

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202626186

· 专家论坛 ·

新形势下耳外科手术技术的发展与展望

张青¹, 秦茂林²

(1. 上海交通大学医学院附属第一人民医院 耳鼻咽喉头颈外科, 上海 200080; 2. 华东师范大学附属芜湖医院/芜湖市第二人民医院 耳鼻咽喉头颈外科, 安徽 芜湖 241000)



专家简介 张青, 主任医师、教授、博士生导师, 上海交通大学医学院附属第一人民医院耳鼻咽喉头颈外科主任, 中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会第十二届听力学组委员, 中国优生科学协会听觉前庭医学分会副主任委员, 中国医疗发展国际交流促进会眩晕分会副主任委员, 中国中西医结合学会眩晕专委会副主任委员, 上海医师协会耳鼻咽喉科医师分会副会长, 上海市医学会耳鼻咽喉分会耳科组副组长, Barany 协会会员, 国际神经耳科与平衡测量学会(NES)中国区主席, 国际听力学医师协会(IAPA)中国区秘书长。

摘 要:随着光学设备、手术机器人及人工智能技术的飞速发展,耳外科手术技术迎来从诊疗理念到操作器械全方位的变革。以耳内镜手术(EES)为代表的微创技术日益普及,推动着诊疗一体化模式的建立;手术可视化系统从传统显微镜向外视镜的演进,重塑着外科医师“手-眼-脑”的协同操作模式。与之相应,耳科医师的培养体系与成长路径也迎来全新机遇与挑战。本文旨在综述新形势下耳外科手术技术的发展脉络,重点探讨耳内镜微创手术的进展、手术可视化模式的转变及医师培养体系的适配,并对领域未来发展趋势进行展望。

关 键 词:耳外科;耳内镜手术;外视镜;医师培养

中图分类号:R764.9

Development and prospects of ear surgery techniques in the new era

ZHANG Qing¹, QIN Maolin²

(1. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Shanghai General Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200080, China; 2. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Wuhu Hospital Affiliated to East China Normal University/the Second People's Hospital of Wuhu, Wuhu 241000, China)

Abstract: With the rapid advancement of optical devices, surgical robots, and artificial intelligence technologies, ear surgery techniques are undergoing profound transformations, from clinical concepts to surgical instruments. Minimally invasive techniques, represented by endoscopic ear surgery (EES), are becoming increasingly prevalent, promoting the establishment of integrated diagnosis and treatment models. The evolution of surgical visualization systems from traditional microscopes to external exoscopes is reshaping surgeons' "hand-eye-brain" coordination patterns. Correspondingly, the training systems and career development paths for otologists are encountering new challenges and opportunities. This article aims to review the developmental trajectory of ear surgery techniques under these new circumstances, focusing on advances in endoscopic minimally invasive surgery, transformations in surgical visualization paradigms, and adaptations in physician training systems, while also offering insights into future trends in the field.

Keywords: Ear surgery; Endoscopic ear surgery; Exoscope; Physician training

基金项目:国家自然科学基金(82471160);中国高校产学研创新基金(2024IT005);上海市第一人民医院院级项目(zhqi-QDJF)。
第一(通信)作者简介:张青,男,博士,教授。

耳外科是诊断和治疗听觉、平衡障碍及侧颅底相关疾病的重要外科分支,其发展高度依赖于视觉放大技术和精细操作器械的进步。自 20 世纪 50 年代开始,手术显微镜在相当长的一段时间里作为耳科手术的首选设备,但其线性视野、对耳道解剖的依赖性以及操作模式存在固有限制^[1]。耳内镜手术(endoscopic ear surgery, EES)的逐步兴起并走向成熟,标志着耳外科迈入了全新的微创发展阶段。耳内镜的临床应用最早可以追溯到 20 世纪 90 年代,当时内镜主要作为手术显微镜的辅助工具,用于探查显微镜原本难以接近的中耳解剖结构^[2]。近年来,外视镜等新型可视化设备以及手术辅助机器人系统的相继问世,进一步拓展了耳外科手术的边界与可能性^[3-4]。这些技术的迭代不仅革新了手术操作模式,也深刻影响着手术诊疗理念、医师培训模式和学科发展方向。本文将从微创化诊疗、手眼协同操作新模式、医师人才培养以及未来展望四个维度,系统梳理新形势下耳外科手术技术的进展,并展望其临床应用前景。

