



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.001  
<http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.001>  
Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(11):1525–1530.

· 述评 ·

## 甲状腺术中神经监测的发展、临床应用及展望

孙辉, 刘晓莉

(吉林大学中日联谊医院 甲状腺外科 / 吉林省外科转化医学重点实验室 / 吉林省甲状腺疾病防治工程实验室, 吉林 长春 130033)



**专家介绍:** 孙辉, 教授、主任医师、博士研究生导师, 吉林大学中日联谊医院甲状腺外科主任、学科带头人。现任中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会副主任委员, 中国抗癌协会甲状腺癌专业委员会副主任委员, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会副主任委员, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会神经监测学组组长, 中国甲状腺及甲状旁腺术中神经监测培训基地(全国基地)主任, 吉林省医师协会甲状腺疾病专业委员会主任委员等社会职务;《中华内分泌外科杂志》、《中国实用外科杂志》、《中国普通外科杂志》、《中国普外基础与临床杂志》等编委会委员。从医 30 余年来, 致力于甲状腺及甲状旁腺疾病的规范化诊疗、科学化研究及专科医师培训。先后获得国家专利 6 项、省级科技进步奖及医疗成果奖 10 余项、承担省部级课题 20 余项, 在国内外学术期刊发表论文百余篇; 并先后连续多年获得“白求恩名医奖”、中国医师协会第九届“中国医师奖”、全国“先进工作者”等荣誉称号及奖章。

### 摘要

甲状腺术中神经监测技术历经 40 余年沿革, 在欧美国家已广泛应用。2008 年引入我国, 尚处起步阶段, 但已逐渐被外科医生认可, 成为甲状腺术中喉返神经保护的重要辅助工具。期待中国神经监测技术在规范化培训、标准化应用、科学化发展下, 进一步降低喉返神经损伤并发症, 引领甲状腺手术进入精准化时代。

### 关键词

甲状腺切除术; 监测, 手术中; 喉返神经

中图分类号: R653.2

## Intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery: development, clinical application and future directions

SUN Hui, LIU Xiaoli

(Division of Thyroid Surgery, China-Japan Union Hospital, Jilin University/Jilin Provincial Key Laboratory of Surgical Translational Medicine/Jilin Provincial Engineering Laboratory for Thyroid Disease Control, Changchun 130033, China)

### Abstract

The use of intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery has been available for more than 40 years and widely applied in Europe and America. In China, this technique is still at an early stage since it was introduced in 2008, but it has gradually been accepted by surgeons, and become an important assistant method for protecting recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery. It is expected in China that the intraoperative neuromonitoring

基金项目: 吉林省科学技术厅科技计划资助项目(20140413063GH; 20150520149JH)。

收稿日期: 2016-10-15; 修订日期: 2016-10-25。

通信作者: 孙辉, Email: sunhui1229@163.com

technique will further reduce the complications associated with recurrent laryngeal nerve injury, and bring thyroid surgery into the precision era, under the standardized training and application and scientific development.

**Key words** Thyroidectomy; Monitoring, Intraoperative; Recurrent Laryngeal Nerve  
**CLC number:** R653.2

自1170年Roger Frugardii进行第1例甲状腺次全切除术,已有800多年历史,期间喉返神经损伤一直是困扰甲状腺外科医生的主要并发症,而且是甲状腺手术相关纠纷以及影响术后生活质量的主要原因<sup>[1]</sup>。1938年Frank Lahey首先提倡术中解剖显露喉返神经,肉眼识别结构完整性,成为甲状腺术中喉返神经保护的“金标准”。然而由于喉返神经解剖变异复杂,即使解剖技巧日臻完善,损伤发生率仍在2%~14%<sup>[2-9]</sup>。甲状腺术中神经监测技术自1966年Shedd等<sup>[10]</sup>首次报道以来,至2000年在欧美逐年普及,已逐渐成为术中神经保护的重要辅助工具,显著降低了喉返神经暂时性损伤发生率<sup>[2]</sup>,本文就此项技术的发展、临床应用及展望进行介绍。

## 1 术中神经监测技术的原理及沿革

神经监测技术的原理为利用神经肌肉的电兴奋性,当电刺激导致喉返神经去极化,动作电位传递至声带肌肉接头突触去极化,肌肉膜上电压敏感的离子通道产生动作电位引发肌肉收缩。复合动作电位被记录电极转换为具有振幅、潜伏期、时程参数的肌电信号,为提示神经功能完整性、评估神经损伤程度和预判术后声带麻痹提供了有效的量化依据<sup>[11-13]</sup>。

