

搏动性耳鸣的治疗研究进展

高奇歌¹, 张华²

1. 河南中医药大学第一临床医学院, 河南 郑州 450000

2. 河南中医药大学第一附属医院 耳鼻喉科, 河南 郑州 450000

摘要:搏动性耳鸣(pulsatile tinnitus, PT)是一种具有节律性的耳鸣,其发生机制尚不明确,病因涉及血管性病变或畸形、乙状窦壁缺损及憩室、副神经节瘤、上半规管裂综合征、腭肌及中耳肌阵挛等多种头颈部疾病。PT的治疗以外科治疗为主,内科治疗适用范围相对较小,临床常用的治疗方法包括以支架置入术、弹簧圈栓塞术等的血管内治疗与以表面重建术为代表的外科手术治疗,大部分PT经治症状均能明显减轻或完全消除,且长期疗效理想、不良事件率低,但由于发病机制不明确,目前尚无PT治疗方面的统一意见,如何分辨PT的具体病因并给予对应治疗以及部分治疗方法是否适用于PT等问题仍需进一步研究与讨论。本文通过查阅近年与PT治疗相关的中、外文文献,总结与分析了目前临床常见的PT病因与对应治疗研究进展,以期为PT的临床诊疗工作提供参考。

关键词:耳鸣;搏动性耳鸣;乙状窦壁缺损;表面重建术

中图分类号:R764

文献标志码:A

文章编号:1673-3770(2026)02-0095-07

引用格式:高奇歌,张华. 搏动性耳鸣的治疗研究进展[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报,2026,40(2):95-101. GAO Qige, ZHANG Hua. Treatment of pulsatile tinnitus: a literature review[J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2026, 40(2):95-101.

Treatment of pulsatile tinnitus: a literature review

GAO Qige¹, ZHANG Hua²

1. The First Clinical Medical College of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan, China

2. Department of Otolaryngology, The First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan, China

Abstract: Pulsatile tinnitus (PT) is a type of rhythmic tinnitus symptom. The pathological mechanism of PT is still unclear, its causes include various diseases such as vascular malformation, sigmoid sinus wall dehiscence/diverticulum, paraganglioma, superior canal dehiscence syndrome, and palatal/middle ear myoclonus, etc. Surgical treatment is the main method of PT, the scope of medical treatment is smaller in comparison. Endovascular stenting, coil embolization and surgical treatment represented by surface reconstruction have been widely used in clinical management. Most of PAD can be significantly reduced or eliminated after treatment, with ideal long-term efficacy and low adverse event rate. However, because the pathogenesis of PT is still unclear, there is no unified opinion for the management of PT, how to clarify the specific cause and choose the corresponding treatment, and whether some treatment methods are suitable for PT still require further research and discussion. This article reviews the literatures related to the treatment of PT in recent years, summarizes the common clinical causes of PT and the research progress of corresponding treatments, aiming to provide reference for the clinical diagnosis and treatment of PT.

Key words: Tinnitus; Pulsatile tinnitus; Sigmoid sinus wall anomalies; Reconstruction

搏动性耳鸣(pulsatile tinnitus, PT)是指头颈部血管、骨质、肌肉等组织出现结构或功能异常时,患者产生的一种节律性的异常声音感知^[1]。根据流行病学调查,成年人中耳鸣的患病率约在10%~15%之间^[2],而PT约占耳鸣人群的4%^[3]。尽管PT相对少见,但部分以PT为主要症状的疾病可能

引起脑卒中、永久性失明或耳聋等严重后果,故临床工作中应予以重视。PT在病因、发病机制与诊疗方法上均与临床常见的主观性耳鸣存在较大差异^[4],诊断方面目前已有影像学指南^[5]作为指导与参考,治疗方面则尚无统一意见,需要进一步的研究与探讨。目前PT的治疗以病因治疗为主,相关研究多

为临床报道、疗效观察,由于发病机制的不明确与病因的繁多复杂,部分治疗方法是否适用于 PT 及其具体适用情况等方面仍有许多争议,一定程度上影响了 PT 的总体疗效。本文旨在通过查阅近 5 年与 PT 治疗相关的外文文献,尽可能全面地对 PT 的常见病因与对应治疗方法进行总结与分析,以期能为 PT 的临床诊疗工作提供参考,帮助医师更有效率地评估 PT 患者的病情、制定合理的诊疗方案并避免不良事件的发生。

1 PT 的分类、病因与发生机制

目前临床上主要将 PT 分为血管性 PT 与非血管性 PT 两类。其中,血管性 PT 较为常见^[6],可进一步分为静脉源性 PT 与动脉源性 PT,非血管性 PT 则包括肿瘤源性、肌源性、全身性疾病以及其他罕见疾病等导致的 PT。近来亦有学者^[7]主张将 PT 分为血管性、结构性及系统性(代谢性)三类,以便于临床工作中对 PT 患者进行评估、转诊和治疗。

