

· 诊疗方案 ·

术中面神经监测专家共识

中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会耳科组

中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会耳科学组

通信作者:高志强,中国医学科学院北京协和医学院 北京协和医院耳鼻咽喉科,北京 100730, Email: talllee@sina.com

基金项目:财政部、国家卫生健康委医疗服务与保障能力提升项目(Z155080000004);中央高水平医院临床科研专项(2022-PUMCH-B-095)

Expert consensus on intraoperative facial nerve monitoring

Subspecialty Group of Otolaryngology, Editorial Board of Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery; Subspecialty Group of Otolaryngology, Society of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Chinese Medical Association

Corresponding author: Gao Zhiqiang, Department of Otorhinolaryngology, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China, Email: talllee@sina.com

Fund program: Medical Service and Supporting Capacity Improvement Project of Ministry of Finance and National Health Commission(Z155080000004); Clinical Research Program of Central High-level Hospital(2022-PUMCH-B-095)

概 述

面神经是颅骨内走行最长的脑神经,是颞骨及侧颅底手术中神经保护工作的核心。面神经损伤可发生在神经走行中的任意节段(颅内段、颞骨内段或颞骨外段),损伤程度可从轻度的神经失用到严重的神经横断或者缺损。病变对面神经的压迫,以及手术操作对面神经的牵拉等机械刺激都可能影响面神经形态或功能。面神经受损后,患者除出现面部变形、面肌运动障碍外,还可出现视力、味觉、咀嚼等生理功能障碍,其心理和社会生活深受影响。由于面神经走行隐匿且复杂多变,单纯依靠术前影像及术中观察,即使经验丰富的术者在处理复杂的病变时也存在面神经定位困难的问题^[1]。

有鉴于此,我们建议在颞骨、侧颅底及颌面部手术中,条件允许时可进行规范的面神经监测,准确定位、识别并实时监测面神经,以期更好地保护面神经的完整性和功能。

目前,术中面神经监测(intraoperative facial nerve monitoring, IOFNM)对面神经的保护价值已逐渐被认可,但由于存在设备、监测技术及结果判读等诸多问题,导致其临床推广应用受限,亟需一份可靠的指导意见来规范其开展^[2-4]。为了更好地应用 IOFNM 技术提高术中面神经识别率,切实降低面神经损伤率,我们组织国内耳鼻咽喉头颈外科、神经外科、麻醉科、神经科领域的专家,结合国内外近年 IOFNM 研究进展,共同撰写了《术中面神经监测专家共识》,以期促进 IOFNM 的规范开展。

DOI: 10.3760/cma.j.cn115330-20231225-00325

收稿日期 2023-12-25 本文编辑 金昕

引用本文:中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会耳科组,中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会耳科学组. 术中面神经监测专家共识[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2024, 59(2): 97-106. DOI: 10.3760/cma.j.cn115330-20231225-00325.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



历史与现状

一、发展历史

IOFNM 是最早开展的术中神经监测项目之一^[5]。1898 年 Krause 在耳蜗神经切断术中,利用电流刺激面神经,同时观察面部肌肉活动,首次提出 IOFNM 这一概念^[6]。由于手术技术及设备的限制,在 20 世纪前 50 年,听神经瘤术中面神经几乎 100% 损伤;一段时间内,数位耳科医生尝试在不同术式或疾病中探索 IOFNM 的应用与价值^[7-8]。20 世纪 60 年代,Parsons^[7]、Hilger^[8]等学者先后报告了用于耳科和腮腺手术的专用监视器,应用传感器记录肌肉电反应。1979 年 Delgado 将肌电监测应用于听神经瘤手术,并对肌电监测技术进行了描述,所使用的肌肉针电极灵敏度更高,通过简化流程,逐渐实现了单一手术团队便可进行 IOFNM^[9]。1982 年,研究者进一步加入声音反馈机制,将手术医生从示波器屏幕前“解放”出来^[10]。1983 年, Kartush 等与 Nicolet 生物医学公司合作,开发了一种专用的恒流面部神经监测器,通过波形和声音输出肌电反应,为外科医生提供直接的实时反馈,并能消除刺激伪影,以防止外科医生混淆刺激声音与反应声音。此外,反应音调(response tones)被进一步编程,外科医生可以凭借听声音确定肌电通道来源(眼或口)^[11],报警音量还与肌电图的波幅相关,这种设备后来被称为神经完整性监测器(nerve integrity monitor, NIM)。至此,现代 IOFNM 基本成形并进入快速推广及应用阶段。1991 年,美国国立卫生研究院发布相关指南,基于研究证据提出“听神经瘤手术需要常规采用神经电生理技术监测面神经”。此后,越来越多的研究证实 IOFNM 能降低多种手术中的面神经损伤率。

二、国内现状

我国 IOFNM 在 20 世纪 90 年代中后期逐渐应用于临床,略晚于国外报道^[12]。国内不同地区应用 IOFNM 的差异较大。IOFNM 主要应用于听神经瘤及复杂侧颅底病变切除、腮腺肿瘤切除术中,在面神经减压、人工耳蜗植入、中耳畸形等手术中也有相关应用报道。通过 IOFNM,可提高多种手术中的面神经功能保全率^[13]。然而,我国尚无针对 IOFNM 的统一应用标准或规范。我们近期开展的一项国内 IOFNM 现状调查(共有来自全国 31 个省市自治区的 213 家医疗机构的 417 名医务人员参与)显示:尽管受调查者中 77% 来自三甲医院,但仅

有 227 名(54.4%, 227/417)受调查者所在的 53 家机构(24.9%, 53/213)已开展 IOFNM;部分受调查者表示希望进一步学习面神经相关解剖、电生理机制和监测参数设置等。基于以上国内应用现状,亟需制定指南或共识进一步指导 IOFNM 的应用。

面神经相关解剖、生理

面神经是第Ⅶ对脑神经,为混合性神经,含有三种主要纤维成分:(1)特殊内脏运动纤维,起于面神经的运动神经核,位于桥脑下部,主要支配除上睑提肌以外的所有表情肌以及颊肌、茎突舌骨肌、二腹肌和镫骨肌等;(2)一般内脏运动纤维,起于上涎核,属于副交感节前纤维,换神经元后的节后纤维支配泪腺、鼻腔黏液腺、颌下腺及舌下腺的分泌;(3)特殊内脏感觉纤维,即味觉纤维,其胞体位于膝状神经节,周围突分布于舌前 2/3 味蕾,中枢突止于孤束核。另外面神经可能还含有少量躯体感觉纤维,司耳廓及外耳道小范围皮肤感觉,拉姆齐-亨特综合征患者外耳皮肤疱疹疼痛与此纤维受累有关。

