

## 论 著

## 三维快速液体衰减反转恢复序列(3D-FLAIR)在突发性耳聋临床诊断中的应用价值分析\*

赵志光<sup>1,\*</sup> 李晓旭<sup>2</sup> 李萌萌<sup>1</sup>  
李晓兰<sup>1</sup> 薛建琛<sup>1</sup>

1.张家口市第二医院CT室

(河北 张家口 075000)

2.张家口市第五医院急诊科

(河北 张家口 075051)

【摘要】目的 分析三维快速液体衰减反转恢复序列(3D-FLAIR)在突发性耳聋(SD)临床诊断中的应用价值。方法 选取2022年5月-2023年5月我院收治的84例SD患者为研究对象,所有患者均接受3D-FLAIR检查及常规实验室检查[纯音听阈测试、耳蜗电图、前庭诱发肌源性电位(VEMP)等],依据3D-FLAIR检查结果分为内耳正常组和内耳异常组,其中内耳异常组包括内耳异常A组(血迷路屏障渗出)和内耳异常B组(血迷路屏障破坏),探究3D-FLAIR在SD临床诊断中的应用价值,并分析SD患者不同3D-FLAIR检查结果的听力损失情况、前庭功能损伤情况及疗效分布情况。结果 耳蜗电图、VEMP及3D-FLAIR检查对SD患者内耳异常检查的阳性率差异有统计学意义( $P<0.05$ ),且3D-FLAIR检查的阳性率明显高于耳蜗电图、VEMP检查( $P<0.05$ )。84例SD患者中,听力损失程度中以极重度听力损失为主(44例,占比52.38%),听力曲线类型中以全聋型为主(43例,占比51.19%);3D-FLAIR显示异常有78例,其中A组有12例(内耳异常A组),B组有66例(内耳异常B组);3组间听力损失程度分布差异无统计学意义( $P>0.05$ ),听力曲线类型分布差异有统计学意义( $P<0.05$ )。84例SD患者中,VEMP显示异常有62例(73.81%),HIT显示异常有29例(34.52%),VAT显示异常60例(71.43%),冷热试验显示异常有54例(64.29%);3组间VEMP、VAT及冷热试验异常分布比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。84例SD患者中,痊愈12例(14.29%),显效19例(22.62%),有效20例(23.81%),无效33例(39.28%);3组间疗效分布差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 3D-FLAIR有助于了解SD患者内耳病理状态,对内耳异常有更高检出率,可用于SD的辅助诊断以提高治疗方案的有效性。

【关键词】三维快速液体衰减反转恢复序列;  
突发性耳聋;磁共振成像;  
纯音听阈测试;耳蜗电图

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河北省卫生健康委科研  
基金项目(20190308)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.09.012

## Analysis of Application Value of Three-dimensional Fluid-attenuated Inversion Recovery Sequence (3D-FLAIR) in the Clinical Diagnosis of Sudden Deafness\*

ZHAO Zhi-guang<sup>1,\*</sup>, LI Xiao-xu<sup>2</sup>, LI Meng-meng<sup>1</sup>, LI Xiao-lan<sup>1</sup>, XUE Jian-chen<sup>1</sup>.

1.CT Room, Zhangjiakou Second Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei Province, China