血管性 PT 的常见病因包括:硬脑膜动静脉瘘(dural arteriovenous fistula, DAVF)、颈静脉球高位(high jugular bulb, HJB)、横窦狭窄(transverse sinus stenosis, TSS)、纤维肌发育不良、永存镫骨动脉等,非血管性 PT 的病因则主要包括头颈部副神经节瘤、中耳肌或腭肌阵挛、甲亢及贫血等。此外,得益于影像学的进步与发展,如乙状窦壁缺损及憩室、颈静脉球壁开裂及憩室、上半规管裂综合征(superior canal dehiscence syndrome, SCDS)等相对细微的结构性病变^[8]近年来也作为 PT 的病因受到学界的广泛关注。

PT 的发生机制目前仍不明确,主要可归为:①血流动力学改变,即颞骨周围血管内湍流形成或管壁压力改变^[9],引起血管壁振动传导至耳蜗形成 PT;②局部骨质结构缺损或血管发育异常,可直接或间接增强内耳对正常血流声的感知从而引发 PT^[10];③颞骨及其周围的动脉发育异常,或与鼓膜及咽鼓管相连的部分肌肉出现功能性异常时,可带动鼓膜发生节律性震动、传导至内耳而表现为 PT。

2 PT 的治疗方法

2.1 血管性 PT

2.1.1 静脉源性 PT

2.1.1.1 TSS

TSS 可导致横窦-乙状窦内的血液流速改变,形成喷射状血流冲击横窦-乙状窦管壁并引起震动、传导至内耳而形成 PT,是血管性 PT 的常见病因

之一^[11]。硬脑膜静脉窦支架置入术(dural venous sinus stenting, DVSS)是目前 TSS 导致 PT 最主要的治疗方法;Labeyrie 等^[12]对 8 年间接受 DVSS 治疗的 200 例 TSS 患者进行了评估和随访,81% 的患者术后 PT 症状完全消失且在 1 年以上的随访期间没有复发;术后的并发症主要是头痛(21%),可于 3 个月至 1 年内自行缓解,没有患者出现永久性后遗症或死亡。Dinkin 等^[13]对相关的 67 项研究进行了系统分析,共计 515 例出现 PT 症状的 TSS 患者中,84.7% 的患者 DVSS 术后 PT 完全消退。此外,亦有部分小样本的病例系列研究^[14]以发现 TSS 的 PT 患者为对象进行了分析,报道了 DVSS 术后高达 95.1% 的 PT 治疗有效率,且随访 9 个月没有出现复发和不良事件。

2.1.1.2 乙状窦壁缺损(sigmoid sinus wall dehiscence, SSWD)及憩室

当乙状窦壁骨质发生缺损时,其隔离静脉血流声的作用减弱,正常血流声可传入内耳而形成 PT;此外,缺损处的乙状窦可能膨出并形成憩室(sigmoid sinus diverticulum, SSD),导致涡流形成或血流声在乳突气房内发生共振而被放大,进而形成 PT^[15]。对于考虑为 SSWD/SSD 导致的 PT,乙状窦壁重建术是目前的一线治疗方式;Liu 等^[16]对使用表面重建术治疗 SSWD/SSD 导致 PT 的相关研究进行了系统分析,13 项研究的 121 例患者中,91 例(75%)术后 PT 完全消失,12 例(10%)PT 部分缓解;术后并发症主要是材料阻塞或血栓形成导致的乙状窦狭窄,症状表现为头痛及视物模糊,没有任何出现严重后遗症或死亡的报道。对于明确存在 SSD 的 PT 患者,也可以选择弹簧圈栓塞术进行治疗,Liu 等^[17]的研究表明,弹簧圈栓塞可降低 SSWD/SSD 区域的血液流速、血管壁压力和壁面剪应力,从而实现对 PT 的短期与长期治疗,但目前临床的实际运用较少。

TSS 与 SSWD/SSD 可作为 PT 的独立病因,两者也常合并出现。尽管 TSS 能否对 SSWD 及 SSD 的发生和进展产生影响尚存在争议^[18],但已有研究^[19]表明 TSS 可能导致 SSWD/SSD 治疗失败或治疗后 PT 复发。Han 等^[20]使用计算机模型模拟了同时患有 TSS 与 SSD 的 PT 患者 DVSS 术后乙状窦-横窦的血流动力学改变,结果表明,TSS 可增强横窦-乙状窦中血流对乙状窦上弯的冲击,而 DVSS 后 SSD 区域的血流速度、流量、压力梯度及涡度均较前明显降低,提出 TSS 可促进 SSWD 的发生以及 DVSS 运用于治疗 SSWD/SSD 导致 PT 的可行性;