甲状腺术中神经监测技术历经40余年沿革,神经监测系统主要由记录端及刺激端组成。

### 1.1 神经监测记录端

1970年Riddell首先应用电刺激神经时,喉镜观察声带运动。1984年Woltering通过附加于气管插管表面的弹性气囊,观察气囊压力变化,从而间接反应声带运动。1986年,Gavilán等<sup>[14]</sup>推荐术中刺激神经时,用手指在喉部背侧感触声带颤动。以上3种方法均为非肌电图监测方式。

1988年,Lipton经口腔留置声带肌针刺电极,接收术中肌电信号,神经监测方法得以量化,至此开启了肌电图监测模式。2000年,Jonas等<sup>[15]</sup>将针刺电极留置部位改良为经甲状软骨下方

刺入声带肌,此方法简单,可获得稳定可信的肌电信号,EMG振幅较高,便于对比分析。但属于有创操作,易造成局部出血、感染、刺破气管插管气囊等并发症,应用推广受限。

1996年,Eisele等<sup>[16]</sup>发明了附有表面接触电极的加强型监测导管,由于导管表面记录电极,与喉内声带肌接触面积较大,可记录更多喉内肌肉的EMG参数,易于留置、操作安全,成为术中神经监测记录电极的主要方式。1998年Rea也发明了术中置于喉部背侧的接触电极,由于留置方法复杂,未得到广泛接受。

神经监测记录端由非肌电图形式进展到有肌电图形式,推动神经监测参数不断量化。外科医生从简单通过神经监测系统提示音对神经功能进行有或无的判断,发展为更精细的分析EMG相关波形数据:EMG的振幅、潜伏期变化等,以提前发现EMG变化,预警神经损伤风险操作,及时终止或纠正,避免严重神经损伤。

### 1.2 神经监测刺激端

神经监测刺激端,即术中应用标准化操作步骤,用探针刺激神经,辅助术者完成神经识别和解剖,是目前神经监测的主流技术。但仍存在不足,如术者解剖神经时需要反复交替手术器械和探针,或助手协助探测,增加操作步骤,延长手术时间;如果神经在2次探测间损伤,则无法及时发现。

为实现术中外科操作同时对神经进行监测,连续神经监测技术应运而生<sup>[17]</sup>,它实现了术全程对喉返神经的监测,即利用特制的电极,术中留置于迷走神经处,发出连续电刺激,从而实时反应神经功能。但其需要另外购置连续监测电极,增加经济负担;以留置“APS电极”为例,需要360°解剖迷走神经约1 cm,对体积较大的恶性肿瘤或再次手术病例,操作比较困难,可能直接导致迷走神经损伤;术中存在电极脱落风险,反复留置电极也会增加神经损伤风险,尤其对于神经监测经验不丰富的医生,目前尚未推荐常规使用<sup>[18]</sup>。

### 1.3 神经监测刺激探针

甲状腺术中刺激探针有多种款式, 主要不同取决于探针头部细节<sup>[19]</sup> (图1), 包括单极及双极、平头及球头等。双极刺激探针[图1(6-8)]可通过减少电流弥散, 提供监测准确度, 但要求探针的双极均与神经紧密接触, 因仅在两极之间传递电流, 不适合定位神经走行。而单极探针电流分布弥散, 可通过调节电流强度在不同范围内定位神

经走行, 临床应用较多。

在长期的临床实践中发现, 平头刺激探针[图1(1-2)]可能在探测中造成神经或周围细小血管、淋巴管副损伤, 逐渐被经典Prass单极球头刺激探针[图1(3)]取代, 更有利于术中监测时保护神经功能, 增加监测安全性。刺激探针也可集成于解剖器械上[图1(9-10)]。

