

机器人辅助下经 BABA 入路甲状腺手术助手 学习曲线分析

厉彦辰, 郑鲁明, 朱见, 周鹏, 王刚, 王猛, 于芳, 李小磊, 贺青卿

(中国人民解放军第 960 医院甲状腺乳腺外科 山东 济南 250031)

摘要 **目的:** 总结机器人辅助甲状腺手术经双侧乳晕和腋窝途径 (Bilateral axillo-breast approach, BABA) 入路手术过程中助手的操作要点, 并分析学习曲线。**方法:** 回顾性分析 2014 年 2 月~2015 年 1 月中国人民解放军第 960 医院开展机器人辅助下经 BABA 入路甲状腺手术患者 50 例的临床资料, 统计装机时间、标本取出时间等临床资料。根据学习曲线将病例分为新手期及熟练期两组, 分析两组患者临床资料及术后并发症情况。**结果:** 手术量积累到 23 例后, 装机时间缩短并趋于平稳, 维持在 (41.67 ± 9.50) min; 手术量积累到 21 例后, 取标本时间缩短并趋于平稳, 维持在 (1.36 ± 1.06) min。两组患者年龄、性别、肿瘤良/恶性比例、手术单/双侧腺叶切除资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 而装机时间与取标本时间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。装机时间与性别、年龄、肥胖及女性是否哺乳有关; 取标本时间与性别、年龄有关, 而与肥胖及女性是否哺乳无关。**结论:** 机器人辅助下经 BABA 入路甲状腺手术助手学习曲线约为 20 例, 一名合格的助手可帮助缩短手术时间并减少术后并发症。

关键词 机器人手术系统; 甲状腺切除术; 手术助手; 学习曲线

中图分类号 R608 R653 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2021) 06-0463-08

收稿日期: 2021-01-25 录用日期: 2021-04-08

Received Date: 2021-01-25 Accepted Date: 2021-04-08

基金项目: 国家科技部重点研发计划专项课题资助项目 (2019YFC0119205); 中国人民解放军第 960 医院院长基金 (2018ZX01)
Foundation Item: National Special Project Funding Project of the Key R&D Program of the Ministry of Science and Technology(2019YFC0119205); The Dean Foundation of the 960th Hospital of Chinese PLA(2018ZX01)

通讯作者: 贺青卿, Email: heqingqing@yeah.net

Corresponding Author: HE Qingqing, Email: heqingqing@yeah.net

引用格式: 厉彦辰, 郑鲁明, 朱见, 等. 机器人辅助下经 BABA 入路甲状腺手术助手学习曲线分析 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2021, 2 (6): 463-470.

Citation: LI Y C, ZHENG L M, ZHU J, et al. Analysis on learning curve of assistant in robotic thyroid surgery via BABA approach[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2021, 2(6):463-470.

Analysis on learning curve of assistant in robotic thyroid surgery via BABA approach

LI Yanchen, ZHENG Luming, ZHU Jian, ZHOU Peng, WANG Gang, WANG Meng, YU Fang,

LI Xiaolei, HE Qingqing

(Department of Thyroid and Breast Surgery, the 960th Hospital of the People's Liberation Army of China, Jinan 250031, China)

Abstract Objective: To summarize key points of operation to the assistant during robotic thyroid surgery under BABA approach, and analyze the learning curve. **Methods:** 50 cases of robotic thyroidectomy using bilateral axillo-breast approach (BABA) in our hospital from February 2014 to January 2015 were retrospectively analyzed. Data on installation time, sampling time and complications were collected and analyzed. **Results:** The installation time began to be shortened and stable after 23 cases of surgeries by maintaining at 41.67 ± 9.50 min, while the sampling time was 21 cases at 1.36 ± 1.06 min. No significant differences were found between the two groups on age, sex, ration of benign tumor to malignant, ratio of unilateral adenectomy to bilateral ($P > 0.05$). The difference between installing time and sampling time was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** The learning curve of assistant in robotic thyroidectomy with BABA approach was about 20 cases.