Qiu 等^[21]报道了一例同时存在 SSD、TSS 等多种病因的 PT 患者,该患者 DVSS 术后 PT 立刻消失,并在术后 6 个月的 CTV 复查中观察到 SSD 缩小及缺损处的骨质重塑,2 年后缺损处形成了硬化边缘,为这一观点提供了临床证据。

2.1.1.3 导静脉扩张(dilated emissary vein, DEV)

导静脉是经颅骨连接颅内静脉窦与颅外静脉的小静脉,具有血管壁薄、无静脉瓣的生理特点,易因相邻血管狭窄或畸形而产生扩张,并成为 PT 产生的病因。Scullen 等^[22]的系统性回顾分析表明,治疗 DEV 导致 PT 最常用的方法为弹簧圈栓塞术,所有纳入的研究均报道了术后 PT 的完全消除,初步证实了弹簧圈栓塞术用于治疗 DEV 导致的 PT 的有效性。然而,这种治疗方式可能并不适用于所有 DEV 为病因的 PT 患者;Eliezer 等^[23]对 6 名明确存在 DEV 的 PT 患者进行了弹簧圈栓塞治疗,仅有 2 名术前颈静脉压迫试验阳性的患者术后 PT 消失,其余压颈试验阴性的患者术后 PT 则并未减轻,表明弹簧圈栓塞术治疗 PT 具体的适用情况和范围值得商榷。

2.1.1.4 颈内静脉狭窄(internal jugular vein stenosis, IJVS)与 HJB

PT 是 IJVS 最主要的临床症状之一。目前临床主要通过茎突截断术和支架置入术两种方式对 IJVS 导致的 PT 进行治疗:茎突过长压迫 IJV 是 IJVS 最常见的外部原因,行茎突截断术后 PT 的治疗有效率可达到 79%^[24];对于血栓形成、血管结构异常等内源性 IJVS 导致的 PT,支架置入术是目前临床运用最多的干预手段,支架置入术后 90.9% 的 IJVS 患者 PT 症状完全消失,且在(30.53±4.41)个月的随访中,术后并发症的概率仅为 3.6%^[25]。

尽管 HJB 在正常人群中亦可发现,其导致 PT 的机制同样尚不明确,但仍被普遍认为是可能引起 PT 的原因之一。既往已采取包括药物、声治疗及习服疗法、血管内介入、外科手术治疗在内的多种方法对单纯性 HJB 引起的 PT 进行干预,但疗效多不理想,且手术风险高、容易出现并发症;支架辅助下弹簧圈栓塞术以及颈静脉球壁重建术已分别被运用于治疗伴有 HJB 的颈静脉球开裂或憩室形成^[26],尽管范围很小,但均报道了理想的治疗有效率、复发率及不良事件发生率。

2.1.2 动脉源性 PT

2.1.2.1 DAVF

不同分型的 DAVF 预后差异较大,而在所有分型的 DAVF 中,PT 均可能作为唯一或首发症状出

现^[27]。II-IV 型 DAVF 伴随着严重并发症如颅内出血、永久性神经功能障碍甚至死亡的重大风险,治疗多不涉及 PT 的处置, I 型 DAVF 相对风险较低,可以对 PT 进行单独处置。经静脉血管内栓塞术是目前 DAVF 导致的 PT 的一线治疗方式,根据 Gross 等^[28]的研究,经静脉栓塞术后 59% 的患者 PT 症状完全消失,20% 有明显改善,在平均 3 年的随访期间没有加重或复发;术后仅有 1 例患者因静脉梗塞引起永久性后遗症。动静脉瘘切除术及动静脉重建术可用做无法进行血管内栓塞时的替代治疗,对于 DAVF 所导致的 PT、头痛等症状可达到接近 100% 的消除率,然而其术后长期并发症发生率与死亡率可高达 13%;放射外科治疗具有相当理想的低并发症发生率和死亡率,然而此治疗方式需要 6 个月至 4 年^[28,30]的时间才能使 DAVF 完全闭塞,且期间仍存在颅内出血的风险,故仅用于血管内治疗及手术治疗均失败或不能进行的情况下的补救性治疗。

2.1.2.2 异位颈内动脉(aberrant internal carotid artery, AICA)与颈动脉夹层(cervical artery dissection, CAD)

