

新技术在头颈肿瘤外科中的应用

刘良发

〔作者简介〕 刘良发,现任首都医科大学附属北京友谊医院耳鼻咽喉科主任医师、教授、博士生导师。曾任中国人民解放军总医院耳鼻咽喉头颈外科主任医师、教授,博士生导师。2003 年 8 月~2005 年 8 月在英国 MRC 听力研究所从事博士后研究,2009 年 2 月~2009 年 5 月在香港大学玛丽医院头颈外科做访问学者,师从韦林教授学习头颈外科临床。回国后主要从事耳鼻咽喉头颈外科临床工作,擅长各种复杂头颈部肿瘤切除及缺损修复。于 2013 年 11 月作为人才引进转业到首都医科大学附属北京友谊医院耳鼻咽喉头颈外科,担任头颈外科主任。近年来共发表论著 60 余篇,参与专著编写 6 部。承担国家自然科学基金及省部级基金资助课题 4 项。担任多家医学学术杂志的编委。担任中国残疾人联合会无喉者康复委员会委员,中国医疗保健国际交流促进会耳鼻咽喉头颈外科分会委员,中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会委员,中国医疗保健国际交流促进会甲状腺疾病分会委员等职务。

中图分类号 R739.9

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.05.001

头颈部肿瘤种类繁多,主要发生于上呼吸道及消化道的重要部位。考虑到头颈肿瘤发病部位和头颈部解剖及功能的特殊性,在治疗肿瘤的同时,需要兼顾重要器官的功能保护及外观的恢复。随着科学技术的发展,各种新技术和新材料的开发和应用,推动着头颈肿瘤外科的发展。本文将就近年来新技术在头颈肿瘤外科应用方面的进展做一简要介绍。

一、喉癌、下咽癌功能保全性手术

1. 喉癌的喉功能保护手术:对于声门型喉癌,若属于早期(T_1 及部分 T_2),激光切除与开放性手术、放疗具有相似的生存率,经口激光手术已在世界范围内广泛用于早期喉癌的治疗。但是激光手术对一些深部侵犯广泛、累及前联合,特别是肿瘤范围大者较难把握。对于累及前联合的声门型喉癌是否需要激光治疗目前还存在争议^[1]。

T_2 声门型喉癌,目前采用喉垂直部分切除术取得比较满意的疗效,5 年生存率达 90% 左右,拔管率达 80%~100%,发音功能多比较满意^[2]。累及双侧声带的 T_1 或 T_2 声门型喉癌,是环状软骨上部分喉切除环舌会厌固定术(SCPL-CHOP)的适应证。该术式近年来在国内被逐渐推广和广泛应用^[3,4]。SCPL-CHOP 是基于环杓单元(包括环状软骨、杓状软骨、完整的环杓关节、环杓后肌、环杓侧肌、喉返神经)这一喉功能性解剖单元这个概念的。保留一侧完整的环杓单元是成功施行这一术式的前提。只要

肿瘤向声门下浸润未超过 1cm,向上未侵及会厌根部,病变较轻的一侧声带后 1/3 黏膜和杓状软骨正常,应用该方法都能完整切除肿瘤。如果向上累及会厌根部,可以切除会厌,则为环状软骨上部分喉切除环舌固定术(SCPL-CHP)。术后 5 年生存率达 88%~90%,拔管率高达 98%~100%。尽管 CHP 或 CHP 术后声音稍沙哑,但发音效果基本满意,一般交流无困难^[2]。

部分 T_3 、 T_4 病变患者,如果肿瘤累及一侧半喉和对侧半喉的前半黏膜,杓间区未受累,患侧甲状软骨板受累,对侧甲状软骨板未累及或仅累及小部分,胸骨舌骨肌未累及或受累较轻,在保证根治肿瘤的前提下,保留喉的功能^[2]。张立强等^[5]采用喉部分切除术治疗部分 T_4 声门型喉癌,在切除肿瘤及受累的喉外组织后,以胸骨舌骨肌、颈阔肌皮瓣、颈阔肌筋膜瓣、甲状软骨膜瓣、下咽黏膜瓣等修复组织缺损,保留会厌或环状软骨板重建喉功能,3 年和 5 年生存率分别达到 86.4% 和 75.0%。