根据神经走行,面神经可分为 8 段。(1)运动神经核上段:大脑皮质运动中枢至面神经核段。(2)运动神经核段:走行在桥脑中的面神经。(3)桥小脑角段:面神经从脑干表面发出,穿过桥小脑角区的蛛网膜下腔,进入内耳门。面神经出脑干区(root entry zone, REZ)是指面神经自脑干发出到进入内听道的一段特定区域,此区域为中枢髓鞘向外周髓鞘的过渡区^[14],平均长度约 24 mm,由于此区域面神经缺乏神经外膜覆盖,在急性牵拉时极易受损^[15]。(4)内听道段:从内耳门到内听道底的一段。面神经在桥小脑角区主要位于前庭蜗神经的前下方,到内听道区域逐渐转到前庭蜗神经的前上方^[16]。(5)迷路段:内听道底到膝状神经节的一段面神经,岩浅大神经即从膝状神经节分出。(6)鼓室段:面神经走行在鼓室内侧壁的一段,又常称为水平段,此段面神经骨管菲薄或缺失,在中耳手术中易受损伤。(7)乳突段:从鼓室入口至茎乳孔之间的面神经,亦称为垂直段。乳突段面神经还分出镫骨肌支支配镫骨肌活动,分出鼓索神经随舌神经分布于舌前 2/3 的味蕾,司味觉。(8)颞骨外段:面神经出茎乳孔后的主干及分支。面神经出茎乳孔后即发出三个小分支,支配枕肌、耳周围肌、二腹肌后腹和茎突舌骨肌。面神经主干进入腮腺浅深叶间,常分



为颞面干和颈面干,随后再分为 5 个主要分支,不同分支之间常有复杂的交叉。颞支支配额肌和眼轮匝肌等,颞支主要支配眼轮匝肌及颞大、小肌,颊支主要支配颊肌、口轮匝肌,下颌缘支支配下唇诸肌,颈支支配颈阔肌^[17]。

通过电刺激或机械刺激面神经的方式可诱发神经-肌肉电活动。受刺激后的神经纤维产生去极化,并沿着郎飞节迅速传播,动作电位通过运动终板传递到面部肌肉。运动单位(motor unit, MU)是由面部运动神经元及其神经支配的肌纤维组成。在较小和活动精细的面部肌肉中,每个 MU 支配的肌纤维数量较少,利于精准控制肌肉运动。运动单位动作电位(motor unit action potential, MUAP)是运动神经元支配的全部或部分肌纤维产生的电位。在面部电生理诊断中,人们通常通过直接观察(神经兴奋性试验或最大刺激试验)或解读肌肉电信号(神经电图,肌电图)来测量神经肌肉反应。IOFNM 与常规面神经电图检测的内涵并不完全相同,IOFNM 多是一般刺激诱发的多相复合肌肉动作电位(compound muscle action potential, CMAP),而面神经电图是超强刺激所诱发的。

卫生经济学评价

IOFNM 的主要作用包括:(1)面神经实时定位和精准识别;(2)实时预警面神经损伤;(3)对术后面神经功能的预估。无论是侧颅底手术、中耳乳突手术还是颌面外科手术,均有研究证实 IOFNM 可以显著降低面神经损伤的发生率。此外,IOFNM 还能有效减少整个手术耗时,并可作为术中监测麻醉深度的一种手段。不仅在颅底手术中,在中耳手术中 IOFNM 的重要性和认可度也在逐渐增加^[18]。

从卫生经济角度,尽管 IOFNM 增加了医疗成本,但其明显降低了面神经麻痹的发生率并节省了相关费用。国外研究表明,一次中耳手术 IOFNM 将额外增加 222.73 ~ 528.00 美元的医疗花费。但经过卫生经济学计算,对初次手术和修正性手术进行 IOFNM 都具有较高的性价比^[19]。通过 IOFNM 降低术中面神经损伤率,也是规避医疗风险的重要手段。

适 应 证

任何有可能损伤面神经主干及其分支的手术

均为 IOFNM 适应证。术者需根据手术部位、病变性质及术者操作技术等进行决策。相关手术包括但不限于:(1)侧颅底手术:颞骨外侧切除、岩骨次全切除、颞骨次全切除,颞下窝入路、经迷路入路、经耳囊入路、经耳蜗入路、经颞骨-迷路上入路、迷路后入路、中颅窝入路、乙状窦后入路等;(2)涉及外耳、中耳及内耳的颞骨手术:外耳道成形与再造、完壁式或开放式乳突切除、各种鼓室成形及修正性鼓室成形、人工耳蜗植入等;(3)颌面手术:腮腺浅叶或深叶肿瘤切除、鳃裂瘘管/囊肿切除、外伤修复等。

一、侧颅底疾病

1. 听神经瘤(强烈推荐):IOFNM 为听神经瘤手术的常规操作,在识别面神经、降低面神经损伤风险方面起到了重要作用^[4,20],同时对预测术后面神经功能也有重要作用^[21-22]。

2. 其他内听道、桥小脑角区肿瘤及侧颅底病变(强烈推荐):包括颞骨恶性肿瘤、岩骨胆脂瘤、颈静脉球副神经节瘤、后组脑神经鞘瘤以及面神经肿瘤^[23-25]。

3. 半面痉挛(强烈推荐):IOFNM 不仅有助于定位面神经,神经刺激诱发电位的变化及侧方扩散反应的变化,均与微血管减压术后效果显著相关^[26-27]。

二、中耳及内耳疾病

1. 人工听觉植入(可选):合并有外耳或中耳畸形时推荐行 IOFNM,有助于定位及保护面神经^[28-29]。

2. 先天性外耳或中耳畸形(强烈推荐):外耳或中耳畸形均可能合并面神经畸形^[30-31]。若手术有可能损伤面神经,则建议行 IOFNM。

3. 中耳乳突再手术(推荐):在中耳手术中,面神经鼓室段是最容易损伤的部位^[32]。再手术(修正性手术)时由于正常解剖标志缺失,瘢痕、肉芽的形成,面神经定位难度增加,且有面神经骨管缺失等可能,故建议行 IOFNM^[33]。此外,普通中耳乳突手术及鼓室成形术可按需行 IOFNM。