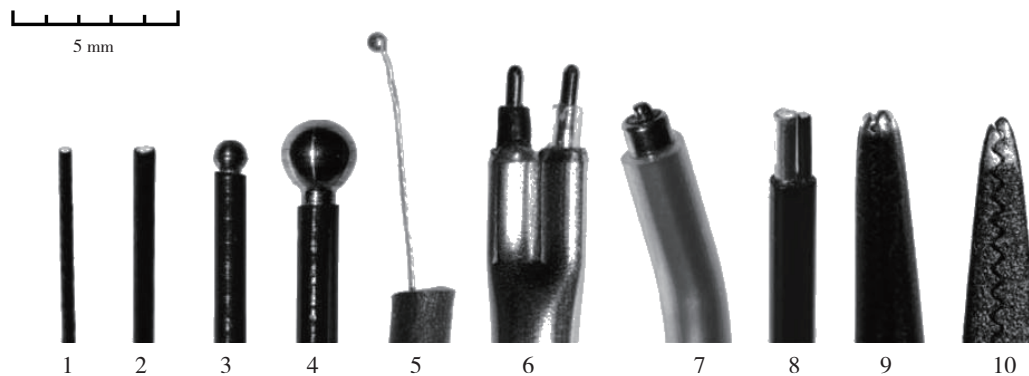


图1 常见术中神经监测刺激探针电极细节 (引自参考文献<sup>[19]</sup>)

Figure 1 Probe electrodes commonly used for intraoperative neuromonitoring (taken from reference<sup>[19]</sup>)

### 1.4 神经监测系统

随着科技的发展, 神经监测系统不断完善, 以国内应用最广泛的Medtronic NIM神经监测系统为例, 由仅提供音频提示的NIM 1.0, 到单色CRT主机的NIM2.0系统, 现已发展为彩色LCD主机NIM3.0系统; 界面盒可兼容4-8导联, 实现多神经同时监测; 监测电流范围进一步拓宽为0~30 mA。未来可能进一步研发无线肌电信号接收主机, 甚至实现多手术室一机监测。

随着监测软件同步实时更新升级, 监测界面更加便捷、友善, 肌电波形及参数显示更加清晰、醒目; 系统智能识别、自动滤过杂波及假信号, 抗干扰能力显著增强; 系统自动计算肌电波形潜伏期、生成监测报告、图像存储更加快速方便; 新型监测系统增加了支持识别喉上神经肌电波形功能、以及APS连续监测功能, 更加贴近于临床, 方便医生使用。

## 2 术中神经监测技术的应用优势

### 2.1 协助识别与解剖喉返神经, 精准导航

神经监测技术改变了传统经验中, “躲避”

神经和“找”神经的操作习惯, 以“探测神经”实现术中神经保护理念的革新。在喉返神经可能走行区域, 调整刺激电流2.0 mA先垂直于气管探测, 信号呈现逐渐增强后减弱的变化过程, 再沿肌电信号最强点平行气管探测, 应用“十字交叉法”, 便可在解剖显露前描绘出神经走行区域, 实现精确定位指导解剖操作。尤其在再次手术中, 手术区往往呈冰冻样瘢痕改变, 喉返神经显露极为困难。利用神经监测“术中导航”, 可快速定位神经走行, 避免了盲目解剖操作造成的神经损伤<sup>[20]</sup>。

### 2.2 协助判断神经功能完整性, 预警风险

在临床实践中常有术中常规肉眼识别喉返神经完整性存在, 术后仍可能出现声带麻痹, 临床难以解释, 喉返神经保护金标准面临挑战。应用术中神经监测可发现, 医生在术中某些习惯操作极易引起神经损伤, 当肌电信号消失或下降幅度较大时, 连续监测可及时提示损伤, 规避风险操作。间断监测中, 术者解剖操作同时, 助手可对显露喉返神经最近端(即R<sub>p</sub>点)进行实时刺激, 若肌电信号降低(提示音减弱), 推荐立即中止手术, 待神经肌电信号恢复后再继续操作。中

中央区淋巴结清扫,胸骨后甲状腺肿无法显露病变区喉返神经近端时,可应用超阈值电流(3.0 mA)直接探测颈动脉鞘,监测迷走神经以协助判断喉返神经全程功能完整性<sup>[19]</sup>。

### 2.3 协助分析神经的损伤机制,评估预后

术中实时或连续神经监测时,可发现部分神经损伤肌电信号振幅突然下降甚至丢失;而部分类型损伤时,肌电信号下降过程缓慢,在信号丢失前可被及时发现,引起国内外临床医生的广泛关注。