对于 T_1 声门上型喉癌,可以内镜下 CO_2 激光肿瘤切除术、经口机器人手术或喉声门上水平部分切除。对一部分累及会厌前间隙的 T_3 病变和一部分累及舌根、咽会厌襞的病变,在彻底切除肿瘤的基础上,也可进行声门上喉部分切除术^[2]。

声门上型喉癌 T_2 (累及一侧声带和声带突,声带活动受限的)、 T_3 (患侧声带已经固定)和已经侵及会厌谷的病变是喉水平垂直部分切除术(喉 3/4 切除术)的适应证。国内屠规益等报道用舌骨肌瓣修复喉 3/4 切除术后缺损取得满意的效果,拔管率达

74.3%, 82% 术后发音近乎正常或稍哑, 大部分患者经 2 周 ~ 3 个月的练习后能正常进食^[6]。

2. 下咽癌功能保全性手术: 与喉癌相比, 下咽癌的发生率相对较低, 年发生率为 (0.2 ~ 0.8)/10 万, 占头颈部恶性肿瘤的 1.4% ~ 5.0%, 占全身恶性肿瘤的 0.5%。下咽癌多发生于梨状窝 (70% ~ 80%), 其次为下咽后壁 (5% ~ 22%), 以及环后区。

梨状窝癌 T₁ 和 T₂ 早期病变选择单纯放疗或单纯手术, 大多都可获得较好的治愈率和喉功能保留; 而 T₃ 和 T₄ 病变则需要采用手术结合放化疗的综合治疗, 无论在肿瘤控制, 还是喉功能的保留方面, 效果还不满意^[7]。梨状窝癌 T₁/T₂ 病变是保留喉功能手术的最佳适应证, 细心选择的 T₃ 病变, 亦可行之。Sakuraba 等^[8]报道下咽癌咽喉部分切除游离前臂皮瓣立体修复声门上结构及梨状窝。笔者采用颈下穿支动脉皮瓣修复下咽癌切除术后下咽非全周缺损取得良好的效果。

局限于下咽后壁区内的 T₁/T₂ 病变适于行保留喉功能的下咽部分切除术, 经细心选择的 T₃ 病变即癌肿向上扩展略超越会厌平面者也可以行保留喉功能的下咽部分切除术。下咽后壁缺损较小, 可不予处理待其自行愈合。临床实践中, 下咽后壁大部切除的患者以椎前筋膜作为咽后壁, 将残余咽壁黏膜直接与椎前筋膜缝合关闭咽腔, 仍可取得较好效果。若缺损仅限于下咽后壁或向上延伸至口咽者可采用裂层皮片修复, 裂层皮片周边与咽后壁黏膜切缘间断缝合。当合并有咽侧壁或梨状窝黏膜缺损时, 下咽后壁仍采用裂层皮片修复, 咽侧或梨状窝缺损采用胸大肌肌皮瓣或游离前臂皮瓣修复。当合并有咽侧壁或梨状窝黏膜缺损时, 笔者采用颈下穿支动脉皮瓣修复共 13 例, 无咽瘘发生。

二、经口腔机器人手术在头颈外科中的应用

经口腔机器人手术 (transoral robotic surgery, TORS) 是近年来国际上头颈外科领域引人注目的一大进展。它突破了传统外科医师手术的概念, 提高了手术质量, 减小了手术创伤, 极大地满足了患者的安全与美观需求, 在头颈外科中的应用已被初步证实具有可行性和安全性。