4. 耳硬化症(可选):部分患者面神经遮窗、下移时,可考虑行 IOFNM。

三、颌面疾病

1. 腮腺肿瘤(推荐):无论浅叶还是深叶的腮腺肿瘤,IOFNM 均可降低术中面神经损伤率,尤其是面神经分支的损伤^[2]。

2. 先天性鳃裂瘘管/囊肿(推荐):第一鳃裂瘘管/囊肿常与面神经关系密切,神经损伤风险较高,



推荐使用^[34-35]。

四、其他需要监测的疾病

注:由于多数术式缺乏高质量临床试验支持,证据等级差异较大,上述推荐意见主要基于专家讨论结果。

操作方法

一、放置电极

1. 手术侧别和手术部位准备:术前再次核对手术侧别。IOFNM 无需常规备皮,胸前的参考电极和刺激电极放置位点可根据术野范围等进行调整。

2. 常用 IOFNM 记录电极位点:包括眼轮匝肌、口轮匝肌、额肌、颞肌,可根据手术需求增减(图1)。建议至少监测眼轮匝肌、口轮匝肌两个位点。放置电极过程中观察皮下有无血肿,若有血肿形成,拔出电极压迫数分钟即可。放置结束,测量电阻是否符合要求;轻击电极表面皮肤,若有刺激肌电引出则表示连接通畅。

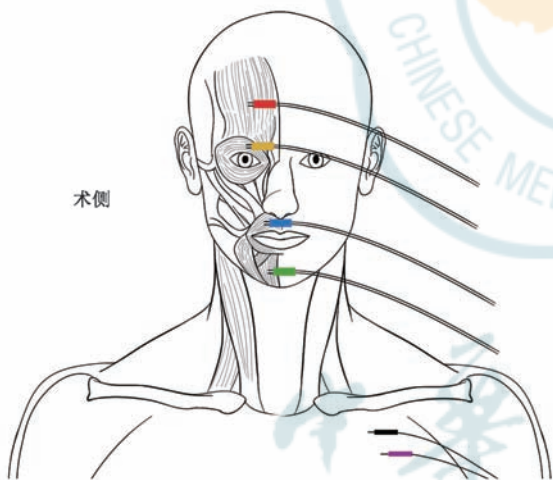


图1 术中面神经监测电极放置示意 记录电极可放置于眼轮匝肌、口轮匝肌、额肌、颞肌,电极针尖朝向术侧(以右侧手术为例),接地电极和刺激电极的一极置于胸前皮下。(孙慧颖 绘)

3. 术后应在患者麻醉苏醒前拔除皮下电极:拔除电极时应避免影响气管插管的固定。拔除后局部按压止血 5 min。目前 IOFNM 皮下电极均为一次性使用,用后按锐器处理,不宜反复消毒使用。

二、参数设置

刺激参数:常用重复刺激频率 1~4 Hz,脉冲时长 50~100 μ s。刺激模式可分为恒定电流刺激和恒定电压刺激两种。由于不同组织的电阻变异较大,恒定电流刺激模式应用更多。刺激电流强度需

根据刺激位点与面神经距离、间隔组织的电阻以及面神经的功能决定。为防止电流刺激过大,直接刺激面神经的电流强度一般小于 3 mA。

监测参数:带通滤波建议至少 10~1 000 Hz。波幅显示范围根据刺激量调整。理想的监测时域范围是既可清晰显示所诱发电位的各个相位,又能同时显示一长串爆发肌电,一般至少 50 ms。对于重要的肌电信息,应进行实时存储。为避免刺激伪迹的干扰,设置“拒绝期”(rejection period)为刺激后 3 ms。在桥小脑角区操作时,为避免三叉神经受刺激所引起的干扰,可设置“拒绝期”为刺激后 5 ms。

神经监测时效性十分重要,为实现快速反应,直接给予手术医生声反馈的神经监测模式可能最佳^[36]。无论是术者独立监测还是技师监测,均应设置声音报警。现代的神经监护仪对不同监测通道及不同类型的异常事件有不同的警报声,术者应熟知不同报警声的意义。

三、特殊监测方法

1. 持续面神经监测:一种是放置刺激电极在面神经出脑干区(REZ),但该方法需要暴露出 REZ,不仅风险高,且肿瘤巨大时也不具备可操作性;另一种是经颅电、磁刺激^[37],但经颅刺激伪迹较大易造成诱发电位识别困难,还可能引起不可预知的体动,目前尚在探索阶段。

2. 侧方扩散反应(lateral spread response, LSR):不仅是半面痉挛的诊断依据,更可在术中预测微血管减压的效果。放置刺激电极于面神经下颌缘支附近,同时记录颞肌和眼轮匝肌的诱发电位;或者刺激面神经颞支,同时记录额肌和口轮匝肌的诱发电位。尽管 LSR 未消失的患者术后也有治愈者,但 LSR 消失预示较高的治愈率^[38-39]。若同时结合术中和术后 2 d 的 LSR 结果,阳性预测值更高^[27]。

常见问题与注意事项

1. IOFNM 过程中,术者不能过度依赖监测,应结合解剖定位及显微镜下所见进行综合判断。

2. 如计划使用 IOFNM,术前术者应和麻醉医师、手术护士进行充分沟通。

3. 应在患者全身麻醉显效后、手术开始前放置电极并牢固固定,正确连接电极,并确认监测系统运行正常。

4. 神经监测仪报警声需保持打开,不能随意关



闭神经监护仪的报警声或调节音量大小。术者对报警声应有足够的警惕性。若因使用电外科设备出现较大的干扰声,可使用监测仪配套的感应线圈识别电外科器械电流,临时静默报警。

5. 在预期开始 IOFNM 之前与麻醉医师及时沟通,根据手术进度和患者情况,调整麻醉药物,暂停神经肌肉阻滞剂(肌松药)。

6. 术中开始使用刺激电极前应再次确认电流传导通路是正常的。在电流设置正确时,刺激电极接触患者组织时会有声音提示。

7. 开始监测时,选择中等大小刺激强度,具体参见不同手术区域 IOFNM 的操作要点。确认监测系统运行正常,及时调整刺激电流强度,协助判断神经位置,测量神经反应阈值。过大电刺激定位不准确。