当 ICA 岩段因颈动脉管或鼓室周围骨质缺损、或垂直部先天性缺失而突入至鼓室时,则可能导致 PT。目前仅有少量的病例报道讨论了 AICA 引起的 PT 的治疗,参考价值不高,多以手术治疗为主,如 ICA 移位后鼓室表面修补术^[16],术后 PT 的完全消除率可达到 60%;当 ICA 与鼓膜或听小骨直接接触并发生粘连时,只能通过牺牲部分鼓膜或离断并切除部分镫骨以达到治疗目的,这将无法避免的导致长期的部分听力损失^[31]。由于手术风险大而临床疗效尚不确定,对于 AICA 导致的 PT 是否应进行治疗、如何进行治疗仍需要更多的研究进行进一步评估和探讨。

PT 可作为 CAD 的唯一表现^[32],在 CAD 患者中的发病率约为 5~15%^[33]。考虑到 CAD 可能导致缺血性脑卒中、蛛网膜下隙出血等疾病,对于怀疑病因为 CAD 的 PT 患者,无论伴有或不伴有急性症状,均建议及早进行干预^[34]。对于不伴有急性脑缺血或严重神经功能损伤的 PT 患者可进行定期随访下的保守治疗,研究表明,长期抗凝或抗血小板药物治疗均能有效控制 CAD 病情发展并减轻 PT 症状^[35],两种疗法在临床疗效或复发风险方面亦没有显著差异^[36]。

2.2 非血管性 PT

2.2.1 SCDS

除手术治疗外,目前尚无其他治疗方法被证实

对 SCDS 导致的 PT 有效。仅有一项面向耳鼻喉科及神经外科医生的意见调查^[37]提及了 SCDS 的保守治疗,建议主要通过包括避免刺激、前庭康复治疗、药物治疗或佩戴助听器等非侵入性方法尝试性控制 SCDS 引起的 PT 及眩晕等症状。手术治疗通过对缺损的半规管骨质结构进行修补或堵塞,能够有效地缓解 SCDS 患者的听觉和前庭症状,研究表明^[38],术后 73%~100% 的患者 PT、自听增强以及眩晕等症状能够完全消除。

外科治疗目前常用的术式主要包括上半规管堵塞术、上半规管重建/带帽术以及圆窗加固术,其中堵塞术与重建术均通过封闭上半规管的骨质缺损处以恢复内耳的正常生理功能,其差别在于前者直接对上半规管管腔进行填塞,可能对患者的前庭功能以及听力产生不良影响,如术后出现感音神经性听力损失和良性阵发性位置性眩晕等并发症^[39];而后者仅使用自体组织覆盖上半规管开裂的骨壁而不对管腔进行处理,旨在保留上半规管的功能,但可能由于自体材料容易发生脱位和再吸收,术后复发率可高达 36%~50%。带帽术是由重建术改进而来的术式,以有机硅、骨水泥等固定性更好的材料替代自体材料进行表面修复后,术后复发率显著降低^[40],已经成为除上半规管堵塞术外临床治疗 SCDS 最常用的治疗方式之一。圆窗加固术是通过使用自体材料填充并加固圆窗,从而将 SCD 所造成的“三窗”恢复成非生理性的“两窗”状态,进而缓解相关症状的治疗方式,目前尚没有足够有力的临床证据证实其疗效和安全性^[41]。

2.2.2 头颈部副神经节瘤

副神经节瘤是一种高度血管化的肿瘤,通常生长缓慢并为良性,可根据其侵犯的神经、血管不同表现为包括 PT、面神经麻痹、传导性听力损失等多种症状。对于受侵症状轻微、不影响生活的 PT 患者,在活检确定肿瘤性质后,可以定期随访为主进行长期观察^[42];研究表明,58%~83% 的患者在平均 5~7 年的随访期间 PT 及其他听觉症状可有不同程度的自发消退^[43]。对于 PT 症状明显或肿瘤进行性增大的患者,则应根据肿瘤生长的部位、大小进行经动脉栓塞、手术、放射治疗或以上方法的联合治疗^[44];对于肿瘤体积较小、伴有颅神经麻痹症状的年轻患者,建议通过外科手术完全切除肿瘤,单次手术即可达到 88% 的 PT 治疗有效率,尽管手术操作将不可避免地牺牲部分神经功能,从而遗留面神经功能障碍、听力损失等问题;而对于不伴有颅神经症状,或肿瘤体积较大、生长部位邻近重要神经血管结构而无法

进行完全切除的患者,可以选择部分切除与放射、栓塞的联合治疗,但这也使术后的肿瘤及 PT 复发率略高于前者。

2.2.3 腭肌阵挛(palatal myoclonus, PM)与中耳肌阵挛(middle ear myoclonus, MEM)