2.Department of Emergency, Zhangjiakou Fifth Hospital, Zhangjiakou 075051, Hebei Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the application value of three-dimensional fluid-attenuated inversion recovery sequence (3D-FLAIR) in the clinical diagnosis of sudden deafness (SD). **Methods** 84 patients with SD admitted to our hospital from May 2022 to May 2023 were selected as the study subjects, and underwent 3D-FLAIR examination and routine laboratory examinations [pure tone threshold test, electrocochleogram, vestibular evoked myogenic potential (VEMP)]. The patients were divided into normal inner ear group and abnormal inner ear group according to 3D-FLAIR results. The abnormal inner ear group included abnormal inner ear group A (exudation of blood labyrinth barrier) and abnormal inner ear group B (destruction of blood labyrinth barrier). The application value of 3D-FLAIR in the clinical diagnosis of SD was explored, and the hearing loss, vestibular function impairment and efficacy distribution of SD patients with different 3D-FLAIR examination results were analyzed. **Results** There was a significant difference in the positive rate of abnormal inner ear in SD patients among electrocochleogram, VEMP and 3D-FLAIR ( $P<0.05$ ), and the positive rate of 3D-FLAIR was significantly higher than that of electrocochleogram and VEMP ( $P<0.05$ ). Among the 84 SD patients, the degree of hearing loss was mainly severe hearing loss (44 cases, 52.38%), and the type of hearing curve was mainly total hearing loss (43 cases, 51.19%). There were 78 cases with abnormalities in 3D-FLAIR, including 12 cases in group A (abnormal inner ear group A) and 66 cases in group B (abnormal inner ear group B). There was no statistically significant difference in hearing loss degree distribution among the three groups ( $P>0.05$ ), but there was a statistical difference in hearing curve type distribution among the three groups ( $P<0.05$ ). Among the 84 SD patients, 62 abnormal cases (73.81%) were shown by VEMP, 29 abnormal cases (34.52%) by HIT, 60 abnormal cases (71.43%) by VAT, and 54 cases abnormal (64.29%) by caloric test. There was a statistical significance in abnormal distribution of VEMP, VAT and caloric test among the three groups ( $P<0.05$ ). Among the 84 SD patients, there were 12 cured cases (14.29%), 19 markedly effective cases (22.62%), 20 effective cases (23.81%) and 33 ineffective cases (39.28%). The distribution of efficacy revealed a statistical significance among the three groups ( $P<0.05$ ). **Conclusion** 3D-FLAIR is helpful to understand the pathological status of inner ear in SD patients, and has a high detection rate of inner ear abnormality, and it can be used in the auxiliary diagnosis of SD to improve the effectiveness of treatment regimen.

**Keywords:** Three-dimensional Fluid-attenuated Inversion Recovery Sequence; Sudden Deafness; Magnetic Resonance Imaging; Pure Tone Threshold Test; Electrocochleogram

突发性耳聋(sudden deafness, SD)是指听力突然下降超过20dBHL的一种感音神经性听力损失,可伴有耳鸣、眩晕、耳周感觉异常等症状,是耳鼻喉科与内耳相关的常见疾病之一,对患者日常生活、工作、心理健康等均会造成严重影响<sup>[1]</sup>。目前,该病的病因及发病机制尚不明确,加之内耳位置深,结构微小又精细,常规的影像学检查不易直观了解其结构和功能上的改变,是以SD在诊断上仍主要依靠听力及前庭功能检查,但干扰因素多,特异性差<sup>[2]</sup>。研究发现,三维快速液体衰减反转恢复序列(three-dimensional FLAIR, 3D-FLAIR)可显示及分辨内耳微细结构,且敏感性高、可操作性强,对临床诊断内耳疾病有较大的参考意义,但将其用于SD诊断中的研究仍较少<sup>[3]</sup>。为此,本研究旨在分析3D-FLAIR在SD临床诊断中的应用价值,现报道如下。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年5月至2023年5月我院收治的84例SD患者为研究对象。

纳入标准:符合SD诊断标准<sup>[4]</sup>,即72h内听力突然下降至少20dBHL,且原因不明,无其他脑神经症状,可伴耳鸣、眩晕、耳周感觉异常等症状;单侧发病;入院后均接受3D-FLAIR检查及常规实验室检查[纯音听阈测试、耳蜗电图、前庭诱发肌源性电位(VEMP)等]。已签署知情同意书。排除标准:合并其他内耳疾病如中耳炎、内耳畸形、听神经瘤等患者;噪音、头部外伤、药物等引起的听力损失;妊娠期、哺乳期妇女;合并严重高血压、糖尿病、内科疾病及精神疾病患者;对造影剂过敏或有幽闭恐惧症患者。纳入患者中男40例,女44例;左侧患耳47例,右侧患耳37例;年龄19~75岁,平均(46.57±14.02)岁;患病时间2~6d,平均(4.02±0.93)d;13例有伴眩晕,55例伴有耳鸣。