达·芬奇机器人手术系统主要由一个装有 7 自由度交互手臂的手术操作台、一个高精度的三维视觉成像系统和一个人机控制台构成。在 TORS 系统中, 机器人常规使用 3 个臂, 其中心臂拥有高质量图像的双视频内镜, 能向控制台提供术区清晰的三维视野

其余两个臂主要携带可互换的手术器械, 在其末端装有模仿标准手术器械的小型化器械 (如电烙器、传感器等), 可同比缩小术者的动作, 从而过滤手术震颤, 完成精细的操作。

Weinstein 等^[9]报道 27 例扁桃体癌机器人根治性切除。Moore 等^[10]也报道了一组 45 例口咽癌采用机器人切除, 包括舌根癌 26 例, 口咽侧壁癌 19 例。Genden 等^[11]报道 20 例不同部位的头颈肿瘤 (包括口腔、口咽、喉及下咽) 在机器人下切除, 只有 2 例因暴露不良而改其他术式, 18 例暴露良好, 切缘阴性。不需要行气管切开。近年来机器人已成功应用于咽旁颅底及颅颈交界区手术^[12]。机器人手术也应用于甲状腺手术, 可获得良好的美容效果^[13~15]。目前已成功应用于头颈 - 颅颌面肿瘤切除及游离皮瓣重建术。Mukhija 等^[16]首次应用 TORS 完成了 2 例前臂皮瓣移植术。近年来国内中国人民解放军总医院、南京军区南京总医院等医院已陆续开展 TORS 口咽、喉部及下咽肿瘤切除; 济南军区总医院已成功开展达·芬奇甲状腺及甲状旁腺腺瘤切除术。

三、快速成型技术在颌面头颈外科中的应用

快速成型技术 (rapid prototyping, RP) 是指在计算机的控制下, 利用三维重建数据, 短时间内通过材料的堆积制作出物体原型的一种数字化成型技术。近年来在国内外医学多个领域开始应用并迅速发展, 已开始颌面头颈外科领域中应用。

快速成型技术的原理是将 CAD/CAM、计算机数字控制 (CNC)、激光精密伺服驱动和新材料等先进技术集于一体, 依靠计算机构成的物体三维模型, 然后利用切片软件将三维模型分层切成 1 ~ 2mm 的薄片, 得到各层截面的二维轮廓, 即将三维信息转换为系列二维信息, 各层截面轮廓数据转换成数控加工的命令, 控制激光来选择性切割纸或固化液态树脂, 烧结粉末材料, 形成各截面轮廓并逐步顺序叠加成三维实体模型^[17], 为临床实际病变的再现和直观化、提高诊断率、模拟手术、制定手术方案、预判和检验手术效果、便于医患沟通和医学培训等方面提供可能, 其优越性是目前的二维 CT、三维 CT 远远无法企及的^[18,19]。孙坚等^[20]自 1999 年起, 率先在国内采用 CAD/CAM 技术指导的上、下颌骨重建, 积累了丰富的经验; 至 2009 年共完成 CAD/CAM 技术指导的上、下颌骨重建 127 例, 其中上颌骨重建 46 例, 下颌骨重建 81 例, 均取得了满意的效果。

目前快速成型技术在颌面头颈外科主要用于制

定手术方案、模拟手术和制作个体化的植入假体^[21-23]。在仿真模型上进行手术模拟、预制钛板、检验效果、制作手术导板等操作,最终确定手术方案,并将模型环氧乙烷消毒备用。可以用于颌面部复杂骨折的修复,在下颌骨肿瘤切除和重建中的应用以及各种原因导致的颅面骨较大缺损中修复^[24]。颅骨和上颌骨常规采用聚醚醚酮(PEEK)材料,下颌骨采用自体骨移植,利用快速成型技术获得个体化的植入假体,并在缺损的仿真实体模型上进行验证,模拟手术和制定手术方案,达到颅面骨的精准和完美修复。

