

DOI:10. 11798/j. issn. 1007 - 1520. 202524191

· 耳科疾病专栏 ·

## 20 例血管性耳鸣耳道音频检测分析

朱杭军<sup>1</sup>,徐卫峰<sup>2</sup>,王强<sup>3</sup>,朱旭祥<sup>2</sup>,袁江<sup>4</sup>

(1. 南京中医药大学附属无锡医院 耳鼻咽喉科,江苏 无锡 214000;2. 南京中医药大学附属无锡医院药物临床试验质量管理办公室,江苏 无锡 214000; 3. 无锡市益耳科技有限公司,江苏 无锡 214000;4. 南京中医药大学附属无锡医院 医学工程处,江苏 无锡 214000)

**摘要:** **目的** 通过对经耳道记录的血管性耳鸣音频文件分析,验证自主研发的客观性耳鸣检测仪功能,并提出经耳道血管性耳鸣检测方案。**方法** 通过自主研发的客观性耳鸣检测仪,对 20 例临床判断为血管性耳鸣的自愿者经耳道检测并记录耳鸣音频,回放获得患者认可的资料判断为有效音频,并通过软件分析其音频特点。**结果** 共检测了 20 例患有血管性耳鸣的自愿者,都能通过外耳道探头捕捉到音频文件,通过回放音频其中 17 例得到患者确认。**结论** 本研究自主研发的客观性耳鸣检测仪通过放置于外耳道的高灵敏度探头可以捕捉到大多数客观性耳鸣的音频,为一种新的客观性耳鸣检测方案,可为耳鸣的临床诊治提供帮助;血管性耳鸣具有典型的节律性,但本研究自主研发设备尚无法精准分辨动脉和静脉性耳鸣。

**关键词:**客观性耳鸣;血管性耳鸣;动脉性耳鸣;静脉性耳鸣

**中图分类号:**R764. 45

## Analysis of auditory canal audio detection in 20 cases of vascular tinnitus

ZHU Hangjun<sup>1</sup>, XU Weifeng<sup>2</sup>, WANG Qiang<sup>3</sup>, ZHU Xuxiang<sup>2</sup>, YUAN Jiang<sup>4</sup>

(1. Department of Otorhinolaryngology, Wuxi Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Wu Xi 214000, China; 2. GCP Office, Wuxi Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Wu Xi 214000, China; 3. Wuxi SITEK-YIER Hearing Technology CO. LTD, Wu Xi, 214000, China; 4. Department of Medical Engineering, Wuxi Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine, Wu Xi 214000, China)

**Abstract:** **Objective** To analyze the audio files of vascular tinnitus recorded through the ear canal, this paper verified the function of the self-developed objective tinnitus detector, and proposed a detection scheme for vascular tinnitus through the ear canal. **Methods** A self-developed objective tinnitus detector was used to detect and record tinnitus audio through the ear canal in 20 volunteers, who were clinically diagnosed as vascular tinnitus. The audio characteristics were analyzed through software. **Results** A total of 20 volunteers with vascular tinnitus were detected, all of whom were able to capture audio files through the external ear canal probe. Seventeen of the cases were confirmed by replaying the audio. **Conclusions** The self-developed objective tinnitus detector can capture the audio of most objective tinnitus through a high-sensitivity probe placed in the external ear canal, which is a new objective tinnitus detection scheme. It can help the clinical diagnosis and treatment of tinnitus. Vascular tinnitus has typical rhythmic characteristics, and our equipment is still unable to accurately distinguish between arterial and venous tinnitus.

**Keywords:** Objective tinnitus; Vascular tinnitus; Arterial tinnitus; Venous tinnitus

血管性耳鸣虽然在耳鸣患者中占比不高,但是其往往预示着患者有严重的潜在性疾病,甚至有可能导致严重后果,给患者带来巨大的风险<sup>[1-4]</sup>,遗憾的是目前对血管性耳鸣的研究和认识还不够深入,

检查及诊断手段还比较缺乏,现阶段临床上对于血管性耳鸣的诊断主要还是依靠影像学检查以及医师的临床判断<sup>[5-7]</sup>,尚缺乏客观的疾病严重程度和疗效判断标准。尽管从理论上讲血管性耳鸣具有声