大量研究<sup>[21-22]</sup>表明依据神经监测肌电信号振幅下降时程,喉返神经损伤分为速发型损伤以热损伤为代表,和迟发型损伤以牵拉伤为代表。组织病理学证实喉返神经牵拉伤主要是神经外膜和神经束膜改变,神经内膜结构(包括髓鞘和轴突)结构完好,而热损伤机制多伤及神经内膜甚至髓鞘。所以多数迟发型损伤(以牵拉伤为代表),术后声带麻痹为暂时,肌电信号恢复时间较短,神经功能恢复率较速发型高。

### 2.4 协助识别罕见的神经变异,有效预防

文献记载喉返神经变异及分支情况复杂多变,特别是非返性喉返神经变异,虽然罕见,但是导致永久性喉返神经损伤的“元凶”。以往难以术前判断,偶尔有经验的医生可通过CT检查到血管变异得以识别。术中应用神经监测技术,根据非返性喉返神经与喉返神经走行上的解剖变异特点,通过“监测点对比法”以及“潜伏期评估法”<sup>[11,20]</sup>,在解剖喉返神经前,及时有效预判,方法简便且特异性强。

喉返神经走行区常伴行条索状结构,包括纤维结缔组织、细小的血管、淋巴管等;喉返神经也常存在分支变异或主干走行变异等,不仅容易造成视觉混淆,而且常规1.0 mA电流探测时,由于电流弥散,非神经结构亦可产生假阳性肌电信号,造成误判损伤真正神经结构。此时可降低刺激电流至0.8 mA或0.5 mA,当探测条索样结构产生阴性结果,即探测非神经运动支无肌电信号时,可达到精准鉴别喉返神经与保护的目的。

### 2.5 协助保护颈部神经,快捷安全

甲状腺术中神经监测,不仅可对喉返神经、喉上神经以及迷走神经的功能进行监测,也可对颈部区域的所有运动神经,均可有效的识别和保护,如副神经、膈神经、臂丛神经、面神经及舌下神经等神经进行初步探查和识别,实现更为个

体化的神经监测<sup>[23-24]</sup>。

## 3 术中神经技术的展望

### 3.1 规范化培训、标准化应用

甲状腺术中神经监测在欧美国家已普及应用,美国内分泌外科协会积极推广“2010年国际甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床指南”。应用神经监测技术揭示术中喉返神经损伤机制,也已成为甲状腺手术研究前沿课题,并逐步进入产品研发阶段。

我国自2008年引入甲状腺术中神经监测技术,被广大外科医生逐步了解并认可,目前由于该技术要求特殊监测系统,并须遵守标准化规程,当务之急需要普及规范化培训,以避免既使用了术中神经监测技术,又出现了喉返神经损伤的尴尬局面。

中国医师协会外医师分会甲状腺外科专业医师委员会,于2013年发表并积极推广《中国版甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床指南》,其中详细介绍了术中神经监测技术的基本原理、适应证、基本参数意义、标准化操作步骤以及相关设备的故障排除方法,对该项技术规范应用与创新起到了重要的推动作用<sup>[11]</sup>。2016年成立中国神经监测学组、全国及各区域神经监测培训基地,全方面完善和打造术中神经监测培训课程,整理编撰培训教材,进一步发行视频教材,旨在规范和提高临床应用的能力,使更多医生获益。

### 3.2 揭示损伤机制、改进手术技巧,实现喉返神经“零”损伤

术中神经监测开启了喉返神经神经保护的电生理时代、甚至显微保护时代,揭示了以往经常被忽视的喉返神经损伤机制,以及神经损伤后的恢复过程,并给予相应解决、预防及补救方案,明显降低暂时性喉返神经损伤发生率。

当喉返神经被切断,肌电信号立即消失;如术中不慎结扎喉返神经,肌电信号立即下降,及时取出缝线数秒,肌电信号可微弱恢复;钳夹后引起神经轴索变性,连续性存在的前提下,通过神经鞘膜的恢复和重建可使肌电信号微弱恢复,为神经修复提供理论依据。由于喉返神经常在通过Berry韧带处被致密的纤维组织或血管牵拉或压迫,难于辨识,过度牵拉导致在显露和解剖喉返

神经前既已出现功能损伤, 成为甲状腺术中喉返神经损伤最常见的原因。

喉返神经肌电信号消失出现在声带麻痹前, 喉返神经肌电信号恢复, 声带运动也随之恢复, 分析喉返神经肌电信号有助于预测喉返神经功能损伤机制及恢复方法。国际神经监测指南推荐执行标准化监测步骤, 记录初始迷走神经(V1)及喉返神经肌电信号(R1), 术中实时关注肌电信号变化, 当与R1信号相比下降>50%时, 暂停手术操作, 分析损伤原因, 等待肌电信号恢复后, 再进行更加精细的手术操作。术中神经监测指导规避风险操作, 显著降低相关神经损伤风险, 改进外科手术技巧<sup>[11-12, 25]</sup>, 为实现喉返神经“零”损伤的精准医学目标提供了循证医学及技术支持。