1 耳科手术的微创化——EES 的一体化诊疗

耳内镜是采用柱状镜或角度镜,经外耳道自然腔道或微小切口进入手术区域,可呈现近距离、广视角、高清晰度的术野图像,从而实现真正意义上的微创术式入路和精准手术操作^[5]。

1.1 耳内镜微创手术的优势

相较于传统显微镜手术,EES 具备多重核心优势:①提供更好的视野与显露。内镜能绕过外耳道的 S 形弯曲和骨性突出部分,直达鼓膜及鼓室区域,术野基本无盲区,尤其擅长观察鼓膜前部、鼓室窦、咽鼓管鼓室口等显微镜难以直视的手术盲区^[6]。这些部位对于胆脂瘤等病变的完整切除至关重要^[7]。②能实现最大限度的微创性。大多数 EES 可完全通过外耳道自然入路完成,避免了耳后切口、骨性外耳道扩大或乳突轮廓化,最大限度地减轻组织创伤、缓解术后疼痛,同时改善美容效果^[8]。③有效缩短手术时间。内镜的使用减少了传统耳后入路的磨骨操作时间。研究显示,耳内镜下鼓室成形术较显微镜下鼓室成形术平均手术时间减少约 24.73 min^[9];针对先天性中耳畸形手术,有文献^[10]报道耳内镜组比显微镜组手术时间缩短近 70 min。④促进临床诊疗一体化。内镜影像可实时共享于显示屏,便于术中教学、团队协作及医患沟通^[11]。此

外,商用无线内镜与智能手机的连接,为门诊检查、术后患者居家自我监测及远程医疗提供了便利,让临床诊断、术中监测和术后随访全流程更加高效和便捷^[5]。

1.2 耳内镜微创手术的临床研究进展

耳内镜在中耳手术中已广泛应用数年,多项 Meta 分析表明,EES 在 I 型鼓室成形术中,其移植存活率、听力改善效果与传统显微镜手术相当,但微创优势更为突出^[9,12]。在镫骨手术中,耳内镜能更清晰地显示前庭窗和砧骨长脚^[13-14]。研究显示,相较于传统显微镜手术,EES 在胆脂瘤手术中,在移植成功率、听力改善、手术时长及住院周期等方面均显示出优势^[7]。耳内镜配合持续灌流和射频能量设备,凭借其单向水流冲除术区血迹与骨粉、水下操作降低镜头污染率等特点,可以有效提升术者手术操作体验^[15]。经耳道内镜入路应用于人工耳蜗植入术,提供了更直接的视野路径,可以最大限度地减少对中耳结构的扰动,并优化电极阵列的放置^[16]。研究显示,内镜辅助下的人工耳蜗植入术,可将圆窗膜的完整显露率提升至 82.6%,从而实现更精准的电极植入,有效减少反复操作,并可能降低手术相关风险^[17]。EES 的技术优势正推动其适应证稳步向侧颅底区域拓展。在中颅窝入路修复前半规管裂隙的眩晕外科手术中,耳内镜辅助与单纯显微镜下术式的临床比较表明,耳内镜凭借其清晰的深部与转角视野,能精准显露并处理位于弓状隆起内侧及其他复杂骨缺损,术后患者的临床症状改善程度和听力保护效果均与显微镜技术相当^[18-19]。在处理颈静脉孔区等侧颅底病变时,内镜常作为重要的辅助工具,与显微镜联合应用,便于直视下显露和保护面神经、颈内动脉等重要神经血管结构,尤其在处理显微镜视线受阻的病变前界或下界时价值显著^[20]。此外,内镜辅助下经鼻或经耳径路,也为处理某些累及岩尖、内听道的病变提供了新的微创手术选择,体现了耳外科与鼻颅底外科、神经外科交叉融合的发展趋势^[21]。

然而,在积极拓展手术适应证的同时,也必须警惕技术滥用的风险,应用耳内镜处理侧颅底病变时应时刻保持警惕。首先,对术区操作空间有限、术中缺乏应急处置条件的手术需严格把控,例如经耳内镜下听神经瘤切除术,一旦术中发生桥小脑角区难以控制的出血,在狭小的经耳道操作空间内将陷入被动,甚至危及患者生命^[22]。其次,EES 应严格遵循肿瘤外科基本原则,切忌为了追求微创切口而违