源,应该是可以被捕捉的耳鸣,但实际上能精准记录客观性耳鸣并不容易,目前也仅有零星的报道<sup>[8-9]</sup>,为此我们自行研发了一款客观性耳鸣检测仪(已经收到专利权通知书,发文序号:2024061000051030),并对 20 例临床诊断为血管性耳鸣的志愿者做了经耳道测量,获取血管性耳鸣的音频文件,并进行简单的分析,现将结果报告如下,以期对血管性耳鸣的诊治提供一个参考思路。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究共收集 20 例患者,根据其临床表现及颈部血管按压初步诊断为血管性耳鸣,其中男 6 例,女 14 例;年龄 22 ~ 68 岁;均为单耳耳鸣,右耳 12 例,左耳 8 例。所有患者均签署经医院伦理委员会审核批准的“客观性耳鸣检测仪研发”知情同意书。

1.2 检测仪器硬件

电脑:操作系统(Windows 10),处理器(海光 3250 八核 16 线程基础频率 2.8GHz、加速频率 3.0 GHz),内存(基础内存 16G DDR4,支持扩展),独立显卡,创新 Audigy RX 声卡,10M/100M/1000M 自适应网卡,高灵敏度耳道内音频采集麦克风:以苏州敏芯微电子技术股份有限公司的 MSM261S4030H0R 高灵敏度麦克风为核心,配以耳塞及输入导线、处理器、USB 接口连接电脑。见图 1。



图 1 自主研发的客观性耳鸣检测仪

1.3 检测仪器软件

和益耳科技有限公司联合自行开发的软件系

统,已经取得软件著作权,证书号:软著登字第 11684922 号。

1.4 检测方法

为减少外界干扰,录音在静音室中进行,软件登陆录入患者信息后,鼠标点击选定患者,将音频采集麦克风置入需检测耳外耳道,尽量紧密贴合,点击菜单上录音选项,弹出录音界面,如果环境不够安静,可以先录制本底噪音,然后在录音选项上勾选去除噪音,选定录音侧别及时长,嘱患者尽量屏住呼吸,勿做吞咽动作,点击录制,即可完成一次录音操作。完成所有录音操作后可以点播放键,通过耳机或者音箱播放,让患者和自己听到的耳鸣声音相比较,选择正确的音频文件,予以标记。

2 结果

20 例患者均从外耳道获得音频文件,其中 17 例患者确认了捕获的音频文件,有 2 例患者表示不能确认,1 例患者明确否认获得的音频,后经辨别考虑为呼吸音,屏气重新测量未获得有效文件,具体结果如下。

2.1 典型表现

客观性耳鸣音频典型特点表现为节律性波幅震荡,具有明显的规律性(图 2),而正常耳表现为比较平稳的波形(图 3),可以明显看出血管性耳鸣的音频具有典型的节律性波形,而通过对比同一患者患耳和正常耳可以得到更为直观的感受(图 4、5),遗憾的是,由于早期经验不够,部分患者没有做双耳同时测定,资料收集不够完整。

对于后期的患者,我们均做了双耳的测定,发现有 1 例患者双耳均捕捉到节律性音频,但是仅表现为一侧血管性耳鸣(图 6)。从波形看似阳性耳节律性更为明显一些,但正常耳确实也表现为和患耳类似的节律性,重复测量,仍然是类似的结果。

2.2 未获得有效测试结果

刚开始测试时经验不足,低估了麦克风的灵敏度,没有让患者屏气进行测试,获得了假阳性结果,经患者判定非耳鸣音后,反复回放后发现为患者呼吸音,也表现为具有明显的节律性,后让患者屏气重新测试,没有获得有效的音频文件(图 7)。