PM 与 MEM 均可以 PT 作为唯一的临床症状,由于两者导致 PT 的机制相仿,因此治疗方法也大致类似。包括肌肉松弛剂、抗惊厥药以及抗癫痫药在内的药物治疗可作为肌源性 PT 的首选治疗,在一项大型的病例系列研究^[45]中,联合使用以上药物可以消除或减轻 75% 患者的 PT 症状,然而,这种缓解可能是暂时的,且不能排除长期服用药物所导致的副作用。局部肌肉注射肉毒杆菌毒素也被证实为一种安全、有效的治疗方式^[46],单次注射后 PT 症状消失或减轻的概率可分别达到 75% 与 62%,几乎没有并发症和不良事件的报道,但长期疗效个体差异极大,根据随访其疗效持续时间可由几小时至 4 年以上不等。保守治疗无效的 MEM 患者可进行手术治疗,通过直接切断鼓膜张肌和(或)镫骨肌肌腱从异常声音产生的源头消除 PT^[47],术后 92% 的患者的 PT 症状可完全消失,在 3 年的随访期间仅有 1 例复发,没有任何患者出现听力损失或听觉过敏的并发症。

尽管 PM 与 MEM 多被考虑为两种彼此独立的 PT 病因,但有个别研究对此提出了异议,认为两者之间存在关联;Salehi 等^[48]提出 PM 与 MEM 实际上是同一疾病过程中的两种表现,认为腭肌和鼓膜张肌共同参与了 PT 的形成,建议在肌源性 PT 的治疗过程中以阻止咽鼓管口异常开闭为原则同时对两者进行干预,并考虑将鼓膜张肌肌腱切断术用于难治性 PM 导致的 PT 的治疗中。

3 讨论

PT 治疗的价值和意义是肯定的:明确病因并给予对应治疗后,大部分患者的 PT 症状可明显减轻或完全消除,且治疗后复发率低、安全性高。目前 PT 的治疗以外科治疗为主,最常用的方法是血管内介入和手术治疗,内科治疗运用的范围相对较小,总体的治疗有效率与长期疗效相对不够确切。既往 PT 的相关研究多集中于血管性 PT,近年来,随着 SSWD/SSD、SCDS 等结构或血管-结构异常作为 PT 病因的检出率增加,以表面重建术及类似的骨壁修补技术为主的手术治疗在临床中的运用越发广泛,血管内介入与手术治疗两种方式应当如何取舍、多病因的 PT 患者应当如何进行治疗将会是今后 PT

治疗的重点。但是受制于 PT 发病机制的不明确,一部分疾病能否导致 PT、多病因同时存在时 PT 的根本来源等问题目前仍存在争议,这很大程度上影响了 PT 的治疗。如前文所述 DVSS 用于治疗同时存在 TSS 与 SSWD/SSD 的 PT 目前临床证据尚不充分,血管内介入与手术治疗用于治疗多病因导致的 PT 的有效性与长期疗效还需进一步对比,多病因导致 PT 的最佳治疗策略也需要更多研究为提供参考。又如特发性颅内高压(idiopathic intracranial hypertension, IIH)可通过影响脑静脉窦压力、形成 TSS 而导致 PT 的形成,DVSS 能够有效减轻 IIH 导致 PT 的症状,其他治疗方法如脑脊液分流术对 IIH 患者 PT 症状的减轻效果则不明显^[49]也从侧面佐证了这一点,然而,亦有研究^[50]表明 IIH 患者是否出现 PT 与 TSS 并无显著关联;IIH、TSS 与 PT 形成之间的关系目前仍不明确,IIH 是否为 PT 的独立病因、IIH 导致的 PT 应当如何治疗也同样尚无定论。此外,相对于主观性耳鸣诊疗方面的广泛讨论,PT 临床更多被视为一种症状,相关研究也多以 PT 病因的治疗为主,PT 仅做为衡量疗效的指标之一或不被提及,部分治疗方法固然能够有效控制作为 PT 病因的疾病,但是否适用于 PT 的治疗仍然需要更全面的研究和探讨。目前国内的耳鸣诊疗共识^[51]中,对 PT 的关注和探讨较少,考虑到 PT 与主观性耳鸣在发生机制、病因、诊断与治疗方面的巨大差异及 PT 诊疗的较高难度与花费,我们认为有必要进一步评价和综合比较 PT 的各种治疗方法并形成诊治方面的统一意见,这将有助于临床医生更好的开展工作,从而进一步落实精准医疗、提高医疗质量。

参考文献:

[1] 龚树生, 曾嵘, 王国鹏. 重视乙状窦相关病变致搏动性耳鸣的诊治[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2015, 29(8): 677-680. doi: 10.13201/j.issn.1001-1781.2015.08.001
GONG Shusheng, ZENG Rong, WANG Guopeng. Diagnosis and treatment of pulsatile tinnitus caused by the sigmoid sinus anomalies[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2015, 29(8): 677-680. doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2015.08.001

[2] Bhatt JM, Lin HW, Bhattacharyya N. Prevalence, severity, exposures, and treatment patterns of tinnitus in the United States [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 142(10): 959-965. doi:10.1001/jamaoto.2016.1700

[3] Liyanage SH, Singh A, Savundra P, et al. Pulsatile tinnitus[J]. *J Laryngol Otol*, 2006, 120(2): 93-97. doi:10.