## 1.2 方法

1.2.1 听力学检查 患者均于就诊时接受听力测试以评估听力损失情况及分型,测试方

【第一作者】赵志光,男,主治医师,主要研究方向:零回波ZTE序列在乙状窦起始中的应用。E-mail: 283303384@qq.com

【通讯作者】赵志光

法主要包括纯音听阈测试和耳蜗电图检查，纯音听阈测试中听力损失程度分为听力正常(听力下降≤25dBHL)、轻度听力损失(听力下降26~40dBHL)、中度听力损失(听力下降41~60dBHL)、重度听力损失(听力下降61~80dBHL)、极重度听力损失(听力下降≥80dBHL)4个等级<sup>[5]</sup>；听力曲线类型分为低频下降型、高频下降型、平坦下降型、全聋型；耳蜗电图检查中-SP/AP比值>0.40为阳性判断标准，提示为内耳异常<sup>[6]</sup>。

1.2.2 前庭功能检查 患者均于就诊时行前庭功能检查以评估前庭功能损伤情况，测试方法主要采用VEMP、头脉冲试验(HIT)、前庭自旋转试验(VAT)、冷热试验等，以VEMP结果为阳性判断标准，即两侧电位幅度之比≥1.61或不对称性≥0.29<sup>[7]</sup>。

1.2.3 3D-FLAIR检查 于患者入院3d内采用西门子3.0T超导型磁共振成像仪(64通道头部线圈)先进行磁共振平扫，扫描内容包括：快速自旋回波(FSE)序列T<sub>1</sub>加权像(T<sub>1</sub>WI)，TR 700ms，TE 22ms，层厚2mm，矩阵256×256；FSE序列T<sub>2</sub>加权像(T<sub>2</sub>WI)，TR 3000ms，TE 90ms，层厚2mm，矩阵300×232；内耳迷路水成像，序列为驱动平衡自旋回波，TR 1600ms、层厚0.8mm，矩阵300×300。平扫结束后再进行3D-FLAIR增强扫描，具体为：经肘前静脉用高压注射器注入对比剂钆喷酸葡胺注射液(剂量为0.1 mmol/kg)，随后注入适量生理盐水(20mL)，注射流率均为2.0 mL/s。对比剂注射结束后，分别于即刻、延迟8h后采集横断面T<sub>1</sub>WI(TR 716ms，TE 10ms，层厚2mm，矩阵256×256)、3D-FLAIR序列(TR 4800ms、TE 446ms、TI 1750ms，层厚1.2mm，矩阵266×256)。

1.2.4 图像分析及分组 扫描结束后所有图像上传至syngo工作站，由2名医师(1名名高年资放射科医师+1名高年资耳鼻喉科医师)采用双盲法共同阅片以评估内耳信号异常情况，并依据3D-FLAIR检查结果进行分组，分为内耳正常组(内耳显示无异常信号)和内耳异常组，其中内耳异常组包括内耳异常A组(血迷路屏障渗出，MRI平扫信号正常，3D-FLAIR增强扫描有异常强化信号)和内耳异常B组(血迷路屏障破坏，MRI平扫呈高信号，3D-FLAIR增强扫描有异常强化信号)。内耳信号异常判断标准：参考对侧正常内耳信号强度(正常在MRI上为极低信号)，故患侧与