背肿瘤切除的根治规范,尤其是在处理外耳道癌或病变广泛累及乳突、脑板的胆脂瘤时,盲目采用全内镜术式操作可能导致病变残留,还可能引发脑膜损伤等并发症^[23]。因此,现阶段“双镜联合”仍是处理复杂的侧颅底病变更为安全的选择。

1.3 耳内镜微创手术的发展趋势和展望

EES正朝着智能化、精准化的方向发展,同时对规范化培训提出了更高的要求。技术融合智能化是核心方向之一,人工智能已在耳内镜图像识别中显示出自动诊断的优势^[24-25],预计未来将与内镜系统深度结合,用于术中识别关键解剖结构、自动勾画病变范围,并逐步为手术医师提供操作风险预警,从而进一步提升手术的安全性与精准度。与此同时,机器人辅助系统的临床普及化进程将持续推进,有望突破当前EES中单手操作的瓶颈^[26]。新一代机器人平台将有可能更加灵活与智能,不仅能提供稳定的术野图像,还能协助或执行某些精细的器械操作步骤。诊疗流程的全面数字化与远程化将是另一显著趋势,内镜技术使耳科诊疗得以突破物理空间的限制。基于内镜影像的远程会诊以及患者利用商用设备进行的居家自我监测与术后随访,正逐步共同构建一个贯穿院前、术中及术后的延伸型诊疗模式。然而,所有先进技术的落地最终离不开专业人才的支撑。因此,建立标准化的专科培训体系刻不容缓。内镜技术通常被认为更适合教学,尤其是因为它能更清晰地呈现复杂的中耳解剖结构;而且,显微镜技术对未来耳科医师同样重要,设计和优化耳科教育课程时必须考虑显微镜技术的独有优势^[11]。

2 从显微镜到外视镜——耳科医师手眼协调的新模式

自上世纪20年代起,手术显微镜凭借高亮度照明与立体视觉等特点,长期成为耳科手术光学放大设备的主流选择。然而,传统显微镜亦存在高倍镜下清晰聚焦范围狭窄、视野受限,术者需长时间保持低头固定体位等固有局限,这对手术精准度和术者体能构成挑战。近年来,三维外视镜系统逐步应用于耳科临床,该设备将摄像系统悬置于手术野上方,将高清立体图像实时投射至外部监视器,使术者得以在保持自然头颈姿势的“平视”状态下完成手术操作^[27]。这种视觉与操作空间的相互分离,重塑了耳科医师手眼协调的新模式:术者的视觉焦点从双目镜筒转移至前方屏幕,而手部操作仍位于手术区

域,形成了“眼观屏幕、手在术野”的新型协同关系。研究显示,外视镜在乳突切除术等耳科手术中,其手术时间与传统显微镜相当,且能顺利完成听骨链重建等关键步骤,未增加围手术期并发症,显示了该模式具备良好的手术效率与安全性^[28]。然而,这种新模式亦伴随新的学习曲线与适应要求。一方面,外视镜提供了更优的人体工程学环境,减轻了术者颈肩负荷,并允许整个手术团队共享同一高清术野,极大地促进了术中教学与团队协作^[29];另一方面,在深部狭窄术野,尤其是鼓室腔深部或术区存在出血时,外视镜的深度感知与图像清晰度可能逊于显微镜^[30],此时临床医师可能需转换设备或联合使用耳内镜进行辅助探查^[31]。

当前,外视镜系统的普及,尤其是向基层医院的推广,面临显著的成本效益挑战。一套高性能的三维外视镜及配套显示设备,采购费用通常远高于同级别手术显微镜,且其精细的摄像头与设备维护成本较高,对于手术量不大的基层医院而言,高昂的初期投入与长期的设备折旧压力,可能使其性价比低于传统显微镜。因此,在现阶段,外视镜更适合作为区域性医疗中心的教学与复杂手术的辅助工具,而在基层的常规耳外科手术中,技术成熟且成本可控的显微镜及耳内镜仍将是主流选择。