1017/s0022215105001714

[4] 陈倬诣, 郑亿庆, 杨海弟. 慢性主观性耳鸣分类、发生发展机制及治疗新进展[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2023, 9(4): 1-12. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2023.137
CHEN Zhuoyi, ZHENG Yiqing, YANG Haidi. Classification, pathogenesis, and treatment advances of chronic subjective tinnitus [J]. *Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University*, 2023, 9(4): 1-12. doi: 10.6040/j.issn.1673-3770.0.2023.137

[5] 中国医学影像技术研究会放射学分会, 北京市医学影像质量控制和改进中心. 耳鸣患者影像学检查临床适用性评价共识(2022版)[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(27): 2067-2073. doi: 10.3760/cma.j.cn112137-20220304-00456

[6] Cummins DD, Caton MT, Hemphill K, et al. Cerebrovascular pulsatile tinnitus: causes, treatments, and outcomes in 164 patients with neuroangiographic correlation [J]. *J Neurointerv Surg*, 2023, 15(10): 1014-1020. doi:10.1136/jnis-2022-019259

[7] Narsinh KH, Hui F, Saloner D, et al. Diagnostic approach to pulsatile tinnitus: a narrative review[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2022, 148(5): 476-483. doi:10.1001/jamaoto.2021.4470

[8] Dai CH, Zhao PF, Ding HY, et al. CT evaluation of unilateral pulsatile tinnitus with jugular bulb wall dehiscence [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(6): 4464-4471. doi: 10.1007/s00330-022-09352-8

[9] Li X, Qiu X, Ding H, et al. Effects of different morphologic abnormalities on hemodynamics in patients with venous pulsatile tinnitus: a four-dimensional flow magnetic resonance imaging study [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2021, 53(6): 1744-1751. doi:10.1002/jmri.27503

[10] Pereira VM, Cancelliere NM, Najafi M, et al. Torrents of torment: turbulence as a mechanism of pulsatile tinnitus secondary to venous stenosis revealed by high-fidelity computational fluid dynamics [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(8): 732-737. doi:10.1136/neurintsurg-2020-016636

[11] Wang X, Hsieh YL, Xu X, et al. Influence of sigmoid plate and dura mater on vascular wall displacement, vibroacoustic/hydroacoustic sources characteristics, and frequency-loudness assessments of venous pulsatile tinnitus: a coupled-computational fluid dynamics study combining transcranial recording investigation [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10: 948230. doi:10.3389/fbioe.2022.948230

[12] Labeyrie MA, Fantoni M, Vever U, et al. Intracranial venous sinus stenting for the treatment of lateral sinus stenoses: an analysis of 200 patients [J]. *Diagn Interv*