Key words Robot-assisted surgery system; Thyroidectomy; Assistant; Learning curve

自 2007 年达芬奇机器人外科操作系统应用于甲状腺手术以来,其在甲状腺领域得到不断发展。目前,达芬奇机器人甲状腺手术作为先进的内镜技术,实现了瘢痕隐匿,克服了普通腔镜手术视野狭小及操作受限的困难,其手术美容效果和安全性已获得医生及患者的认可,而关于如何做好一名合格的机器人甲状腺手术助手尚无较多经验可以借鉴。本研究纳入中国人民解放军第 960 医院最初 50 例机器人甲状腺手术患者的临床资料,探讨机器人甲状腺手术助手的学习曲线。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析 2014 年 2 月~2015 年 1 月在中国人民解放军第 960 医院(原济南军区总医院)甲状腺乳腺外科经双侧乳晕和腋窝途径(Bilateral

axillo-breast approach, BABA)入路行机器人甲状腺手术前 50 例患者的临床资料。所有患者术前检查均显示无手术禁忌证,手术均由同一位主刀医生、同一位助手合作完成。该研究经过中国人民解放军第 960 医院医学伦理委员会批准。

1.2 手术方法

所有患者行甲状腺腺叶切除术或甲状腺全切术,如术中快速冰冻病理证实为恶性肿瘤,则加行中央区淋巴结清扫术;如术前超声提示颈淋巴结转移或肿瘤直径 > 1 cm,或术中快速冰冻病理证实中央区淋巴结癌转移,则加行颈淋巴结区域性清扫术。

1.2.1 切口选择及手术步骤

达芬奇机器人甲状腺手术常用经 BABA 径路^[1-2]:术前体表标记切口位置、隧道走形。所有患者均行全身麻醉,取仰卧位,消毒,铺巾,

切口，分离棒分离皮下深筋膜浅层至胸骨上切迹。置入 Trocar 后机器人手术系统入位；机器人入位过程中需要助手和巡回护士的默契配合，助手时刻关注镜头 Trocar 与机械臂主干的角度，在机器人入位过程中不断调整入位方向，最终保证镜头 Trocar 与机械臂主干成平行状态^[3-8]，缓慢调整，循序入位，记录装机时间。术者于无菌区外操控台行手术操作。在床旁机械臂系统入位后，术者用操作手柄控制手术器械和双目内窥镜，任意切换器械臂，完成显露、钳夹、切割、电凝和缝合等操作。术中所有的止血及切割均用超声刀完成，分离则可选用分离钳或超声刀。

1.2.2 术中配合

1.2.2.1 手术监测：助手可通过荧幕获取即时的手术进展，当需要擦拭镜头或器械及更换手术器械时，必须快速而准确地完成，于术者伸直器械手腕并停止操作后取出器械；再次放置器械时，须密切关注 Trocar 路径和荧幕中的器械入路，随时调整置入方向和深度，防止镜头在置入过程中触碰到通道壁而污浊，以及用力不当而导致 Trocar 戳破患者皮肤^[9-10]。此外，本中心应用术中神经监测技术（Intraoperative neuromonitoring, IONM）实时监测喉返神经，术者行腺叶切除至喉返神经解剖处或行中央区淋巴结清扫时，助手应及时将探测夹直接夹在 3 号臂钳尾裸露金属杆位置，术者刺激神经或其近距离周围组织时，监测仪显示器出现肌电图（Electromyography, EMG）波形及具体峰值，并发出“嘟嘟”提示音以预警风险；术者行颈侧区淋巴结清扫时，助手应及时移除探测夹，以防止电流刺激导致肌肉颤动而影响手术进程。

1.2.2.2 标本取出：当术者切下标本后，助手须通过 2 号臂通道将标本取出。首先依据标本大小剪下合适长度的一次性 8 号橡胶指套，从 1 号

臂通道将指套置入，重新置入超声刀后由术者将标本放入指套中。待术者整理好指套后，助手取下 2 号臂，拔出 Trocar，将有齿卵圆钳沿 2 号臂通道进入手术区域，夹紧装有标本的指套开口端（注意不要夹到标本），此时应提醒术者松开 3 号臂抓钳，沿通道将指套缓缓取出，记录取标本时间。

1.2.2.3 防止器械（臂）碰撞：①合理的距离和角度设计：机器人手术系统泊位时，操作台连接放置镜头的 Trocar 与机械臂主干平行，其他各臂皆以此线为中轴分布，将各器械臂调整至最佳位置及合理角度。此外，镜头 Trocar 与各器械臂之间保持 8cm 左右的适度距离也是防止器械碰撞的关键。②合理的高度设计：超声刀臂和镜头臂应稍高于其他机械臂，以使各机械臂之间形成“错落有致”的空间分布，有效降低术中机械臂碰撞概率。此外，上抬机械臂可为术者营造更为广阔的术野及操作空间。③在设计机械臂放置位置时 also 需根据患者的体型适当调整^[10-11]。