8. 能检测到诱发电位并不代表肌松效果已完全消退。不同位点肌肉对于肌松药反应并不同:眼轮匝肌等对肌松药相对不敏感,而口角附近运动较精细的肌肉对肌松药敏感性更高。

9. 单极刺激电极和双极刺激电极无绝对优劣之分,其适用的场景不同。单极刺激电极适用于空间较为狭小的区域,在定位上优势更大,可部分替代剥离子使用。双极刺激电极由于刺激电场局限,更适于在局部描记面神经走行。

10. 术中若刺激部位无电反应,应详细分析可能的原因,包括刺激通路是否通畅、刺激电流是否足够大、阈值设置是否合理、肌松药是否代谢充分等,切不可轻易认为周围无面神经就继续操作。

麻醉相关问题

基本要求:保证患者生命体征与麻醉深度平稳、镇静镇痛效果满意,各项生理指标在正常范围内,尽可能减少麻醉管理对 IOFNM 的影响。

一、局麻药

有效的 IOFNM 依赖面神经刺激位点远端的神经和肌肉功能的完整性。常用局麻药物可阻滞神经纤维的传导,应避免在面神经走行区域应用。

二、神经肌肉阻滞剂

IOFNM 过程中,神经肌肉阻滞剂对触发肌电图有直接的抑制效应^[40]。在监测前,应与麻醉医师提前沟通,暂停神经肌肉阻滞剂,并确保其充分代谢,以避免对神经肌肉传导造成影响。有条件时应

进行肌松深度监测。

三、IOFNM 期间的麻醉管理

主要包括:(1)尽可能应用低剂量非去极化肌松药或短效非去极化肌松药,必要时可选用去极化肌松药(琥珀酰胆碱)进行全麻诱导、气管插管,短时间手术中不再追加肌松药。对于恶性高热、高钾血症、截瘫等去极化肌松药(琥珀酰胆碱)禁忌症患者,应避免应用。此外,晚期肝病患者由于假性胆碱酯酶浓度下降,可导致去极化肌松药(琥珀酰胆碱)半衰期延长,应用时需注意。(2)使用非去极化肌松药者,必要时可于面神经监测前,应用肌松药拮抗剂拮抗肌松效果。(3)术中优先选择全静脉麻醉维持,并进行麻醉深度监测;吸入麻醉维持者,应保持吸入麻醉药最小肺泡有效浓度(MAC)值<0.5,以避免其对 IOFNM 的影响。

应用与解读

IOFNM 分为被动监测和主动监测两种。

一、被动监测

被动监测的自发肌电图包括 3 种波形:棘波,爆发波和成串发放(train)^[41]。不同形式肌电图,反映了神经受到不同类型的刺激。术者可根据音色识别自发肌电图类型。

(一)棘波

棘波是单个出现的双相或三相波(图 2)。棘波最常见于神经受到一过性的机械刺激或单个电刺激,棘波的出现与神经预后无明确关系。需要注意的是,当神经受到锐利的切割而发生横断时,也可能仅出现单个棘波。

(二)爆发波

爆发波是复合叠加波,其波幅可达 500 μ V 甚至更高,持续时间可达数百毫秒(图 3)。术中对神经的冷热刺激、牵拉等常可诱发爆发波。

(三)成串发放

成串发放是指持续出现的周期性肌电图活动,持续时间长达数秒。目前观察到的三种具有特定节律特征的典型模式,分别是 A 型成串发放、B 型成串发放和 C 型成串发放。

1. A 型成串发放:持续性正弦样高频高振幅波,扬声器中听起来像“轰炸机飞过的声音”,常突然发生,波幅 $\leq 500 \mu$ V,频率为 60~200 Hz,持续时间为数毫秒到数秒。A 型成串发放提示存在重复放电,常与面神经损伤有关,被认为是术后面神经



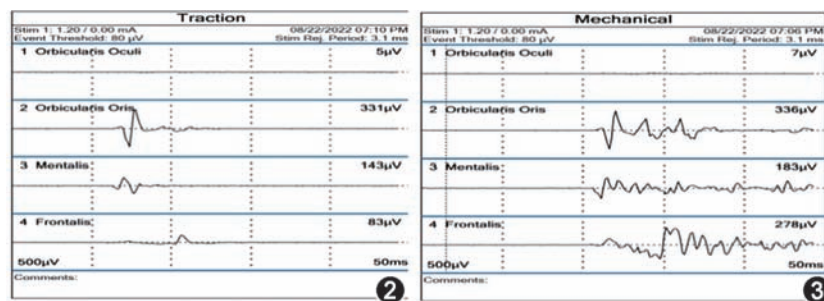


图2 术中面神经监测自发肌电图棘波示意

图3 术中面神经监测自发肌电图爆发波示意

功能不良的一个高度准确的预测指标。一旦出现 A 型成串发放,需停止手术,待其消失后再继续进行^[42]。

2. B 型成串发放:规律或不规律的棘波或爆发波组合,逐渐发生,持续 500 ms 到数小时。

3. C 型成串发放:连续不规则放电。

B、C 型成串发放听起来像“爆米花声音”,暂无文献报道说明其与临床预后的明确相关性。

在术中出现自发肌电反应,最重要的是结合肌电图类型和手术操作,找出引起肌电反应的原因。患者如果术前已存在部分面神经麻痹,可能在没有操作前就会出现病理性的自发肌电图,这时需要做好记录、调整阈值,仔细识别自发肌电图的形态。

二、主动监测

当面神经存在解剖变异或者与肿瘤关系密切时,术中不能单纯依靠被动监测,需要“主动”寻找面神经,描记面神经与病变的解剖关系。主动监测分为触发肌电图和面神经运动诱发电位(facial motor evoked potential, FMEP)。

1. 触发肌电图:术中面神经的触发肌电图主要用于定位面神经和评估面神经传导功能。电刺激面神经可产生复合肌肉动作电位(CMAP),记录的波形特征包括潜伏期和波幅。

探寻面神经走行时,一旦诱发出 CMAP,应逐渐调低刺激电流至阈值水平。计算 IOFNM 触发肌电图波幅常采用“峰-峰”模式计算。触发肌电的阈值、潜伏期和波幅均与面神经功能相关,面神经的预后与 IOFNM 的最小刺激阈值、波幅密切相关^[43-44]。

CMAP 的波幅与受刺激兴奋的面神经纤维数量成正比^[45-46]。通过比较操作前后各通道肌电图波幅,可以评估相应面神经分支的功能变化。CMAP 波幅下降提示神经功能缺陷或参与去极化的运动单元数量减少,可能出现面部功能