### 3.3 科学化发展、研发更适用于临床的产品

实时监测是目前监测技术研发热点, “多功能神经监测精细分离探针”<sup>[26]</sup>, 即将外科手术精细分离钳与监测探针完美结合, 将钳体覆盖绝缘涂层, 钳尖金属部分暴露, 钳尾与监测系统连接构成环路, 钳体传导电流到达神经。解剖操作同时监测神经功能, 伴随监测提示音和肌电信号, 明显提高手术流畅性, 缩短手术时间。腔镜及机器人术中, 同样可与长杆器械或者机械臂相结合, 实现微创术中解剖监测一体化。进一步伴随能量器械在甲状腺术中的广泛应用, 相信能量设备与神经监测功能的结合将成趋势, 包含解剖分离、凝切止血、电生理监测的多功能一体化神经监测刺激端理念转化临床指日可待。

新型监测导管的研发也将成为监测系统记录端革新的重要标志, 包括集成监测导管的新型球囊研发、记录电极定位标识研发、记录电极新材料改良, 以及新型粘贴耦合电极研发、术后声带肌电评估电极研发等, 将明显提高术中肌电信号接收稳定性和安全性, 实现术中、术后肌电信号对比, 解决术后喉镜改变与神经功能相关性解读等难题, 真正推进甲状腺术中神经电生理功能保护精准化。

随着术中神经监测技术的发展和推广, 国内的应用日渐普及, 中国版指南顺势出台, 以及中国神经监测学组、全国及各区域神经监测培训基地的成立, 将中国神经监测技术引领至规范化培训、标准化应用、科学化发展的新时期, 在未来国际间的共同合作, 创新交流下, 术中神经监测技术将会更加普及, 惠及广大患者及医生。

### 参考文献

- [1] Duclos A, Lifante JC, Ducarroz S, et al. Influence of intraoperative neuromonitoring on surgeons' technique during thyroidectomy[J]. *World J Surg*, 2011, 35(4):773-778.
- [2] Eid I, Miller FR, Rowan S, et al. The role of nerve monitoring to predict postoperative recurrent laryngeal nerve function in thyroid and parathyroid surgery[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(10):2583-2586.
- [3] Calò PG, Pisano G, Medas F, et al. Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery: is it really useful?[J]. *Clin Ter*, 2013, 164(3):e193-198.
- [4] Farnier M, Averna M, Missault L, et al. Lipid-altering efficacy of ezetimibe/simvastatin 10/20 mg compared with rosuvastatin 10 mg in high-risk hypercholesterolaemic patients inadequately controlled with prior statin monotherapy - The IN-CROSS study[J]. *Int J Clin Pract*, 2009, 63(4):547-559.
- [5] Lorenz K, Abuazab M, Sekulla C, et al. Results of intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery and preoperative vocal cord paralysis[J]. *World J Surg*, 2014, 38(3):582-591.
- [6] Hayward N J, Grodski S, Yeung M, et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: a review[J]. *ANZ J Surg*, 2012, 83(1/2):15-21.
- [7] Huang CF, Jeng Y, Chen KD, et al. The preoperative evaluation prevent the postoperative complications of thyroidectomy[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2014, 4(1):5-10.
- [8] Christou N, Mathonnet M. Complications after total thyroidectomy[J]. *J Visc Surg*, 2013, 150(4):249-256.
- [9] Zakaria H M, Al Awad N A, Al Kreedes A S, et al. Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery.[J]. *Oman Med J*, 2011, 26(1):34-38.
- [10] Shedd DP, Burget GC. Identification of the recurrent laryngeal nerve: electrical method for evaluation in the human[J]. *Arch Surg*, 1966, 92(6):861-864.
- [11] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会. 甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床指南(中国版) [J]. *中国实用外科杂志*, 2013, 33(6):470-474.  
Chinese Thyroid Association. Clinical guidelines for intraoperative neuromonitoring during thyroid and parathyroid surgery (Chinese edition)[J]. *Chinese Journal of Practical Surgery*, 2013, 33(6): 470-474.
- [12] Randolph GW, Dralle H, International Intraoperative Monitoring Study Group, et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement[J]. *Laryngoscope*, 2011, 121(Suppl 1):S1-16.
- [13] 刘晓莉, 孙辉, 郑泽霖, 等. 甲状腺术中喉返神经监测技术的应用