2.3 存疑结果

共有 2 例患者出现了耳道记录的音频文件回放时能感受到节律性声音但是患者不能给出肯定答复(图 8)。

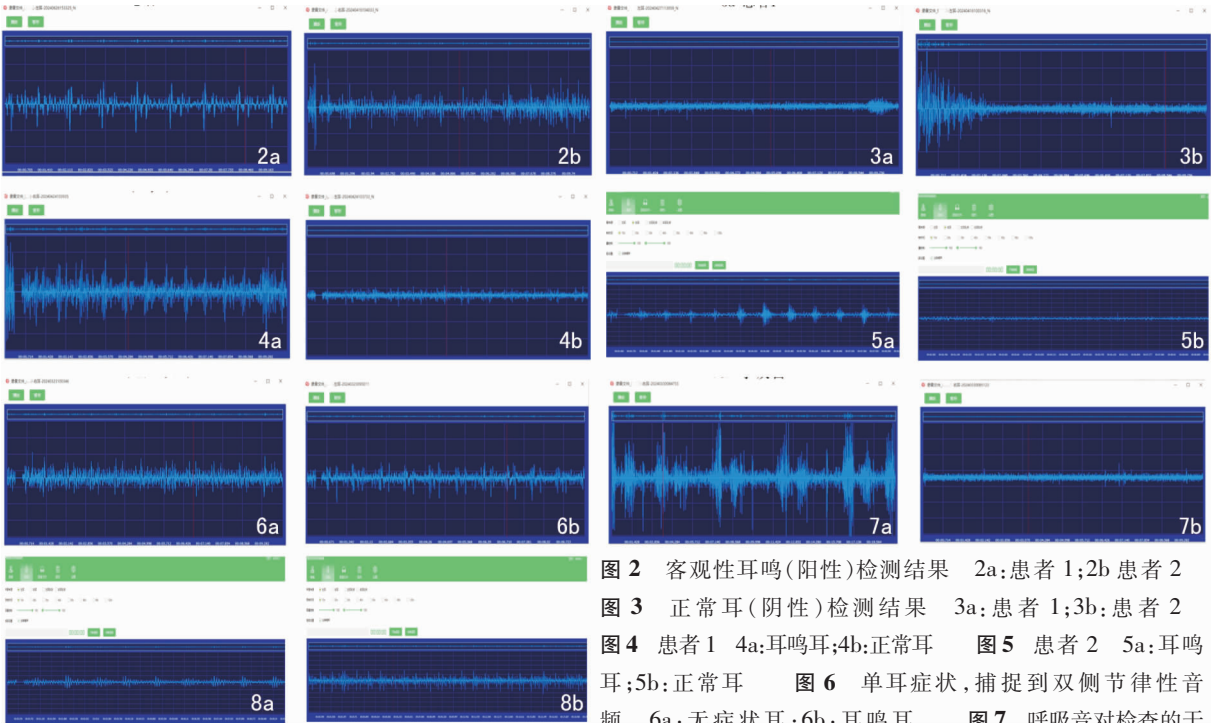


图 2 客观性耳鸣(阳性)检测结果 2a:患者 1;2b 患者 2  
图 3 正常耳(阴性)检测结果 3a:患者 1;3b:患者 2  
图 4 患者 1 4a:耳鸣耳;4b:正常耳 图 5 患者 2 5a:耳鸣耳;5b:正常耳  
图 6 单耳症状,捕捉到双侧节律性音频 6a:无症状耳;6b:耳鸣耳 图 7 呼吸音对检查的干扰 7a:呼吸音;7b:屏气后检测正常

3 讨论

3.1 血管性耳鸣检测影响因素及注意事项

理论上讲既然血管性耳鸣有声源,就应该能够检测到,但实际上血管性耳鸣的检测并不容易,诸多因素都影响检测结果:①患者耳鸣严重程度。对于仅能在极其安静环境下方能感受到耳鸣的患者检测相当困难,2 例患者没有检测到确切的耳鸣音,因为降噪获得的声音虽然灵敏度足够,但是没有特异性,不能得到患者认可,降噪后则无法获得有效的音频。②检测环境要足够安静,因为耳道麦克风的灵敏度很高,周围环境噪音影响较大。③医师检测经验。首先要能从音频特点上大致判断是否为有效音频,如果明显异常则要检查耳道麦克风有没有和患者外耳道紧密贴合,另外检测之前嘱患者屏气,勿做吞咽动作,尽量保持不动,因为这些都能给检测带来误差;每次检测时间不超过 20 s,否则很难保证患者配合良好。

3.2 检测结果分析

典型结果:指符合预期的检测结果,也就是患耳能够记录到比较完美的搏动性音频并获得患者认可,正常耳表现为平稳的没有明显搏动的波形,这也能够很好地和血管性耳鸣特点相契合,因此当一个