四、术中神经监护在头颈外科应用

耳鼻咽喉头颈外科范围有重要的颅神经分布,术中的神经损伤将会严重影响患者的生理功能及生活质量。近年来多种神经监测应用于头颈外科手术中。

1. 面神经监护:面神经术中监护是国内、外开展最广泛,技术最成熟的神经监护技术,应用最多的监测方法是面神经肌电图。现常用的有3种:连续式肌电图(FEMG),用于作实时记录;触发式肌电图(TEMG),用于捕捉高于预设电压的自发性反应,目前销售的面神经监控系统具备同步警声,只要EMG电活动超过预设电压即可听到警报声;刺激式肌电图(SEMG),用于记录脑神经探针或探头电刺激的反应。

面神经术中监护主要用于各种中耳手术、侧颅底手术以及腮腺手术。在中耳及侧颅底手术中的应用已很广泛,技术成熟。近年来在腮腺手术中也开始应用。López等^[25]发现在腮腺切除术中应用和不用面神经监护技术后,面神经暂时性和永久性损伤有明显统计学差异,认为面神经监护可以减少腮腺切除术中面神经的损伤率。Wolf等^[26]发现在腮腺手术中面神经监测可以缩短手术时间,术后面神经功能恢复较好。汪照炎等^[27]采用NIM2 Response型肌电图监护仪对20例腮腺良性肿瘤术中应用面神经肌电监护进行术中面神经定位及解剖分离,患者术后面神经功能保全良好。笔者也在腮腺手术中常规应用面神经肌电监护进行术中面神经定位及解剖分离,明显缩短寻找面神经主干的时间,从而缩短手术时间,减少面神经分支误伤的机会,术后面神经功能恢复良好。

2. 迷走神经与喉返神经术中监护:在颈部、颅底和一些涉及胸腔的手术中,迷走神经及其分支损伤的发生率也很高。有报道迷走神经损伤在甲状腺手术中发生率高达13%,颅底手术中发生率为20%^[28]。Shedd等^[29]、Flisberg等^[30]较早提出甲状腺手术应用

神经监测仪了解术中喉返神经损伤。Hermann等^[31]发现甲状腺手术中监测喉返神经很有意义,尤其是在有过甲状腺手术史,神经畸形以及较大肿块的情况下。笔者在临床上也发现,在甲状腺切除手术中对喉返神经进行实时监测,可以缩短寻找和解剖喉返神经的时间,减少误判和误伤喉返神经。对于高风险、复杂的甲状腺手术中应用已逐渐成为甲状腺外科医生良好导航器,为手术的成功率和患者预后提供了有力的保障。

3. 视神经术中监护:耳鼻咽喉头颈外科一些手术,如经鼻视神经减压术、侵及眼眶、前颅底的鼻窦病变等,可涉及到视神经,术中应用视神经监护可起到减少视神经损伤这一严重并发症的积极作用。1976年Feinsod等^[32]首先在神经外科手术中应用视觉诱发电位(VEP),连续监测垂体瘤手术中视功能变化,证明术中应用VEP连续监护视神经的可行性。1987年Harding等^[33]在前人工作的基础上研制出新型接触镜式视觉刺激器,用于眼眶手术监护取得满意的效果,使得VEP术中监护的广泛应用成为可能。国内文献报道最早是1997年应用于鞍区病变手术。唐东润等^[34]采用国产并经改进的TEC-100C+视觉电生理检查仪,进行眼眶手术中监护330例,252例取得满意效果,通过术中观察VEP主波振幅和潜伏期的变化,成功指导手术操作,保护视神经。有效率为76.4%。