3 从耳外科手术技术的发展看耳科医师的培养与成长曲线

从耳外科手术技术的发展历程审视耳科医师的培养与成长曲线,可以清晰地看到,手术器械的迭代不仅革新了手术操作模式,也深刻地重塑了耳科医师的能力图谱与培养路径。传统上,耳科医师的培养核心是熟练掌握手术显微镜下的精细操作,其成长曲线漫长,高度依赖于在“眼-镜-手”一体化的狭小视野中积累的立体解剖感知与器械操控经验。然而,随着三维外视镜与高清耳内镜等技术的相继应用与相互融合,现代耳科医师的培养模式正经历一场结构性变革。掌握EES不仅要求耳科医师克服在二维视野下进行空间判断、单手精细操作等技术壁垒,还须具备在外视镜、显微镜与耳内镜等多种视觉模式间灵活切换与协同应用的“元认知”决策能力。因此,新形势下的耳科医师需根据手术进程与解剖特点选择最适宜的视觉模式,从而在保障手术疗效与安全的前提下,优化手术操作流程,改善术者术中体验。而机器人辅助等新系统的应用,在提升

操作稳定性的同时,也扩展了人机交互等新技能培养维度。未来的培训体系需深度融合多个模块:一是利用颞骨模型和虚拟现实模拟器进行内镜下解剖与技能演练;二是强化在屏幕监视下的双手操作与手眼协调专项训练;三是整合对新设备如外视镜、机器人系统的认知与操作规范学习。同时,建立与多层次技术相匹配的能力评估体系变得至关重要,以清晰界定医师在不同手术模式下的执业能力边界。

值得欣喜的是,国内学界已充分意识到人才培养的重要性并积极推进相关工作。以“全国耳内镜外科技术规范培训推广协作组”的成立为标志,我国已初步建立起学术引领和技术培训的立体化推广体系。然而,目前的培训多聚焦于耳内镜单项技术,尚未形成覆盖显微镜、外视镜、机器人等设备的全频谱模拟培训课程体系。我们呼吁行业协会尽快牵头制定统一的手术技能分级标准与虚拟仿真训练考核规范,将颞骨解剖实训从“兴趣班”上升为“必修课”,确保新技术在推广初期就筑牢临床应用的安全与质量底线。

4 新形势下耳外科的发展与展望

当前,耳外科的发展正沿着微创化、精准化和功能化的核心路径稳步推进,其未来格局将在现有技术逐渐优化、相互融合,并不断拓展其临床应用。首先,未来的手术室将是显微镜、耳内镜和外视镜协同工作的模式。三维外视镜凭借其人体工学和团队教学优势,可能在乳突轮廓化和中耳重建等术式中发挥更大的作用;耳内镜则凭借其独特的抵近、多角度视野优势,成为处理后鼓室、咽鼓管等隐蔽区域病灶不可替代的工具。两者联合应用,实现“广角立体导航”与“深部精细探查”的优势互补,将成为处理复杂中耳手术的方案。手术耳内镜支架、手术机器人等设备,将率先在需要超稳态操控的精细步骤中证明其价值,其临床普及是一个渐进过程^[32]。其次,人工智能的初期角色并非替代医师决策,而是作为辅助工具,使手术规划更具预见性、风险控制更为前置。例如,人工智能模型可在乳突切除术中实时追踪手术钻头,当接近面神经等关键结构时自动预警^[33];可自动分割颞骨 CT 中的面神经管、耳蜗等解剖结构,辅助规划最佳开窗路径^[34];可识别内镜图像中的胆脂瘤边界,并通过增强现实技术叠加至术野,引导术者精准切除病灶^[35]。高分辨率 CT 与 MRI 的影像导航系统与术中实时监测技术相结合,

为医师提供超越肉眼直视的解剖洞察^[36-37]。再者,在保障病变彻底清除的前提下,听力重建的成功率与远期疗效,将成为衡量手术水平的关键指标。这既依赖于上述可视化技术带来的更精细操作,也离不开生物相容性更佳的新型人工听骨、可吸收支撑材料以及活性组织工程材料的临床应用。同时,听觉植入技术可能将向着更微创植入、更智能信号处理及与残余听力更好兼容的方向持续发展。最后,复杂颅底病变的处理,需要耳外科与神经外科团队常态化协作,这种协同需要从简单的常规会诊,逐步延伸到联合手术、合作研究及共同创新产品的层面。