1.2.3 观察指标

分析患者的装机时间、取标本时间，并分析其相关影响因素。统计两组患者临床资料和术后并发症情况。

1.2.4 统计学方法

采用 SPSS 24.0 统计学软件对数据进行分析。符合正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，采用独立样本 t 检验进行分析；计数资料以“例”表示，采用 χ^2 检验进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 学习曲线结果

通过分析最初 50 例机器人甲状腺手术，

分别统计装机时间与取标本时间。通过移动平均的方法，弱化变量干扰，对手术时间加以分析，突出其变化趋势。同法处理数据，约23例时装机时间出现较为明显的转折，继而维持在 (41.67 ± 9.50) min（如图1）；而取标本时间则在约21例时出现明显的下降，维持在

(1.36 ± 1.06) min（如图2）。由图可见，随着手术量的不断增长，装机时间与取标本时间逐渐下降，继而进入平台期。由于装机时间与取标本时间的变化最能体现助手的学习曲线。故可知，学习曲线约为20例，然后趋于稳定，进入熟练期。

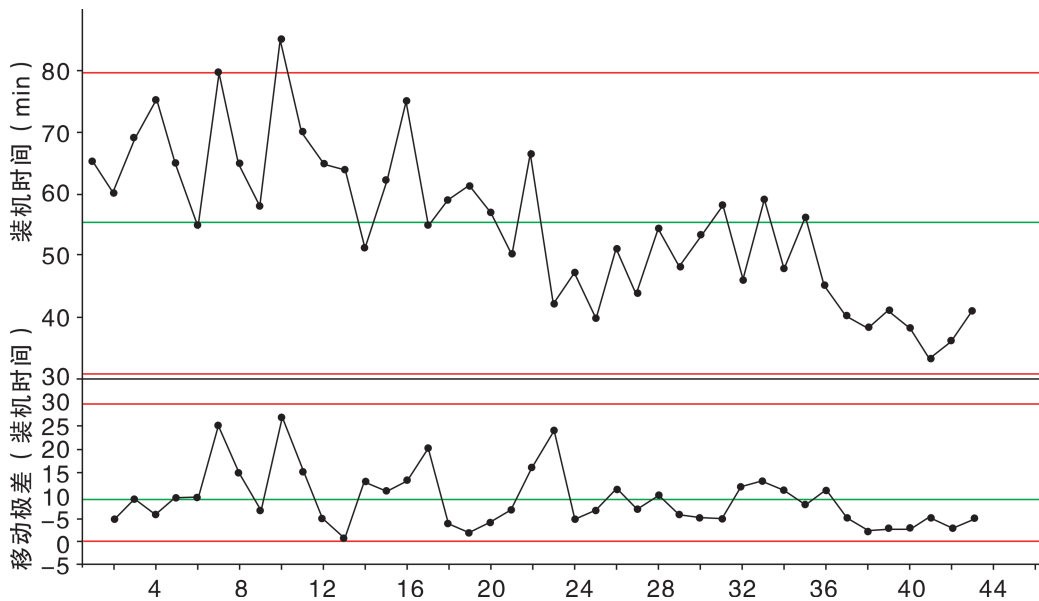


图1 装机时间学习曲线

Figure 1 Learning curve of installation time

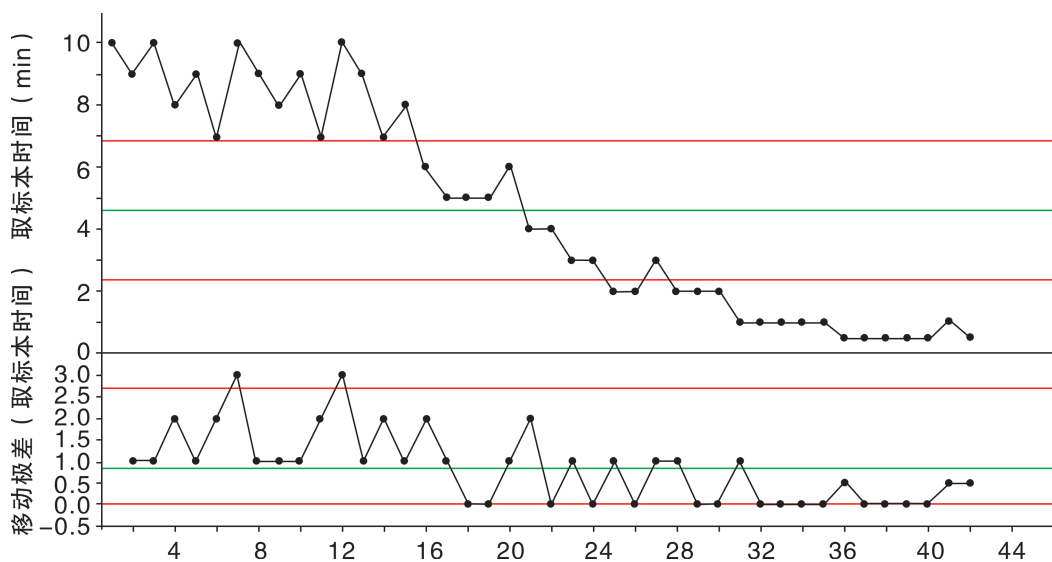


图2 取标本时间学习曲线

Figure 2 Learning curve of sampling

2.2 数据分析

结合对助手学习曲线的分析，将 50 例患者的资料分为新手期（前 20 例）与熟练期（第 21~50 例），对各组间临床基本资料进行比较（见表 1）。两组患者年龄、性别、肿瘤良/恶性比例、手术单/双侧腺叶切除比差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）；两组患者装机时间与取标本时间比较，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。

分析新手期与熟练期之间装机时间与取标本时间的影响因素：装机时间与性别、年龄、肥胖及女性是否哺乳有关；取标本时间与性别、年龄有关，而与肥胖及女性是否哺乳无关（见表 2）。

统计患者术后并发症资料：术后短期并发症包括皮下气肿、术后出血、术后感染、皮肤损伤、暂时性喉返神经损伤、暂时性甲状旁腺

表 1 两组患者基础资料比较

Table 1 Comparison of basic data between two groups

项目	新手期 (n=20)	熟练期 (n=30)	t/ χ^2 值	P 值
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	42.96 ± 12.29	41.93 ± 11.04	0.309	0.76
男/女 (例)	5/15	7/23	0.018	0.892
装机时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	62.85 ± 12.02	42.77 ± 10.25	6.332	<0.001