障碍^[3,47-49]。

触发肌电图依赖触发点远端的神经传导功能,当神经触发点中枢端出现新发损伤时,一定时间内可能不影响远端的触发肌电图。故在应用触发肌电图评估面神经功能时,应尽可能刺激术野中面神经中枢端。此外,触发肌电图参数并不能区分神经损伤的具体类型。

2. FMEP: FMEP 通过刺激面神经相应的运动皮质区,经皮质核束传导,进而激活面神经和所支配的肌肉产生 CMAP。监测前将螺旋状刺激电极插入头皮,定位于 C_z (参考电极)和 C3 或 C4 (国际 10-20 脑电图系统);记录电极置于眼轮匝肌和口轮匝肌皮下。FMEP 的存在提示运动传导通路上所有结构功能良好,包括运动皮质、皮质核束、运动神经元、面神经和神经肌肉接头^[49]。

目前,手术结束时 FMEP 波幅降低小于 50% 被认为是面神经功能预后良好的指标;FMEP 波幅下降超过 50% 或消失预示着严重面神经麻痹,且难以恢复。术者可基于 FMEP 波幅比调整手术,以避免更重的面神经损伤^[50]。

IOFNM 的可靠性受诸多因素影响,具体包括:(1)刺激电极的选择及其位置;(2)麻醉药物的影响;(3)术中其他因素的干扰:电钻、单极电凝、双极电凝和术中牵拉等均会对 IOFNM 的波形造成干扰^[51]。因此,术中需结合多方面信息进行判断。

不同手术区域 IOFNM 的操作要点

一、桥小脑角区手术

桥小脑角区手术主要为听神经瘤切除术,还有脑膜瘤、累及桥小脑角区的副神经节瘤、胆脂瘤、面神经肿瘤切除术等。此区域手术中,面神经多位于肿瘤的腹侧,利用触发肌电图可有效定位面神经。脑脊液具有容积导电效应,探测或者刺激面神经时,应确保神经探针与组织之间无脑脊液干扰。通常,此区域面神经诱发电位阈值在 0.05 mA 以下时,提示刺激点远端面神经功能良好^[44]。术中刺激神经时需靠近中枢端。术中肿瘤切除前后面神经最大阈上刺激的波幅改变情况还可预判术后早期面神经功能^[52]。

建议:术中需边探测、边分离,常采用 <0.5 mA 的探测电流^[53]。待出现触发肌电图,根据切除进度



逐渐调低刺激电流。实际刺激电流多在 0.3 mA 以下,避免神经受到过度刺激。

二、颞骨区手术

面神经在颞骨内走行相对稳定,不同手术中易损伤位点不同。经迷路入路手术易在内听道底损伤面神经;岩骨次全切除术容易损伤面神经水平段近膝状神经节处,封闭术腔时可因填塞脂肪导致术腔压力过高进而损伤面神经;乳突切除手术中,面神经水平段、垂直段都可能受损^[54]。颞骨内面神经损伤多与面神经暴露不良有关^[55]。在颞骨区手术中,建议全程监测,在可疑的神经位点应用触发肌电图定位面神经,手术结束前再次探查神经完整性。

此外,经典的颞下窝入路 Type A、经耳蜗入路需行面神经改道,涉及面神经颞骨内段及颞骨外段的识别、游离、改道和部分固定等,其监测要点除上述外,在神经改道固定后推荐进行持续面神经监测,避免因牵拉张力过大损伤面神经。

面神经骨管厚度不同,所需的刺激电流阈值也不同^[56]。面神经水平段的刺激阈值约为 0.3 mA,垂直段的刺激阈值约为 0.4 mA^[57]。

建议:面神经不同位点采用的刺激参数不同。鼓室段面神经刺激电流 0.3 mA 以上;当面神经裸露或可疑面神经管缺失时,刺激电流可调至 0.1 ~ 0.2 mA;乳突段面神经刺激电流 0.4 ~ 0.5 mA。若行面神经改道,可在改道前和改道后分别检测触发肌电图,确保面神经的完整性和神经传导通畅性。若同等条件所诱发的电位波幅下降超过 50%,预示术后将出现短暂或者长期的面神经损伤,应减少牵拉张力,并进行血管解痉等操作。

三、颌面部手术

腮腺肿瘤是头颈颌面部常见肿瘤,治疗以手术切除为主,面神经颞骨外段的解剖是手术的关键操作。此外,先天性鳃裂瘻管/囊肿是相对少见的先天性畸形,与面神经关系密切,鳃裂瘻管/囊肿切除术的主要挑战之一就是如何避免面神经损伤。面神经分支的走行在个体间变异较大,术中容易造成损伤,在行腮腺肿瘤及鳃裂瘻管/囊肿切除术时,建议全程监测面神经、适时探测^[7]。

建议:涉及腮腺的颌面部手术,需行 4 通道的术中面神经监测,标准操作是将记录电极放置于额肌(颞支)、眼轮匝肌(颧支)、口轮匝肌(颊支)、颏肌(下颌缘支),利于面神经解剖过程中的精准定位和实时监测^[11]。

小 结

在耳科及侧颅底外科手术中进行 IOFNM 是现代外科高质量发展的一座里程碑,合理的应用可提高手术效率、降低神经损伤风险、改善患者预后^[58]。此共识基于文献及专家讨论提出建议,仅供相关医务人员在临床实践中参考。术者在术中不能过度依赖监测设备,应结合影像资料、解剖学定位、显微镜下所见进行综合判断和决策。

顾问及指导专家 王正敏(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院)、韩东一(解放军总医院)、迟放鲁(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院)、孔维佳(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、孙建军(北京大学国际医院)、邱建华(空军军医大学第一附属医院)、马秀岚(中国医科大学附属盛京医院)、龚树生(首都医科大学附属北京友谊医院)、樊兆民(山东省耳鼻喉医院)