4. 其他脑神经术中监护:在小脑脑桥角、颈静脉孔和Meckel区肿瘤手术时三叉神经运动支、副神经和舌下神经也可进行监测。卜博等^[35]使用美国Nicolet公司生产的Viking-IV型和Axon公司的EpochXP型监测仪对小脑脑桥角47例及颈静脉孔区肿瘤12例进行三叉神经运动支、舌咽神经、舌下神经诱发肌电图、听觉脑干诱发电位、诱发面肌肌电图监测。定位准确,符合率达100%。Fukaya等^[36]使用了眼电图来监护眼球运动神经,认为眼电图的极性可以提供确切的动眼神经、外展神经受刺激的位置,刺激动眼神经的反应敏感,并且重复性强。Lifante等^[37]在48例小切口甲状腺切除手术中,将两电极经皮插入两侧环甲肌监测喉上神经,并行长期随访,得出结论监护对提高患者术后声音质量有明显作用。

五、纳米炭示踪在头颈外科中的应用

甲状腺癌的发生率呈逐年增高趋势,早期即可出现淋巴转移,尤其是分化型甲状腺癌,虽其癌细胞属低度恶性,发展慢,但对放化疗均不敏感,根治性切除

仍是其最佳治疗方法。国内外文献报道,甲状腺全切除术后暂时性甲状旁腺功能减退的发生率为 6.9 ~ 46.0%,最高可达 68.0%,永久性甲状旁腺功能减退发生率一般为 1.8% ~ 35.3%^[38-41]。甲状腺外科医生一直都在努力寻找保护甲状旁腺的办法。

纳米炭是一种直径为 150nm 的颗粒。由于毛细血管内皮细胞间隙为 20 ~ 50nm,而毛细淋巴管内皮细胞间隙为 120 ~ 500nm,且基膜发育不全,故注射到组织内的纳米碳颗粒不进入血管,可迅速进入淋巴管或被巨噬细胞吞噬后进入毛细淋巴管,滞留、聚集在淋巴结,使淋巴结黑染。因此,纳米炭可以作为淋巴结示踪剂。纳米炭早已广泛应用于胃癌及乳腺癌手术中以指导淋巴结的清扫或前哨淋巴结活检。有发现甲状腺与甲状旁腺的淋巴引流途径不同,采用甲状腺淋巴系统的纳米炭示踪可以很好地鉴别出甲状旁腺。朱精强等发现通过纳米碳对甲状腺、淋巴管及淋巴结的有效显影,能在甲状腺手术中更好地保护甲状旁腺和喉返神经,减少手术并发症,并精确、彻底地清扫淋巴结,降低术后复发、转移和二次手术的发生率^[42]。

任晓勇等^[43]对 20 例 cN₀喉癌患者术中采用纳米炭混悬液进行前哨淋巴结检测,结合术中及术后病理检查结果分析其探测及预测区域淋巴结转移的效果。结果 20 例 cN₀喉癌患者中 19 例成功显示了前哨淋巴结,发现率为 95.0%。每例发现前哨淋巴结 1 ~ 3 枚,平均 2.2 枚。术中对前哨淋巴结行冷冻病理检查发现 3 例出现淋巴结转移,和术后 HE 染色病理检测结果一致。对相应区域淋巴结转移的阳性和阴性预测率均为 100%。关丽梅等^[44]对 45 例口腔鳞癌患者术前肿瘤边缘黏膜下注射纳米炭混悬液,术中根据淋巴结黑染情况作为标记来指导颈淋巴结清扫术。术后病理证实注碳组黑染及未黑染的淋巴结转移比率无显著差异。注碳组平均每侧颈部清扫 43.5 个淋巴结,对照组平均 29.5 个淋巴结,差异有统计学意义($P < 0.01$)。

六、¹²⁵I 粒子植入治疗头颈部肿瘤

1901 年法国物理学家 Pierre Curie 将制有包壳的放射性核素埋入组织间进行放射治疗,第 1 次提出近距离治疗概念(brachytherapy)。1940 年 Martin 首次用自行研制的 Blady 施源器将镭囊放置到鼻咽腔治疗鼻咽癌。1965 年美国纪念医院开始用¹²⁵I 粒子治疗头颈部肿瘤,取得了 18% 部分缓解疗效,71% 完全缓解。我国科学家于 1998 年研制成功 6711 型¹²⁵I 粒