新形势下,以 EES 为核心,结合外视镜、显微镜、机器人辅助等新技术的微创耳外科正蓬勃发展。这不仅带来了技术层面的革新,更深刻影响了耳科的诊疗模式、医师的技能体系与培养路径。未来,耳外科将继续向着更加精准化、智能化、微创化及人性化的方向发展。面对这一趋势,积极拥抱技术变革,构建与之匹配的规范化培训体系,并始终坚守以患者为中心的理念,是耳外科学持续健康发展的关键。耳科医师需在掌握娴熟手术技能的同时,成为新技术的熟练使用者与合理评估者,方能在新时代为患者提供更优质、更安全的医疗服务。

参考文献:

- [1] Fu X, Wu J, Lyu J, et al. Microscopic versus endoscopic ear surgery for early-stage glomus tympanicum tumors [J]. Ear Nose Throat J, 2024; 01455613231222384.
- [2] Tarabichi M. Endoscopic management of acquired cholesteatoma [J]. Am J Otol, 1997, 18(5): 544-549.
- [3] Sooriyamoorthy T, Salau E, Ghunaim M, et al. The VITOM-3D exoscope as an alternative to the operating microscope for major ear surgery: A retrospective case-controlled study [J]. Clin Otolaryngol, 2024, 49(3): 353-358.
- [4] Fujita T, Ito T, Uchida M, et al. Robotic and computer-assisted techniques in ear surgery [J]. Auris Nasus Larynx, 2025, 52(4): 496-501.
- [5] Jady A, Thomasen PC, Jensen RG. Endoskop til diagnostik og behandling af øresygdomme [J]. Ugeskr Laeger, 2025, 187(49): V06250460.
- [6] Beckmann S, Mantokoudis G, Weder S, et al. Endoscopic cholesteatoma surgery [J]. J Vis Exp, 2022, 179: e63315.
- [7] Gao M, Zeng N, Kang W, et al. Prognostic factors of hearing improvement for EES and MES in attic cholesteatoma [J]. J Otolaryngol Head Neck Surg, 2024, 53: 19160216241286794.
- [8] Kakehata S, Furukawa T, Ito T, et al. Comparison of postoperative pain in patients following transcanal endoscopic versus microscopic ear surgery [J]. Otol Neurotol, 2018, 39(7): 847-853.