健侧信号相同或出现极低信号时为无异常，明显高亮信号或轻度升高均为异常。

1.2.5 疗效判定 根据SD诊治指南<sup>[7]</sup>对患者进行分型治疗，住院期间及出院后每两周进行1次听阈测试评估患者听力恢复情况，疗效判定依据为治疗后3个月的平均听阈，分为：痊愈：患耳恢复至健侧或正常听力水平；显效：患耳受损频率改善>30dB；有效：患耳受损频率改善15~30dB；无效：患耳受损频率改善<15dB。

1.3 统计学方法 采用SPSS 21.0统计学软件，计数资料以百分比(%)表示，两组对比行 $\chi^2$ 检验，以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3D-FLAIR诊断SD的价值分析 耳蜗电图、VEMP及3D-FLAIR检查对SD患者内耳异常检查的阳性率差异有统计学意义(P<0.05)，且3D-FLAIR检查的阳性率明显高于耳蜗电图、VEMP检查(P<0.05)。见表1。

2.2 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的听力损失情况分析 84例SD患者中，听力损失程度中以极重度听力损失为主(44例，占比52.38%)，听力曲线类型中以全聋型为主(43例，占比51.19%)；3D-FLAIR显示异常有78例，其中A组有12例(内耳异常A组)，B组有66例(内耳异常B组)；3组间听力损失程度分布差异无统计学意义(P>0.05)，听力曲线类型分布差异有统计学意义(P<0.05)。见表2。

2.3 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的前庭功能损伤情况分析 84例SD患者中，VEMP显示异常有62例(73.81%)，HIT显示异常有29例(34.52%)，VAT显示异常60例(71.43%)，冷热试验显示异常有54例(64.29%)；3组间VEMP、VAT及冷热试验异常分布比较差异均有统计学意义(P<0.05)。见表3。

2.4 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的疗效分析 84例SD患者中，痊愈12例(14.29%)，显效19例(22.62%)，有效20例(23.81%)，无效33例(39.28%)；3组间疗效分布差异有统计学意义(P<0.05)。见表4。

2.5 典型病例 患者，女性，32岁，主因左耳鸣，发现颈静脉球高位，达内听道水平。左侧桥小脑脚区占位，提示听神经瘤。患者3D-FLAIR影像图见图1。

表1 不同检查方法结果比较

检查方法	阳性	阴性	阳性率(%)	$\chi^2$ 值	P值
耳蜗电图	65	19	77.38	11.351	0.003
VEMP	62	22	73.81		
3D-FLAIR	78	6	92.86 <sup>ab</sup>		

注：与耳蜗电图比较，<sup>a</sup>P<0.05；与VEMP比较，<sup>b</sup>P<0.05。

表3 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的前庭功能损伤情况分析

组别	VEMP	HIT	VAT	冷热试验
内耳正常组(n=6)	2	1	3	3
内耳异常A组(n=12)	5	2	5	4
内耳异常B组(n=66)	55	26	52	47
$\chi^2$ 值	14.595	3.232	8.309	6.919
P值	0.001	0.199	0.016	0.031

表2 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的听力损失情况分析

项目	内耳正常组(n=6)	内耳异常A组(n=12)	内耳异常B组(n=66)	$\chi^2$ 值	P值
听力损失程度(n)					
轻度听力损失	1	0	4	9.598	0.143
中度听力损失	2	5	10		
重度听力损失	1	4	13		
极重度听力损失	2	3	39		
听力曲线类型(n)					
低频下降型	1	0	1	13.261	0.039
高频下降型	1	2	4		
平坦下降型	3	7	22		
全聋型	1	3	39		

表4 SD患者不同3D-FLAIR检查结果的疗效分析

组别	痊愈	显效	有效	无效
内耳正常组(n=6)	2	3	1	0
内耳异常A组(n=12)	2	5	4	1
内耳异常B组(n=66)	8	11	15	32
$\chi^2$ 值			14.059	
P值			0.029	