子,并逐渐用于临床。

用于治疗肿瘤的放射性粒子可以制成不同的型号和样式。国外使用的型号较多,国内使用较多的是 6711 型¹²⁵I 粒子,包壳钛管壁厚 0.05mm,长 4.5mm,直径 0.8mm,内芯为直径 0.5mm,长 3mm 吸附有¹²⁵I 的银棒。通过电子俘获而衰减并放出特征性的光子和电子,电子被钛管壁吸收,光子主要发射 27.4keV 和 31.4keV 的 X 射线和 35.5keV 的 γ 射线,¹²⁵I 的铅半价层厚度为 0.025mm,初始剂量率 0.08 ~ 0.10Gy/h,¹²⁵I 半衰期为 59.43 天,可提供 200 天左右的持续照射,适用于杀伤生长缓慢的肿瘤。

2006 年张建国等^[45]经 CT 引导下植入¹²⁵I 粒子治疗 36 例口腔颌面部恶性肿瘤,随访 6 ~ 36 个月,靶区内未见肿瘤复发,3 例靶区外出现淋巴结转移,行局部切除辅助外照射,8 例局部皮肤充血反应,其余患者无特殊不适。2010 年譙朗等^[46]治疗 45 例口腔颌面部恶性肿瘤共 47 个病灶,均经超声引导下植入¹²⁵I 粒子到预定部位。结果 45 例患者 47 个病灶治疗的总有效率为 70.2%,淋巴结转移癌治疗效果最好,其次为腮腺肿瘤。所有病例在穿刺植入过程中均无严重并发症,2 例术后出现口腔溃疡。2014 年冯铁虹等首次利用数字化医疗 3D 打印模板导向技术为 1 例上颌窦癌患者成功实施了¹²⁵I 粒子植入术。相比以往仅经 CT 或超声引导下穿刺植入,不但缩短了手术时间、提高了穿刺的准确性,而植入肿瘤靶区¹²⁵I 粒子的适形度也大大提高,增加治疗效果^[47]。

总之,随着科学技术的进步,医学新技术在头颈外科的应用也日新月异,头颈肿瘤的治疗需要多学科协作综合治疗,提高头颈肿瘤患者的生存率的同时提高患者的生存质量是头颈外科的永恒主题。

参考文献

- 1 赵舒薇. 喉癌治疗进展[J]. 肿瘤学杂志, 2012, 18(9): 644 - 646
- 2 周梁. 喉癌、下咽癌功能保全性治疗进展[J]. 中国癌症杂志, 2013, 23(12): 942 - 948
- 3 周梁, 王家东, 皇甫慕三, 等. Majer - Piquet 手术治疗喉癌的远期疗效分析[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1998, 33: 24 - 26
- 4 Bron L, Brossard E, Monnier P, et al. Supracricoid partial laryngectomy with cricohyoidoepiglottopexy for glottic and supraglottic carcinomas [J]. Laryngoscope, 2000, 10: 627 - 634
- 5 张立强, 栾信庸, 潘新良, 等. 保留喉功能的 T4 声门癌的手术治疗[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 2002, 3: 300 - 303
- 6 屠规益, 唐平章, 贺永东, 等. 应用舌骨肌瓣修复部分喉术后缺损[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志, 1996, 31: 39 - 42
- 7 王晓雷, 徐震纲, 唐平章. T3 和 T4 期梨状窝癌的综合治疗[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2006, 41: 123 - 127
- 8 Sakuraba M, Asano T, Miyamoto S, et al. Three - dimensional reconstruction of supraglottic structures after partial pharyngolaryngecto-

