理改变相似, 但临床表现为极重度感音神经性听力损失, 经过潜伏期出现膜迷路积水症状[11]。本研究迟发性膜迷路积水患耳中, 80.00% (4/5) 同时可见 EH 和 PE, 提示其可能存在血-迷路屏障损伤; 17 只突发性耳聋患耳中, 13 只 (13/17, 76.47%) 可见 PE, 但仅 11.76% (2/17) 存在内耳积水, 即此类患者同时存在 EH 和 PE 征象的概率较低。根据以上结果, 依据 EH 可较好地鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病, 而 PE 鉴别价值有限; EH+PE 可提高诊断特异度。

综上所述, 经静脉内耳延迟增强 3D-CUBE-FLAIR MRI 所示 EH 和 PE 有助于鉴别 MD 与其他眩晕相关内耳疾病。但本研究样本量较小, 数据均为人工测量, 且未对 EH 程度与听力学指标进行相关性分析, 缺乏病理学证据, 有待后续进一步完善。

[参考文献]

[1] BASURA G J, ADAMS M E, MONFARED A, et al. Clinical practice guideline: Ménière's disease executive summary [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2020, 162(4):415-434.

[2] LIN K T, LU C J, YOUNG Y H. Magnetic resonance imaging: Role on diagnosing all types of endolymphatic hydrops [J]. J

- Formos Med Assoc, 2022, 121(7):1325-1333.
- [3] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会, 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会. 内耳内淋巴积水磁共振影像评估中国专家共识(2020)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 55(9):809-813.
- [4] BERNAERTS A, VANSPAUWEN R, BLAIVIE C, et al. The value of four stage vestibular hydrops grading and asymmetric perilymphatic enhancement in the diagnosis of Menière's disease on MRI[J]. *Neuroradiology*, 2019, 61(4):421-429.
- [5] van STEEKELBURG J M, van WEIJNEN A, de PONT L M H, et al. Value of endolymphatic hydrops and perilymph signal intensity in suspected Ménière disease [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(3):529-534.
- [6] KIM T Y, PARK D W, LEE Y J, et al. Comparison of inner ear contrast enhancement among patients with unilateral inner ear symptoms in MR images obtained 10 minutes and 4 hours after gadolinium injection[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2015, 36(12):2367-2372.
- [7] 时媛, 叶玉芳, 潘宝根, 等. 梅尼埃病的内淋巴积水和积水程度在 3D CUBE FLAIR MRI 中的显影分析[J]. *临床放射学杂志*, 2021, 40(1):36-40.
- [8] 赵鹏举, 刘阳, 赵丹珩, 等. 内耳 3D-FLAIR 序列 MRI 造影显示梅尼埃病患者内淋巴积水的效果[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2019, 27(2):181-183.
- [9] 张卫东, 谢佳培, 朱静怡, 等. 比较 3D-FLAIR 图像与 hT2W-3D-FLAIR 序列不同反转时间融合图像评估梅尼埃病膜迷路积水[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(11):1624-1628.
- [10] 王紫仪, 林毅, 索红娜, 等. 单侧突发性聋患者迷路多参数 MRI 信号分析[J]. *中华放射学杂志*, 2021, 55(8):829-834.
- [11] 熊海霞, 刁明芳. 迟发性膜迷路积水的诊断及治疗进展[J]. *国际耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2022, 46(6):344-348.

《中国医学影像技术》被数据库收录及获奖情况

《中国医学影像技术》杂志是由中国科学院主管, 中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊, 被数据库收录及获奖情况如下:

百种中国杰出学术期刊(2010、2011 年)

中国精品科技期刊

CAJ-CD 规范获奖期刊

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

中国科学引文数据库核心期刊

《中文核心期刊要目总览》收录期刊

荷兰《医学文摘》收录源期刊

WHO《西太平洋地区医学索引》(WPRIM)来源期刊

《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JSTChina)收录期刊