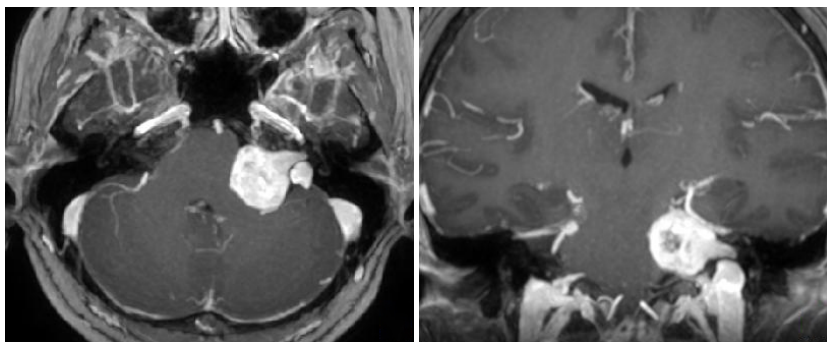


图1A-图1B SD患者3D-FLAIR影像图。1A 颈静脉球3D-FLAIR影像图；1B 桥小脑脚区3D-FLAIR影像图。

### 3 讨论

听觉是人最重要的感觉之一，一旦听觉感受器或听神经受损均会影响听觉感受，造成生存质量下降<sup>[8]</sup>。目前有关SD的病因存在多种学说，如内耳供血障碍学说、内淋巴积水、神经系统疾病、自身免疫学说、感染学说等，精神紧张、睡眠障碍、生活不规律、压力大、情绪波动等是其主要诱因<sup>[9]</sup>。其临床治疗主要依据听力曲线类型进行分型治疗，但不同类型有效率仍有10%~30%，且有研究发现血迷路屏障通透性增加的患者其预后较差<sup>[10]</sup>。因此更为全面的评估内耳结构病理变化，对提高SD患者检出和最佳治疗方案的制定具有重要意义。

文献显示，血迷路屏障可阻挡抗原、抗体，并分隔外周血循环和内耳膜迷路，进而减轻免疫应答对内耳造成的损伤，维持内耳微环境稳定，但这种防御作用均可能受到影响听力及前庭功能的因素如应激因素、氧自由基等干扰，导致内耳微循环紊乱加剧<sup>[11]</sup>。而常规实验室检查如纯音听阈测试、耳蜗电图、VEMP等虽能有效诊断SD，评估患者耳蜗和前庭功能，但不能提供直接的证据支持，促使内耳病理改变的定位、定性诊断极为困难，无法有的放矢的给予针对性治疗<sup>[12]</sup>。常规序列如T<sub>1</sub>W、T<sub>2</sub>W、水成像等虽能显示血迷路屏障信号的异常改变，但敏感度较低<sup>[13]</sup>。研究发现，3D-FLAIR能清晰显示内耳耳蜗与前庭等重要器官周围的淋巴区域，对显示内耳血迷路屏障破坏所引发的病变较为敏感<sup>[14]</sup>。本研究结果显示，3D-FLAIR检查对SD患者内耳异常检查的阳性率(92.86%)明显高于耳蜗电图检查(77.38%)、VEMP检查(73.81%)，与王明明等<sup>[15]</sup>报道基本相符，且依据3D-FLAIR检查结果发现，内耳正常组、内耳异常A组、内耳异常B组的听力曲线类型分布、前庭功能损伤情况分布及疗效分布差异有统计学意义，提示3D-FLAIR有助于了解SD患者内耳病理状态，提高内耳异常检出率，可用于SD的辅助诊断以提高治疗方案的有效性。分析原因，3D-FLAIR成像理论依据是经静脉注射的造影剂可渗透进入耳蜗、前庭等器官的外淋巴腔隙，促使外淋巴液在MRI上增强显影，从而清晰显示内、外淋巴间隙边界，而内耳局部组织中的水质子弛豫率在造影剂的影响下会发生改变以反映组织结构的形态学改变，故可达到直观观察血迷路屏障损伤情况的目的<sup>[16]</sup>。与只能提供辅助和相互印证依据的常规检查方法相比，3D-FLAIR解决了无法区分内外淋巴液的难题，可通过MRI影像上显示的不同信号观察内耳迷路屏障损伤情况及程度，从形态学方面为SD的诊断提供客观且直接的参考依据，可作为较理想的检查方法用于SD的临床诊断中<sup>[17]</sup>。