- my for hypopharyngeal cancer[J]. Jpn J Clin Oncol,2008,38(6):408-413
- 9 Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Snyder W, *et al.* Transoral robotic surgery: supraglottic partial laryngectomy [J]. Ann Otol Rhinol Laryngol,2007,116(1):19-23
- 10 Moore EJ, Olsen KD, Kasperbauer JL. Transoral robotic surgery for oropharyngeal squamous cell carcinoma: a prospective study of feasibility and functional outcomes[J]. Laryngoscope,2009,119(11):2156-2164
- 11 Genden EM, Desai S, Sung CK. Transoral robotic surgery for the management of head and neck cancer: a preliminary experience[J]. Head Neck,2009,31(3):283-289
- 12 Carrau RL, Prevedello DM, de Lara D, *et al.* Combined transoral robotic surgery and endoscopic endonasal approach for the resection of extensive malignancies of the skull base[J]. Head Neck,2013,35(11):E351-E358
- 13 Lee J, Chung WY. Robotically assisted thyroidectomy[J]. Eur Thyroid J,2013,22(2):93-101
- 14 Sun GH, Peress L, Pynnonen MA. Systematic review and meta-analysis of robotic vs conventional thyroidectomy approaches for thyroid disease[J]. Otolaryngol Head Neck Surg,2014,150(4):520-532
- 15 Singer MC, Terris DJ. Robotic facelift thyroidectomy[J]. Otolaryngol Clin North Am,2014,47(3):425-431
- 16 Mukhija VK, Sung CK, Desai SC, *et al.* Transoral robotic assisted free flap reconstruction [J]. Otolaryngol Head Neck Surg,2009,140(1):124-125
- 17 Ferraz EG, Andrade LCS, Santos AR, *et al.* Effect of different surface processing protocols in three-dimensional images for rapid prototyping[J]. Adv Eng Sof,2011,42(6):332-335
- 18 Silva DN, Gerhardt de Oliveira M, Meurer E, *et al.* Dimensional error in selective laser sintering and 3D printing of models for craniomaxillary anatomy reconstruction [J]. J Craniomaxillofac Surg,2008,36(8):443-449
- 19 孙坚. 计算机辅助外科技术在口腔颌面外科中的应用[J]. 中国实用口腔科杂志,2014,7(6):329-334
- 20 孙坚, 李军, 张志愿, 等. 钛网与前臂游离皮瓣闭合式三维重建上颌骨缺损[J]. 实用口腔医学,2002,18(4):291-293
- 21 Bullock P, Dunaway D, McGurk L, *et al.* Integration of image guidance and rapid prototyping technology in craniofacial surgery[J]. Int J Oral Maxillofac Surg,2013,42(8):970-973
- 22 Billiet T, Vandenhaute M, Schelfhout J, *et al.* A review of trends and limitations in hydrogel-rapid prototyping for tissue engineering[J]. Biomaterials,2012,33(26):6020-6041
- 23 Farré - Guasch E, Wolff J, Helder MN, *et al.* Application of additive manufacturing in oral and maxillofacial surgery[J]. J Oral Maxillofac Surg,2015,73(12):2408-2418
- 24 何海涛, 杨茂进. 快速成型技术在颌面头颈外科中的应用[J]. 创伤外科杂志,2015,17(5):385-388
- 25 López M, Quer M, León X, *et al.* Usefulness of facial nerve monitoring during parotidectomy[J]. Acta Otorrinolaringol Esp,2001,52:418-421