患者得到这样的检测结果(图 4、5)时我们基本上可以肯定血管性耳鸣的存在和检测结果的可靠,但是由于我们早期没有检测经验,部分患者没有做双耳的检测,这样的检测结果在所有做了双耳检测且判断为有效结果的患者中占了大多数(9/11)。对存疑结果分析原因可能是检测不准确导致,也可能和患者对自身耳鸣认识程度有关。特殊情况:有 1 例患者患耳记录到有效音频,同时正常耳也记录到搏动性音频,反复测试,结果基本相同,考虑有几种可能:①所谓正常耳可能听力存在轻度异常;②疾病早期,其搏动性耳鸣声强还不够大;③是否有某种我们不了解的调节机制在起作用,还需反复验证。

3.3 音频特点能否区分责任血管

分析音频文件的特点能否确认血管性耳鸣来源?理论上动脉和静脉来源的血管性耳鸣音频特点应该是有所区别的,它们应该有不同的搏动幅度、音频宽度等,在开发设备之初我们还特地研发了体表探头,期望能够通过体表获得患者动静脉搏动音频特点,和耳道获得的音频相比较从而得到基本来源判断,但在检测时发现体表干扰因素太大,很难获得特征性的音频文件,因此在这方面的尝试没有获得成功,但是我们相信随着我们设备的完善,增加探头灵敏度及软件分析能力,这个问题必将解决。

3.4 设备应用前景

目前我们自主研发的客观性耳鸣检测仪还处于初始阶段,仅仅能够满足耳鸣音频捕捉的需要,由于外界干扰及设备灵敏度、软件分析能力等方面的缺陷,距离满足临床应用还有较大差距。如果能够在上述方面有所提高,该设备将能够应用于:①制定客观性耳鸣诊断标准及分型、分级;②客观评价耳鸣治疗效果;③动态分析客观性耳鸣的发展、转归过程;④应用于术中动态监测,在全身麻醉手术的情况下也可以实时判断手术疗效。

参考文献:

[1] Narsinh KH, Hui F, Duvvuri M, et al. Management of vascular causes of pulsatile tinnitus[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14(11): 1151 – 1157.

[2] Lund AD, Palacios SD. Carotidartery cochleardehiscence;areview [J]. Laryngoscope,2011,121(12):2658 – 2660.

[3] Ezzat AEM, Salem MAM, O' Rourke C,et al. Our experience in pulsatile tinnitus and a normal tympanic membrane in 66 patients [J]. Otology Neurotology,2019,2(2):56 – 58.

[4] Sismanis A, Stamm MA, Sobel M. Objective tinnitus in patients with atherosclerotic carotid artery disease[J]. Am J Otol, 1994, 15(3): 404 – 407.

[5] Lyu AR, Park SJ, Kim D, et al. Radiologic features of vascular pulsatile tinnitus-suggestion of optimal diagnostic image workup modalities[J]. Acta Otolaryngol, 2017,138(2):128 – 134.

[6] 孙瑜宁,孙茂钢,张恩东. 乙状窦还纳及窦壁重建术治疗搏动性耳鸣的疗效分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2023, 29(5):91 – 95.

[7] Pegge SAH, Steens SCA, Kunst HPM, et al. Pulsatile tinnitus: differential diagnosis and radiological work-up [J]. Curr Radiol Rep,2017, 5(1): 5.

[8] Kim SH, An GS, Choi I,et al. Pre-treatment objective diagnosis and post-treatment outcome evaluation in patients with vascular pulsatile tinnitus using transcanal recording and spectro-temporal analysis[J]. Pos One,2016, 11(6): e0157722.

[9] Song JJ, An GS, Choi I,et al. Objectification and differential diagnosis of vascular pulsatile tinnitus by transcanal sound recording and spectrottemporal analysis: A preliminary study[J]. Otol Neurol, 2016, 37(6):613 – 620.

(收稿日期:2024 – 05 – 23)

**本文引用格式:**朱杭军,徐卫峰,王强,等. 20 例血管性耳鸣耳道音频检测分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2025,31(2):45 – 48. DOI;10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202524191

**Cite this article as:**ZHU Hangjun, XU Weifeng, WANG Qiang,et al. Analysis of auditory canal audio detection in 20 cases of vascular tinnitus[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2025,31(2):45 – 48. DOI;10. 11798/j. issn. 1007 – 1520. 202524191