取标本时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	7.85 ± 1.71	1.36 ± 1.06	16.591	<0.001
恶性/良性 (例)	4/16	11/19	1.587	0.208
单侧/双侧 (例)	11/9	14/16	0.333	0.564

表 2 影响装机时间与取标本时间的因素分析 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Analysis on influencing factors of installing and sampling time ($\bar{x} \pm s$)

项目	例数	装机时间 (min)	取标本时间 (min)
性别			
男	12	64.41 ± 14.30	8.83 ± 1.11
女	38	46.5 ± 12.03	2.42 ± 2.34
P 值		<0.001	<0.001
年龄 (岁)			
>50	11	32.45 ± 5.14	2.55 ± 0.93
<50	39	55.97 ± 12.40	4.91 ± 3.39
P 值		<0.001	0.027
BMI (kg/m ²)			
<25	21	62.24 ± 12.35	2.38 ± 1.23
>25	29	42.52 ± 10.52	2.45 ± 1.98
P 值		<0.001	0.899
女性是否哺乳			
是	17	63.53 ± 13.30	1.59 ± 0.88
否	21	40.05 ± 10.39	1.45 ± 0.96
P 值		<0.001	0.723

表 3 两组术后并发症比较 (例)

Table 3 Comparison of postoperative complications between two groups (n)

项目	新手期 (n=20)	熟练期 (n=30)	χ^2 值	P 值
皮下气肿	5	1	5.335	0.021
术后出血	3	0	4.787	0.058
术后感染	1	0	1.531	0.400
皮肤损伤	3	0	4.787	0.058
暂时性喉返神经损伤	1	0	1.531	0.400
暂时性甲状旁腺功能减退	1	0	1.531	0.400

功能减退等。其中 2 例出现术后声嘶, 1 例出现术后低钙表现, 皆为暂时性。未出现永久性喉返神经损伤或永久性甲状旁腺功能减退 (见表 3)。

3 讨论

随着智能科技在医学领域的兴起, 外科各领域正相继引入达芬奇机器人手术, 本中心在国内最先开展达芬奇机器人甲状腺手术^[12]。研究新兴术式的一个重要方法是分析学习曲线。达芬奇机器人甲状腺手术不同于传统手术和腔镜手术, 只需要术者及一位助手即可完成一台手术, 极大地节省了人力^[13-16]。但助手也被赋予了更多、更重要的责任, 需要熟练掌握装机操作, 认真总结标本取出经验, 并规范操作以防止术后并发症等。同时助手应于手术的每一刻清晰地认知到自己的任务和使命, 帮助术者顺利、高效地完成手术, 大程度地缩短手术时间。通过助手学习曲线分析, 本团队认为一名合格的机器人甲状腺手术助手应做到以下几点。