执笔专家(按姓氏拼音排序) 包新杰(北京协和医院神经外科)、陈穗俊(中山大学孙逸仙纪念医院)、陈正依(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、崔丽英(北京协和医院神经内科)、戴春富(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院)、冯国栋(北京协和医院)、高志强(北京协和医院)、韩维举(解放军总医院)、韩宇(空军军医大学第一附属医院)、韩月臣(山东省耳鼻喉医院)、华清泉(武汉大学人民医院)、黄宇光(北京协和医院麻醉科)、李华伟(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院)、金昕(中华医学会杂志社)、廖华(武汉大学人民医院)、刘明生(北京协和医院神经内科)、申乐(北京协和医院麻醉科)、田旭(北京协和医院)、王海波(山东省耳鼻喉医院)、王璞(首都医科大学附属北京天坛医院)、汪照炎(上海交通大学医学院附属第九人民医院)、吴皓(上海交通大学医学院附属第九人民医院)、夏寅(首都医科大学附属北京天坛医院)、许志勤(北京协和医院神经外科)、杨仕明(解放军总医院)、殷善开(上海交通大学医学院附属第六人民医院)、查定军(空军军医大学第一附属医院)、赵杨(北京协和医院)、郑亿庆(中山大学孙逸仙纪念医院)、朱玉华(解放军总医院)

参与讨论或征求意见专家(按姓氏拼音排序) 曹现宝(云南省第一人民医院)、陈晓巍(北京协和医院)、冯永(南华大学附属妇幼保健院)、高下(南京大学医学院附属鼓楼医院)、郭玉芬(兰州大学第二医院)、胡洪义(北京大学深圳医院)、江红群(南昌大学第一附属医院)、姜鸿彦(海南省人民医院)、李永新(首都医科大学附属北京同仁医院)、梁勇(南方医科大学南方医院)、林昶(福建医科大学附属第一医院)、刘玉和(首都医科大学附属北京友谊医院)、刘月辉(南昌大学第二附属医院)、卢连军(空军军医大学第二附属医院)、卢伟(郑州大学第一附属医院)、梅凌云(中南大学湘雅医院)、潘滔(北京大学第三医院)、孙敬武(中国科学技术大学附属第一医院)、孙岩(烟台毓璜顶医院)、唐安洲(广西



医科大学第一附属医院)、肖红俊(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、杨军(上海交通大学医学院附属新华医院)、杨希林(武汉大学人民医院)、叶胜难(福建医科大学附属第一医院)、余力生(北京大学人民医院)、余蓉(南昌大学第一附属医院)、袁伟(重庆市人民医院)、袁雅生(复旦大学附属耳鼻喉科医院)、张天宇(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院)、赵守琴(首都医科大学附属北京同仁医院)、赵宇(四川大学华西医院)、钟时勋(重庆医科大学附属第一医院)、周慧芳(天津医科大学总医院)、郑虹(四川大学华西医院)

注:未注明科室的专家所在科室均为耳鼻咽喉头颈外科

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 北京协和医院孙慧颖绘制插图

参 考 文 献

- Green JD Jr, Shelton C, Brackmann DE. Iatrogenic facial nerve injury during otologic surgery[J]. *Laryngoscope*, 1994, 104(8 Pt 1): 922-926. DOI: 10.1288/00005537-199408000-00002.
- Chiesa-Estomba CM, Larruscain-Sarasola E, Lechien JR, et al. Facial nerve monitoring during parotid gland surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2021, 278(4): 933-943. DOI: 10.1007/s00405-020-06188-0.
- Chiang FY, Lien CF, Wang CC, et al. Proposals for standardization of intraoperative facial nerve monitoring during parotid surgery[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2022, 12(10): 2387. DOI: 10.3390/diagnostics12102387.
- Vivas EX, Carlson ML, Neff BA, et al. Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on intraoperative cranial nerve monitoring in vestibular schwannoma surgery[J]. *Neurosurgery*, 2018, 82(2):E44-E46. DOI: 10.1093/neuros/nyx513.
- Mella J, Shonka DC. Historical perspective on nerve monitoring during head and neck surgery//Scharpf J, Randolph GW. Intraoperative cranial nerve monitoring in otolaryngology-head and neck surgery[M]. Cham: Springer International Publishing, 2023:3-18.
- Krause F. Surgery of the brain and spinal cord, based on personal experiences[M]. New York: Rebman, 1912.
- Parsons RC. Electrical nerve stimulation at surgery[J]. *Laryngoscope*, 1968, 78(5): 742-748. DOI: 10.1288/00005537-196805000-00003.
- Hilger JA. Facial nerve stimulator[J]. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, 1964, 68: 74-76.
- Delgado TE, Bucheit WA, Rosenholtz HR, et al. Intraoperative monitoring of facia muscle evoked responses obtained by intracranial stimulation of the facia nerve: a more accurate technique for facia nerve dissection[J]. *Neurosurgery*, 1979, 4(5): 418-421. DOI: 10.1227/00006123-197905000-00007.
- Sugita K, Kobayashi S. Technical and instrumental improvements in the surgical treatment of acoustic neuromas[J]. *J Neurosurg*, 1982, 57(6):747-752. DOI: 10.3171/jns.1982.57.6.0747.
- Kartush JM, Rice KS, Minahan RE, et al. Best practices in facial nerve monitoring[J]. *Laryngoscope*, 2021, 131 Suppl 4:S1-S42. DOI: 10.1002/lary.29459.
- 沈雁,王正敏.诱发肌电图面神经监测实验研究与临床应用[J]. *中华耳鼻咽喉科杂志*, 1993, 28(2): 88-90. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0412-3948.1993.02.113.
- 陈穗俊,许耀东,区永康,等.面神经实时监测在耳神经外科手术中的应用[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2008, 14(4): 277-280. DOI: 10.3969/j.issn.1007-1520.2008.04.009.
- Tomii M, Onoue H, Yasue M, et al. Microscopic measurement of the facial nerve root exit zone from central glial myelin to peripheral Schwann cell myelin[J]. *J Neurosurg*, 2003, 99(1):121-124. DOI: 10.3171/jns.2003.99.1.0121.
- Loftu C, Biller J, Baron E. Intraoperative neuromonitoring [M]. US: McGraw-Hill Professional, 2013.
- Yang SH, Park H, Yoo DS, et al. Microsurgical anatomy of the facial nerve[J]. *Clin Anat*, 2021, 34(1): 90-102. DOI: 10.1002/ca.23652.
- Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy[M]. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- Hu J, Fleck TR, Xu J, et al. Contemporary changes with the use of facial nerve monitoring in chronic ear surgery[J]. 2014,151(3):473-477.DOI:10.1177/0194599814537223.
- Wilson L, Lin E, Lalwani A. Cost-effectiveness of intraoperative facial nerve monitoring in middle ear or mastoid surgery[J]. *Laryngoscope*, 2003, 113(10): 1736-1745. DOI: 10.1097/00005537-200310000-00015.
- Harner SG, Daube JR, Ebersold MJ, et al. Improved preservation of facial nerve function with use of electrical monitoring during removal of acoustic neuromas[J]. *Mayo Clin Proc*, 1987, 62(2):92-102. DOI: 10.1016/s0025-6196(12) 61876-x.
- Quimby AE, Lui J, Chen J. Predictive ability of direct electrical stimulation on facial nerve function following vestibular schwannoma surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42(4): 493-504. DOI: 10.1097/MAO.0000000000003007.
- 王菁菁,张博雅,胡怡冰,等.大型听神经瘤术后面神经功能的影响因素[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(44):3535-3540. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20230924-00539.
- Wang Z, Chen H, Huang Q, et al. Facial and lower cranial nerve function preservation in lateral approach for cranio-cervical schwannomas[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2015, 272(9): 2207-2212. DOI: 10.1007/s00405-014-3127-y.
- 塞娜,郝维举,王萌萌,等.面神经鞘瘤110例临床诊断及外科治疗分析[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2019, 54(2): 101-109. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1673-0860.2019.02.002.
- 李阳,高志强,姜鸿,等.伴或不伴轻微面神经麻痹的面神经鞘瘤的诊治分析[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2012, 47(7): 549-553. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1673-0860.2012.07.006.
- Fukuda M, Oishi M, Hiraishi T, et al. Facial nerve motor-evoked potential monitoring during microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, 81(5): 519-523. DOI: 10.1136/jnnp.2009.181495.
- Cho M, Ji SY, Go KO, et al. The novel prognostic value of postoperative follow-up lateral spread response after microvascular decompression for hemifacial spasm[J]. *J Neurosurg*, 2021:1-5. DOI: 10.3171/2021.3.JNS21137.