- 与进展[J]. 中国普通外科杂志, 2009, 18(11):1187-1190.
- Liu XL, Sun H, Zheng ZL, et al. Application and current status of intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid surgery[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2009, 18(11):1187-1190.
- [14] Gavilán J, Gavilán C. Recurrent laryngeal nerve. Identification during thyroid and parathyroid surgery[J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 1986, 112(12):1286-1288.
- [15] Jonas J, Bähr R. Neuromonitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroid surgery[J]. Am J Surg, 2000, 179(3):234-236.
- [16] Eisele DW. Intraoperative electrophysiologic monitoring of the recurrent laryngeal nerve[J]. Laryngoscope, 1996, 106(4):443-449.
- [17] Lamadé W, Meyding-Lamadé U, Buchhold C, et al. First continuous nerve monitoring in thyroid gland surgery[J]. Chirurg, 2000, 71(5):551-557.
- [18] Schneider R, Randolph GW, Sekulla C, et al. Continuous intraoperative vagus nerve stimulation for identification of imminent recurrent laryngeal nerve injury[J]. Head Neck, 2012, 35(11):1591-1598.
- [19] Wu CW, Liu X, Barczyński M, et al. Optimal stimulation during monitored thyroid surgery: EMG response characteristics in a porcine model[J]. Laryngoscope, 2016, doi: 10.1002/lary.26141. [Epub ahead of print]
- [20] 孙辉, 刘晓莉. 甲状腺及甲状旁腺手术中神经电生理监测临床指南(中国版)——解读与进展[J]. 中国内分泌外科杂志, 2014, 8(1):1-3.
- Sun H, Liu XL. Clinical guidelines for intraoperative neuromonitoring during thyroid and parathyroid surgery (Chinese edition)--interpretation and progress[J]. Journal of Endocrine Surgery, 2014, 8(1):1-3.
- [21] Liu XL, Wu CW, Zhao YS, et al. Exclusive real-time monitoring during recurrent laryngeal nerve dissection in conventional monitored thyroidectomy[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2016, 32(3):135-141.
- [22] 赵诣深, 刘晓莉, 王铁, 等. 甲状腺手术中喉返神经功能与术后声带运动的相关性研究[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2015, 22(7):784-787.
- Zhao YS, Liu XL, Wang T, et al. The Function of Recurrent Laryngeal Nerve and Movement of Vocal Cords in Thyroid Surgery[J]. Chinese Journal of Bases and Clinics In General Surgery, 2015, 22(7):784-787.
- [23] Barczyński M, Randolph GW, Cernea CR, et al. External branch of the superior laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: International Neural Monitoring Study Group standards guideline statement[J]. Laryngoscope, 2013, 123(Suppl 4):S1-14.
- [24] 孙辉, 刘晓莉, 赵诣深. 2013年国际神经监测学组甲状腺及甲状旁腺术中喉上神经外支监测指南解读[J]. 中国实用外科杂志, 2016, 36(11):1175-1179.
- Sun H, Liu XL, Zhao YS. The interpretation of International Neural Monitoring Study Group guideline on external branch of the superior laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery(version 2013)[J]. Chinese Journal of Practical Surgery, 2016, 36(11):1175-1179.
- [25] Chiang FY, Lu IC, Kuo WR, et al. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery--the application of intraoperative neuromonitoring[J]. Surgery, 2008, 143(6):743-749.
- [26] Chiang FY, Lu IC, Chang PY, et al. Stimulating dissecting instruments during neuromonitoring of RLN in thyroid surgery[J]. Laryngoscope, 2015, 125(12):2832-2837.

( 本文编辑 姜晖 )

**本文引用格式:** 孙辉, 刘晓莉. 甲状腺术中神经监测的发展、临床应用及展望[J]. 中国普通外科杂志, 2016, 25(11):1525-1530. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.001

**Cite this article as:** Sun H, Liu XL. Intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery: development, clinical application and future directions[J]. Chin J Gen Surg, 2016, 25(11):1525-1530. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.11.001