- Imaging, 2021, 102(10): 619-627. doi:10.1016/j.diii.2021.05.008
- [13] Dinkin MJ, Patsalides A. Idiopathic intracranial venous hypertension: toward a better understanding of venous stenosis and the role of stenting in idiopathic intracranial hypertension[J]. *J Neuroophthalmol*, 2023, 43(4): 451-463. doi:10.1097/wno.0000000000001898
- [14] Farid M, Alawamry A, Zaitoun MMA, et al. Relentless pulsatile tinnitus secondary to dural sinovenous stenosis: is endovascular sinus stenting the answer? [J]. *Clin Radiol*, 2021, 76(7): 526-531. doi:10.1016/j.crad.2021.02.022
- [15] Zhao PF, Ding HY, Lv H, et al. CT venography correlate of transverse sinus stenosis and venous transstenotic pressure gradient in unilateral pulsatile tinnitus patients with sigmoid sinus wall anomalies [J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(5): 2896-2902. doi: 10.1007/s00330-020-07415-2
- [16] Liu GS, Boursiquot BC, Blevins NH, et al. Systematic review of temporal bone-resurfacing techniques for pulsatile tinnitus associated with vascular wall anomalies[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 160(5): 749-761. doi:10.1177/0194599818823205
- [17] Liu L, Mu ZX, Kang YZ, et al. Hemodynamic mechanism of pulsatile tinnitus caused by venous diverticulum treated with coil embolization [J]. *Comput Meth Programs Biomed*, 2022, 215: 106617. doi: 10.1016/j.cmpb.2022.106617
- [18] 张欣, 潘宇澄, 沙勇芳, 等. 女性横窦狭窄与乙状窦前壁骨质缺损发生风险的病例对照研究[J]. *复旦学报(医学版)*, 2023, 50(1): 64-70. doi:10.3969/j.issn.1672-8467.2023.01.009
- ZHANG Xin, PAN Yucheng, SHA Yongfang, et al. Transverse sinus stenosis and the risk of sigmoid sinus anterior wall dehiscence of females: a case-control study [J]. *Fudan University Journal of Medical Sciences*, 2023, 50(1): 64-70. doi: 10.3969/j.issn.1672-8467.2023.01.00
- [19] Li D, Wang G, Zeng R, et al. Analysis of revision surgery following surgical reconstruction of the sigmoid sinus wall in patients with pulsatile tinnitus[J]. *J Int Adv Otol*, 2022, 18(4): 358-364. doi: 10.5152/iao.2022.21471
- [20] Han YJ, Xia J, Jin L, et al. Computational fluid dynamics study of the effect of transverse sinus stenosis on the blood flow pattern in the ipsilateral superior curve of the sigmoid sinus [J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(8): 6286-6294. doi:10.1007/s00330-020-07630-x
- [21] Qiu XY, Zhao PF, Ding HY, et al. Bone remodeling in sigmoid sinus diverticulum after stenting for transverse sinus stenosis in pulsatile tinnitus: a case report [J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(10): 2320-2325. doi:10.12998/wjcc.v9.i10.2320
- [22] Scullen T, Mathkour M, Tubbs RS, et al. Characteristics and management of dilated mastoid emissary veins: a case report and literature review[J]. *World Neurosurg*, 2022, 165: 100-105. doi:10.1016/j.wneu.2022.06.106
- [23] Eliezer M, Freitas RK, Fantoni M, et al. Selective embolization of the mastoid emissary vein for pulsatile tinnitus treatment: when is it indicated? [J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(10): 999-1001. doi:10.1136/neurintsurg-2020-015855
- [24] Bai C, Wang Z, Stone C, et al. Pathogenesis and management in cerebrovenous outflow disorders[J]. *Aging Dis*, 2021, 12(1): 203-222. doi: 10.14336/ad.2020.0404
- [25] Pang S, Kolarich AR, Brinjikji W, et al. Interventional and surgical management of internal jugular venous stenosis: a narrative review [J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(5): neurintsurg-2021-017937. doi:10.1136/neurintsurg-2021-017937
- [26] Bai C, Chen Z, Ding Y, et al. Long-term safety and efficacy of stenting on correcting internal jugular vein and cerebral venous sinus stenosis [J]. *Ann Clin Transl Neurol*, 2023. doi:10.1002/acn3.51822
- [27] Guniganti R, Giordan E, Chen CJ, et al. Consortium for dural arteriovenous fistula outcomes research (CONDOR): rationale, design, and initial characterization of patient cohort [J]. *J Neurosurg*, 2022, 136(4): 951-961. doi:10.3171/2021.1.jns202790
- [28] Gross BA, Albuquerque FC, Moon K, et al. Evolution of treatment and a detailed analysis of occlusion, recurrence, and clinical outcomes in an endovascular library of 260 dural arteriovenous fistulas [J]. *J Neurosurg*, 2017, 126(6): 1884-1893. doi: 10.3171/2016.5.jns16331
- [29] Kim MJ, Hong SW, Kim DJ, et al. Efficacy and safety of stereotactic radiosurgery versus endovascular treatment for symptomatic cavernous sinus dural arteriovenous fistula without ophthalmological emergency: a single-center 10-year experience [J]. *J Neurosurg*, 2023, 139(1): 139-149. doi:10.3171/2022.10.jns221770
- [30] Hasegawa H, Shin M, Kawagishi J, et al. A practical grading scale for predicting outcomes of radiosurgery for dural arteriovenous fistulas: JLGK 1802 study [J]. *J Stroke*, 2022, 24(2): 278-287. doi:10.5853/jos.2021.03594
- [31] Honkura Y, Hidaka H, Ohta J, et al. Surgical treatment for the aberrant internal carotid artery in the middle ear with pulsatile tinnitus [J]. *Auris Nasus Larynx*, 2014,