- [28] 徐静,迟放鲁. 面神经监测在小儿电子耳蜗植入术中的应用[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2020, 20(1): 13-15. DOI: 10.14166/j.issn.1671-2420.2020.01.005.
- [29] 于杰,赵杨,田旭,等. 人工耳蜗植入手术入路及机器人人工耳蜗通道钻制进展[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 57(11): 1363-1367. DOI: 10.3760/cma. j. cn115330-20220215-00063.
- [30] Dedhia K, Yellon RF, Branstetter BF, et al. Anatomic variants on computed tomography in congenital aural atresia [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2012, 147(2): 323-328. DOI: 10.1177/0194599812442866.
- [31] Li J, Zhao S, Yang L, et al. Preoperative evaluation and intraoperative protection of the facial nerve in congenital aural atresia[J]. Ear Nose Throat J, 2017, 96(12):E38-E43. DOI: 10.1177/014556131709601209.
- [32] 韩维举,张贤芬,杨仕明,等. 中耳乳突手术引起面神经损伤的修复与预后分析[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2011, 46(12): 998-1004. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1673-0860.2011. 12.007.
- [33] 韩月臣,徐磊,陈东,等. 中耳手术医源性面瘫的处理[J]. 中华耳科学杂志, 2014, 12(3): 426-428. DOI: 10.3969/j. issn.1672-2922.2014.03.018.
- [34] Liu W, Chen M, Hao J, et al. The treatment for the first branchial cleft anomalies in children[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2017, 274(9): 3465-3470. DOI: 10.1007/s00405-017-4648-y.
- [35] Magdy EA, Ashram YA. First branchial cleft anomalies: presentation, variability and safe surgical management[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2013, 270(6): 1917-1925. DOI: 10.1007/s00405-012-2287-x.
- [36] Gidley PW, Maw J, Gantz B, et al. Contemporary opinions on intraoperative facial nerve monitoring[J]. OTO Open, 2018, 2(3):2473974X18791803. DOI: 10.1177/2473974X18791803.
- [37] Acioly MA, Liebsch M, Carvalho CH, et al. Transcranial electrocortical stimulation to monitor the facial nerve motor function during cerebellopontine angle surgery[J]. Neurosurgery, 2010, 66(6 Suppl Operative):354-361; discussion 362. DOI: 10.1227/01. neu. 0000369654.41677. b7.
- [38] Neves DO, Lefaucheur JP, de Andrade DC, et al. A reappraisal of the value of lateral spread response monitoring in the treatment of hemifacial spasm by microvascular decompression[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2009, 80(12):1375-1380. DOI: 10.1136/jnnp.2009.172197.
- [39] Wei Y, Yang W, Zhao W, et al. Microvascular decompression for hemifacial spasm: can intraoperative lateral spread response monitoring improve surgical efficacy?[J]. J Neurosurg, 2018, 128(3): 885-890. DOI: 10.3171/2016.11.JNS162148.
- [40] Cai YR, Xu J, Chen LH, et al. Electromyographic monitoring of facial nerve under different levels of neuromuscular blockade during middle ear microsurgery[J]. Chin Med J (Engl), 2009, 122(3):311-314.
- [41] Romstöck J, Strauss C, Fahlbusch R. Continuous electromyography monitoring of motor cranial nerves during cerebellopontine angle surgery[J]. J Neurosurg, 2000, 93(4):586-593. DOI: 10.3171/jns.2000.93.4.0586.
- [42] Prell J, Rampp S, Romstöck J, et al. Train time as a quantitative electromyographic parameter for facial nerve function in patients undergoing surgery for vestibular schwannoma[J]. J Neurosurg, 2007, 106(5):826-832. DOI: 10.3171/jns.2007.106.5.826.
- [43] Haring CT, Ellsperman SE, Edwards BM, et al. Assessment of intraoperative nerve monitoring parameters associated with facial nerve outcome in parotidectomy for benign disease[J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2019, 145(12):1137-1143. DOI: 10.1001/jamaoto.2019.1041.
- [44] Huang X, Ren J, Xu J, et al. The utility of "low current" stimulation threshold of intraoperative electromyography monitoring in predicting facial nerve function outcome after vestibular schwannoma surgery: a prospective cohort study of 103 large tumors[J]. J Neurooncol, 2018, 138(2):383-390. DOI: 10.1007/s11060-018-2806-8.
- [45] Behm DG, Whittle J, Button D, et al. Intermuscle differences in activation[J]. Muscle Nerve, 2002, 25(2): 236-243. DOI: 10.1002/mus.10008.
- [46] Roberts TJ, Gabaldón AM. Interpreting muscle function from EMG: lessons learned from direct measurements of muscle force[J]. Integr Comp Biol, 2008, 48(2): 312-320. DOI: 10.1093/icb/icn056.
- [47] Mamelie E, Bernat I, Pichon S, et al. Supramaximal stimulation during intraoperative facial nerve monitoring as a simple parameter to predict early functional outcome after parotidectomy[J]. Acta Otolaryngol, 2013, 133(7): 779-784. DOI: 10.3109/00016489.2013.771283.
- [48] Chiang FY, Wang CC, Wu CW, et al. Correlation between electrophysiological change and facial function in parotid surgery patients[J]. J Clin Med, 2021, 10(24):5730. DOI: 10.3390/jcm10245730.
- [49] Acioly MA, Liebsch M, de Aguiar PH, et al. Facial nerve monitoring during cerebellopontine angle and skull base tumor surgery: a systematic review from description to current success on function prediction[J]. World Neurosurg, 2013, 80(6): e271-e300. DOI: 10.1016/j.wneu.2011.09.026.
- [50] Acioly MA, Gharabaghi A, Liebsch M, et al. Quantitative parameters of facial motor evoked potential during vestibular schwannoma surgery predict postoperative facial nerve function[J]. Acta Neurochir (Wien), 2011, 153(6): 1169-1179. DOI: 10.1007/s00701-011-0995-4.
- [51] 罗章华,周韧. 面神经术中监测在耳神经和侧颅底外科的应用现状[J]. 中国眼耳鼻喉科杂志, 2018, 18(4):289-292. DOI: 10.14166/j.issn.1671-2420.2018.04.022.
- [52] 贾欢,樊碧云,胡凌霄,等. 听神经瘤中面神经最大阈上刺激的波幅变化与术后早期面神经功能的关系及其影响因素[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2016, 51(6): 414-418. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2016. 06.003.
- [53] Yingling CD, Gardi JN. Intraoperative monitoring of facial and cochlear nerves during acoustic neuroma surgery[J]. Otolaryngol Clin North Am, 1992, 25(2):413-448.
- [54] Jamshidi A, Hasanzadeh A, Zonnour A, et al. Iatrogenic facial nerve injury in mastoidectomy: The impact of variables on the outcome[J]. Am J Otolaryngol, 2022, 43(4): 103472. DOI: 10.1016/j.amjoto.2022.103472.
- [55] Linder T, Mulazimoglu S, El Hadi T, et al. Iatrogenic facial nerve injuries during chronic otitis media surgery: a multicentre retrospective study[J]. Clin Otolaryngol, 2017, 42(3):521-527. DOI: 10.1111/coa.12755.
- [56] Bernardeschi D, Meskine N, Otaibi NA, et al. Continuous facial nerve stimulating burr for otologic surgeries[J]. Otol Neurotol, 2011, 32(8): 1347-1351. DOI: 10.1097/