- 26 Wolf SR, Schneider W, Suchy B, *et al.* Intraoperative facial nerve monitoring in parotid surgery[J]. HNO,1995,43:294-298
- 27 汪照炎, 吴皓, 黄琦, 等. 术中面神经肌电监护在腮腺手术中的应用[J]. 临床耳鼻咽喉科杂志,2006,20:436-437
- 28 李健东, 刘永亮, 郭良蓉. 术中神经监护在耳鼻咽喉头颈外科应用[J]. 中国医学文摘耳鼻咽喉科学,2010,25(6):345-348
- 29 Shedd DP, Burget GC. Identification of the recurrent laryngeal nerve [J]. Arch Surg,1966,92(6):861-864
- 30 Flisberg K, Lindholm T. Electrical stimulation of the human recurrent laryngeal nerve during thyroid operation[J]. Acta Otolaryngol Suppl,1969,263:63-67
- 31 Hermann M, Hellebart C, Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury[J]. Ann Surg,2004,240:9-17
- 32 Feinsod M, Madey JM, Susal AL. A new photostimulator for continuous recording of the visual evoked potential [J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol,1975,38:641-642
- 33 Harding GF, Smith VH, Yorke HC. A contact lens photostimulator for surgical monitoring[J]. Electroencephalogr Clin Neurophysiol,1987,66:322-326
- 34 唐东润, 朱豫, 宋国祥, 等. 闪光视觉诱发电位的新应用——进行眼眶术中视功能监护[J]. 中华眼底病杂志,2001,17:260-263
- 35 卜博, 姜燕, 许百男, 等. 颅脑手术中神经电生理功能监测 661 例效果评估[J]. 临床神经外科杂志,2008,5:57-60
- 36 Fukaya C, Katayama Y, Kasai M, *et al.* Intraoperative electrooculographic monitoring of oculomotor nerve function during skull base surgery[J]. Tech J Neurosurg,1999,91:157-159
- 37 Lifante JC, McGill J, Murry T, *et al.* A prospective, randomized trial of nerve monitoring of the external branch of the superior laryngeal nerve during thyroidectomy under local/regional anesthesia and IV sedation [J]. Surgery,2009,146:1167-1173
- 38 Thomusch O, Machens A, Sekulla C, *et al.* The impact of surgical technique on postoperative hypoparathyroidism in bilateral thyroid surgery: a multivariate analysis of 5846 consecutive patients [J]. Surgery,2003,133(2):180-185
- 39 Cavicchi O, Piccin O, Caliceti U, *et al.* Accuracy of PTH assay and corrected calcium in early prediction of hypoparathyroidism after thyroid surgery[J]. Otolaryngol Head Neck Surg,2008,138(5):594-600
- 40 邱建波, 周平, 麦沛成, 等. 原发性甲状旁腺功能亢进微创术中测定甲状旁腺激素的意义[J]. 疑难病杂志,2010,9(5):343-345
- 41 吴高松, 马晓鹏, 刘捷, 等. 甲状旁腺原位保护技术在甲状腺全切除术中的应用[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2010,45(2):120
- 42 朱精强, 汪洵理, 魏涛, 等. 纳米碳甲状旁腺负显影辨认保护技术在甲状腺癌手术中的应用[J]. 中国普外基础与临床杂志,2013,20(9):992-994
- 43 任晓勇, 罗花南, 成颖, 等. 纳米炭混悬液在示踪 cN0 喉癌前哨淋巴结中的应用论著 [J]. 临床和实验医学杂志,2013,12(19):1521-1523
- 44 关丽梅, 高琼, 赵德安, 等. 纳米炭混悬注射液在颈淋巴结清扫术中应用[J]. 延安大学学报:医学科学版,2008,6(4):106-107
- 45 张建国, 张杰, 宋铁砾, 等. 放射性粒子组织间植入治疗口腔颌面部恶性肿瘤初探[J]. 中华口腔医学杂志,2006,41(8):464-466
- 46 谯朗, 高俊飞, 王恩, 等. 超声引导下¹²⁵I 放射性粒子植入治疗口腔颌面部恶性肿瘤 45 例分析[J]. 中华医学超声杂志:电子版,2010,7(12):2145-2150
- 47 马振虎, 李笑天, 那顺孟和, 等. ¹²⁵I 粒子植入治疗头颈部肿瘤的研究进展 [J]. 世界最新医学信息文摘,2015,15(72):25-26

(收稿日期:2016-01-15)

(修回日期:2016-01-20)