综上所述，3D-FLAIR有助于了解SD患者内耳病理状态，对内耳异常有更高检出率，可用于SD的辅助诊断以提高治疗方案的有效性。本研究亦有一定局限性，如样本量较少、研究及随访时间较短等，后续还需扩大样本进一步研究为3D-FLAIR在SD临床诊断中的应用提供更为可靠全面的参考价值。

### 参考文献

- [1] 张洁, 刘春丽, 齐智伟, 等. 舒血宁注射液联合常规治疗、甲泼尼龙对全聋型突发性耳聋患者的临床疗效[J]. 中成药, 2023, 45 (3): 1040-1043.
- [2] 高炜昱, 黄世斌, 吴玲芳. 突发性耳聋患者听力疗效、临床特征及预后影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43 (5): 1107-1110.
- [3] 陈敏, 侯洪伟, 庞秀红, 等. 经静脉注射造影剂行内耳相关疾病3D-FLAIR MRI的初步研究[J]. 东南大学学报(医学版), 2021, 40 (1): 96-100.
- [4] 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. 突发性聋诊断和治疗指南(2015)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 50 (6): 443-447.
- [5] 王瑶, 高雨婷, 张悦, 等. 老年性聋患者听力损失、认知功能下降和抑郁情绪的中介效应分析[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2023, 30 (4): 208-211.
- [6] 侯晓敏, 马琳琳, 王春燕, 等. 运动后突发性聋患者的临床特征及高压氧疗效[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2023, 30 (4): 474-478.
- [7] 张翔, 刘小璇, 杨鑫, 等. 前庭诱发肌源性电位对肯尼迪病脑干功能完整性的评估[J]. 中华医学杂志, 2022, 102 (4): 255-260.
- [8] 郭琳燕, 李梦洁, 程建梅, 等. 中青年突发性耳聋患者工作退缩行为现状及影响因素[J]. 护理学杂志, 2022, 37 (16): 60-64.
- [9] 陶然, 左敏, 柏杉, 等. 经颅重复针刺法结合电针治疗平坦下降型突发性耳聋: 随机对照试验[J]. 中国针灸, 2023, 43 (8): 932-936.
- [10] 王江盼, 刘颖, 罗安平. 常规疗程治疗效果不佳的突发性耳聋患者延长治疗临床观察[J]. 山东医药, 2021, 61 (33): 71-73.
- [11] 陈俊宏, 江英, 周利, 等. 连接蛋白在小鼠膜迷路积水模型中对耳蜗血-迷路屏障的影响[J]. 四川大学学报(医学版), 2022, 53 (2): 291-296.
- [12] 韩丽, 宋玉强. 80例突发性耳聋伴眩晕症临床特征、MRI影像学特点及临床转归分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20 (8): 41-43, 61.
- [13] 林毅, 张国伟, 王紫仪, 等. 基于三维液体衰减反转恢复序列静脉增强内耳膜迷路图像的定量评估方法评价内淋巴积水的对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56 (3): 231-235.
- [14] 王紫仪, 林毅, 杨本涛. 迷路炎致单侧突发性聋患者MRI多序列分析[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41 (12): 2176-2179.
- [15] 王明明, 孙晓, 胡娜, 等. 内耳血迷路屏障变化与特发性突发性聋患者临床特征及预后的相关性分析[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 57 (8): 937-942.
- [16] 张卫东, 谢培培, 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.
- [17] 韩永平, 张俊义, 刘磊, 等. 突发性聋患者内耳钆造影所见及临床分析[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 56 (7): 746-750.

(收稿日期: 2023-10-09)

(校对编辑: 韩敏求)