- MAO.0b013e31822ec097.
- [57] Choung YH, Park K, Cho MJ, et al. Systematic facial nerve monitoring in middle ear and mastoid surgeries: "surgical dehiscence" and "electrical dehiscence"[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2006, 135(6): 872-876. DOI: 10.1016/j.otohns.2006.04.008.
- [58] 黄选兆, 汪吉宝, 孔维佳. 实用耳鼻咽喉头颈外科学[M]. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 1108-1109.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

2024 年本刊可以直接用缩略语的常用医学词汇(耳科)

为节约版面, 以下临床医师比较熟悉的常用词汇在本卷文章的正文及摘要中首次出现时, 给出中文全称和缩略语即可, 不再要求给出英文全称。

- 毛细胞(hair cell, HC)
内毛细胞(inner hair cell, IHC)
外毛细胞(outer hair cell, OHC)
声压级(sound pressure level, SPL)
听力级(hearing level, HL)
峰值等效声压级(peak-equivalent sound pressure level, peSPL)
正常听力级(normalized hearing level, nHL)
预估听力级(estimated hearing level, eHL)
感觉级(sensation level, SL)
总和电位(summating potential, SP)
动作电位(action potential, AP)
耳蜗微音器电位(cochlear microphonics, CM)
听性脑干反应(auditory brainstem responses, ABR)
脑干听觉诱发电位(brainstem auditory evoked potential, BAEP)
自动听性脑干反应(auto auditory brainstem response, AABR)
电刺激听性脑干反应(electrical auditory brainstem response, EABR)
短声诱发听性脑干反应(click auditory brainstem response, click-ABR)
短纯音诱发听性脑干反应(tone burst auditory brainstem response, tb-ABR)
听觉稳态反应(auditory steady-state response, ASSR)
皮层听觉诱发电位(cortical auditory evoked potential, CAEP)
耳声发射(otoacoustic emission, OAE)
畸变产物耳声发射(distortion product otoacoustic emission, DPOAE)
瞬态声诱发耳声发射(transient evoked otoacoustic emission, TEOAE)
- 纯音测听(pure tone audiometry, PTA)
行为观察测听(behavioral observation audiometry, BOA)
视觉强化测听(visual reinforcement audiometry, VRA)
游戏测听(play audiometry, PA)
良性阵发性位置性眩晕(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)
前庭-眼反射(vestibular-ocular reflex, VOR)
前庭-颈反射(vestibulo-colic reflex, VCR)
前庭诱发肌源性电位(vestibular evoked myogenic potential, VEMP)
颈肌前庭诱发肌源性电位(cervical vestibular-evoked myogenic potential, cVEMP)
眼肌前庭诱发肌源性电位(ocular vestibular-evoked myogenic potential, oVEMP)
视频头脉冲试验(video head impulse test, vHIT)
视频眼震图(video nystagmography, VNG)
前庭导水管扩大(enlarged vestibular aqueduct, EVA)
大前庭导水管综合征(large vestibular aqueduct syndrome, LVAS)
梅尼埃病(Meniere's disease, MD)
前庭神经炎(vestibular neuritis, VN)
分泌性中耳炎(otitis media with effusion, OME)
听神经病(auditory neuropathy, AN)
人工耳蜗(cochlear implant, CI)
部分听骨膈复物(partial ossicular replacement prosthesis, PORP)
全听骨膈复物(total ossicular replacement prosthesis, TORP)
骨锚式助听器(bone-anchored hearing aid, BAHA)
振动声桥(vibrant soundbridge, VSB)

本刊编辑部