- [9] Crotty TJ, Cleere EF, Keogh JJ. Endoscopic versus microscopic type-I tympanoplasty: A meta-analysis of randomized trials[J]. *Laryngoscope*, 2023, 133(7): 1550-1557.
- [10] 刘娅, 王辉兵, 侯昭晖, 等. 耳内镜与显微镜在先天性中耳畸形手术中的应用[J]. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2023, 23(5): 391-393.
- [11] Anschuetz L, Siggemann T, Dür C, et al. Teaching middle ear anatomy and basic ear surgery skills: a qualitative study comparing endoscopic and microscopic techniques[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2021, 165(1): 174-181.
- [12] Pap I, Tóth I, Gede N, et al. Endoscopic type I tympanoplasty is as effective as microscopic type I tympanoplasty but less invasive-A meta-analysis[J]. *Clin Otolaryngol*, 2019, 44(6): 942-953.
- [13] Albazee E, Alajmi H, Aldoukhi A, et al. Endoscopic versus microscopic stapedotomy: A systematic review and meta - analysis of randomized controlled trials[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2025, 172(4): 1164-1176.
- [14] Iannella G, Marcotullio D, Re M, et al. Endoscopic vs microscopic approach in stapes surgery: advantages in the middle ear structures visualization and trainee's point of view[J]. *J Int Adv Otol*, 2017, 13(1): 14-20.
- [15] Liao H, Yang XL, Wang L. A novel continuous irrigating endoscopic ear surgery mode for Type I tympanoplasty[J]. *J Audiol Speech Pathol*, 2019, 27(6): 615-618.
- [16] Badr-El-Dine MM, Fathalla MF, Eid M, et al. Endoscopic-assisted epitympanic approach: a feasible technique for cochlear implantation[J]. *Egypt J Otolaryngol*, 2021, 37(1): 1-12.
- [17] Méndez-Saucedo LM, Mancilla-Mejía FJ, Serrano-Salinas L, et al. Effectiveness of endoscopy in cochlear implantation[J]. *Cir Cir*, 2023, 91(6): 824-828.
- [18] Totten DJ, Smetak MR, Manzo NF, et al. Endoscope-assisted superior semicircular canal dehiscence repair: single institution outcomes[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2022, 131(7): 743-748.
- [19] Doval-Rosa C, Dorado-Capote FJ, Toledano-Delgado A, et al. Unveiling the importance of the endoscope in the sealing of the superior canal dehiscence syndrome, how we do it [J]. *Neurocirugía (Engl Ed)*, 2024, 35(4): 221-224.
- [20] Komune N, Komune S, Matsushima K, et al. Comparison of lateral microsurgical preauricular and anterior endoscopic approaches to the jugular foramen[J]. *J Laryngol Otol*, 2015, 129(Suppl 2): S12-S20.
- [21] Marchioni D, Gazzini L, Bonali M, et al. Role of endoscopy in lateral skull base approaches to the petrous apex[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277(3): 727-733.
- [22] 孔维佳, 丁秀勇, 王云峰, 等. 耳内镜手术是昙花一现还是技术革命?[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 32(6): 427-434.
- [23] 孙宇, 丁秀勇, 王云峰, 等. 中国耳内镜十年[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2025, 39(12): 1103-1109.
- [24] Mizoguchi Y, Ito T, Yamada M, et al. Deep learning multi-classification of middle ear diseases using synthetic tympanic images[J]. *Acta Otolaryngol*, 2025, 145(2): 134-139.
- [25] Zeng X, Jiang Z, Luo W, et al. Efficient and accurate identification of ear diseases using an ensemble deep learning model[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 10839.
- [26] Müller C, Raczyński A, Lailach S, et al. Conventional one-handed compared to two-handed endoscopic ear surgery using an endoscope holder: a single center study[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2025, 282(3): 1217-1230.
- [27] Colombo G, Ferrel F, Di Bari M, et al. Introducing the high-definition 3D exoscope in ear surgery: preliminary analysis of advantages and limits compared with operative microscope[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2021, 278(11): 4217-4223.
- [28] Lee JW, Kim J, Kim H, et al. Comparison of the 3D-exoscope and operating microscope in mastoidectomy[J]. *Otol Neurotol*, 2024, 45(4): 410-414.
- [29] Ferreira T, Roy S, Tan JK, et al. Exoscope-assisted spine surgery: Current applications and future directions[J]. *World Neurosurg*, 2024, 23: 100335.
- [30] Wierzbicka M, Szyfter W, Greczka G, et al. Otosurgery with the high-definition three-dimensional (3D) exoscope: advantages and disadvantages[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(4): 777.
- [31] 郝冰雁, 孙圳, 何盛梅, 等. 应用 3D 外视镜联合耳内镜行中耳胆脂瘤手术 2 例[J]. *海南医学*, 2026, 37(1): 107-110.
- [32] Michel G, Bordure P, Chablat D. A new robotic endoscope holder for ear and sinus surgery with an integrated safety device[J]. *Sensors (Basel)*, 2022, 22(14): 5175.
- [33] Liu GS, Parulekar S, Lee MC, et al. Artificial intelligence tracking of otologic instruments in mastoidectomy videos [J]. *Otol Neurotol*, 2024, 45(10): 1192-1197.
- [34] Hospital Guillaume Rene Laennec. Clinical evaluation of robot-assisted cochlear implant insertion in adults using robotol® compared to manual insertion [EB/OL]. *ClinicalTrials.gov Identifier: NCT05696171*, 2025 [2025-02-11].
- [35] Tsuchida K, Takahashi M, Nakazawa T, et al. Augmented reality-assisted transcanal endoscopic ear surgery for middle ear cholesteatoma[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(6): 1780.
- [36] Lee D, Choi A, Mun JH. Deep learning-based fine-tuning approach of coarse registration for ear-nose-throat (ENT) surgical navigation systems[J]. *Bioengineering (Basel)*, 2024, 11(9): 941.
- [37] Wirtz CR. Intraoperative navigation mit fokus auf der schädelbasis [J]. *HNO*, 2016, 64(9): 635-640.

(收稿日期:2026-05-09)

本文引用格式:张青,秦茂林.新形势下耳外科手术技术的发展与展望[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2026, 32(3): 1-5. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202626186

Cite this article as: ZHANG Qing, QIN Maolin. Development and prospects of ear surgery techniques in the new era[J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2026, 32(3): 1-5. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202626186