- 41(2): 215-218. doi:10.1016/j.anl.2013.10.002
- [32] Chen L, Chen L, Jiang Y, et al. Pulsatile tinnitus was the only manifestation of internal carotid artery dissection [J]. *Neurol Sci*, 2021, 42(3): 1221-1222. doi:10.1007/s10072-020-04803-w
- [33] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国颈部动脉夹层诊治指南 2015 [J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48(8): 644-651. doi:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.08.004
- [34] Janquli M, Selvarajah L, Moloney MA, et al. Long-term outcome of cervical artery dissection [J]. *J Vasc Surg*, 2023, 78(1): 158-165. doi:10.1016/j.jvs.2023.03.020
- [35] CADISS trial investigators, Markus HS, Hayter E, et al. Antiplatelet treatment compared with anticoagulation treatment for cervical artery dissection (CADISS): a randomised trial [J]. *Lancet Neurol*, 2015, 14(4): 361-367. doi:10.1016/s1474-4422(15)70018-9
- [36] Cozart Ashley C, Kennedy John T, Seidman Michael D. A basis for standardizing superior semicircular canal dehiscence management [J]. *Ear Nose Throat J*, 2020, 100(10): 145561320927941
- [37] Eberhard KE, Chari DA, Nakajima HH, et al. Current trends, controversies, and future directions in the evaluation and management of superior canal dehiscence syndrome [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 638574. doi:10.3389/fneur.2021.638574
- [38] Xie Y, Sharon JD, Pross SE, et al. Surgical complications from superior canal dehiscence syndrome repair: two decades of experience [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2017, 157(2): 273-280. doi:10.1177/019459817706491
- [39] Vlastarakos PV, Proikas K, Tavoulari E, et al. Efficacy assessment and complications of surgical management for superior semicircular canal dehiscence: a meta-analysis of published interventional studies [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2009, 266(2): 177-186. doi:10.1007/s00405-008-0840-4
- [40] Suresh K, Garcia A, Bartholomew RA, et al. Auditory and vestibular symptom improvement with surgery for superior canal dehiscence syndrome [J]. *Otolaryngol Head Neck*, 2023. doi:10.1002/ohn.359
- [41] Bunne M, Andersson H, Myhrum M. Long-term outcomes of round window reinforcement for superior semicircular canal dehiscence syndrome [J]. *Otol Neurotol*, 2022, 43(6): 709-716. doi:10.1097/mao.0000000000003561
- [42] Douse DM, Dornhoffer JR, Benson JC, et al. Natural history of facial paraganglioma with 2 decades of follow-up: a case report and literature review [J]. *Am J Otolaryngol*, 2023, 44(5): 103952. doi:10.1016/j.amjoto.2023.103952
- [43] Carlson ML, Sweeney AD, Wanna GB, et al. Natural history of glomus jugulare: a review of 16 tumors managed with primary observation [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 152(1): 98-105. doi:10.1177/0194599814555839
- [44] Yildiz E, Dahm V, Gstoettner W, et al. Long-term outcome and comparison of treatment modalities of temporal bone paragangliomas [J]. *Cancers (Basel)*, 2021, 13(20): 5083. doi:10.3390/cancers13205083
- [45] Park SN, Bae SC, Lee GH, et al. Clinical characteristics and therapeutic response of objective tinnitus due to middle ear myoclonus: a large case series [J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(10): 2516-2520. doi:10.1002/lary.23854
- [46] Wong WK, Lee MF. Middle ear myoclonus: Systematic review of results and complications for various treatment approaches [J]. *Am J Otolaryngol*, 2022, 43(1): 103228. doi:10.1016/j.amjoto.2021.103228
- [47] Kim DK, Park JM, Han JJ, et al. Long-term effects of middle ear tendon resection on middle ear myoclonic tinnitus, hearing, and hyperacusis [J]. *Audiol Neurootol*, 2017, 22(6): 343-349. doi:10.1159/000487260
- [48] Salehi PP, Kasle D, Torabi SJ, et al. The etiology, pathogenesis, and treatment of objective tinnitus: Unique case series and literature review [J]. *Am J Otolaryngol*, 2019, 40(4): 594-597. doi:10.1016/j.amjoto.2019.03.017
- [49] Markey KA, Mollan SP, Jensen RH, et al. Understanding idiopathic intracranial hypertension: mechanisms, management, and future directions [J]. *Lancet Neurol*, 2016, 15(1): 78-91. doi:10.1016/s1474-4422(15)00298-7
- [50] Widmeyer JR, Sismanis A, Felton W, et al. Magnetic resonance imaging findings in idiopathic intracranial hypertension with and without pulsatile tinnitus: an age-matched cohort study [J]. *Otol Neurotol*, 2023, 44(5): 525-528. doi:10.1097/mao.0000000000003847
- [51] 余力生, 杨仕明, 王秋菊, 等. 耳鸣的诊断与治疗 [J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2022, 36(5): 325-334. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.05.001
- YU Lisheng, YANG Shiming, WANG Qiuju, et al. Diagnosis and treatment of tinnitus [J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2022, 36(5): 325-334. doi:10.13201/j.issn.2096-7993.2022.05.001