3.1 熟练掌握机器人手术系统仪器设备

助手应接受专业培训, 取得相应资质, 并熟练掌握机器人手术系统仪器设备的安装、使用, 于术前独立完成 Trocar 置入、机械臂入位等工作; 术中准确而快速地完成器械更换及标本

取出。本研究中手术量积累到 23 例后, 装机时间缩短并趋于平稳; 手术量积累到 21 例后, 取标本时间缩短并趋于平稳, 与文献报道相符^[16]。在最初的 20 例手术中, 因为多采用抓钳取标本, 而抓钳容易滑脱, 从而导致助手需要多次尝试方可将标本取出, 因此在最初的 20 例手术中取出标本的平均时间约为 (7.85 ± 1.71) min。此后通过不断改进方法, 取标本的时间在熟练期逐步稳定在 (1.36 ± 1.06) min。本团队总结的主要经验为: 将抓钳替换为有齿卵圆钳, 先以卵圆钳沿通道由内及外钝性扩张通道, 将隧道内的筋膜及纤维结缔组织缓慢撑开, 直到隧道宽度与标本大小适合; 然后以其夹取装有标本的置物袋, 因有齿卵圆钳夹取置物袋后不易滑脱, 从而使得取出标本时间大大缩短。标本取出时, 注意切勿过度用力撕裂标本袋, 以免引起隧道内肿瘤种植。

此外, 本研究发现装机时间与性别、年龄、患者体质量指数 (Body mass index, BMI) 及女性患者是否哺乳有关。其主要原因在于男性皮下组织较女性致密, 年轻人皮下组织较老年人致密, BMI 指数高的患者较 BMI 指数低的患者皮下组织致密, 已哺乳的女性较未哺乳的女性皮下组织致密, 因此男性、青年患者、BMI 指数低的患者及未哺乳的女性患者装机时间更长。而

取标本时间则与性别、年龄有关，而与患者 BMI 指数及女性患者是否哺乳无关。Milone M 等^[11]、Park J H 等^[17]及 Song C M^[18]等研究表明，BMI 为影响机器人甲状腺手术时间的重要因素之一。

3.2 助手需具备“术者思维”

助手须掌握颈部手术解剖结构，通过查阅文献、回看手术录像等途径坚持学习，反复揣摩手术流程及主刀医生手术操作习惯，以术者角度充分了解术者需求，追随术者思路，确保手术过程流畅、无误。装机时间与取标本时间最能体现助手的学习曲线，助手与术者的默契配合更是贯穿整个手术流程，对缩短手术时长及保证手术流畅性也起到至关重要的作用^[19-20]。

3.3 预防并发症

因术者于无菌区外操控台行手术操作，因此助手要做好术者的“第三只眼”，密切观察手术器械有无挤压患者皮肤，CO₂ 流量、流速是否合适等，防止因操作不慎造成术后并发症。机器人甲状腺癌手术相较于常规手术而言，其手术路径、手术器械及操作技巧方面都具有特殊性，且由于该手术操作过程中缺乏力反馈，因此其术后并发症也具有特殊性。结合本研究，本团队总结机器人甲状腺手术中助手的相关并发症如下。

3.3.1 皮下气肿

本研究中新手期出现颈部、面部或胸部皮下气肿患者 5 例。本团队总结经验后认为，该并发症主要是因为术中气腹压力过高及控制不当所致。熟练期将气腹压力改为低压力（0.7~0.9）kPa、高流量（10~15）L/min 的 CO₂ 气体后，助手于术中密切观察并判断有无皮下气肿发生，并随时调整气压，最后仅出现皮下气肿患者 1 例。

3.3.2 皮肤损伤

本研究中新手期出现皮肤损伤患者 3 例，其中 2 例是由于术中机械臂操作不当致使切口周围皮肤被 Tracor 挤压，造成皮肤挫伤与挤压伤。之后于装机时仔细检查机械臂（尤其是镜头臂）与 Tracor 之间是否误夹切口周围组织，并于切口周围置入湿纱布，熟练期未出现切口周围皮肤损伤。1 例为皮肤灼伤患者，由此总结经验可知，在以分离棒分离皮下时应注意把控分离深度，上方要达到颈阔肌深面脂肪层，下方达到颈前筋膜，过浅容易引起皮肤灼伤及瘀青，过深容易损伤肌肉、颈前血管而引起出血。初学者一定要宁深毋浅，防止使患者皮肤损伤。

3.3.3 出血与感染

本研究中新手期出现术后出血 3 例，其中乳晕边缘出血 1 例，胸骨上窝出血 2 例。本团队通过总结经验可知，建立通道时操作层次过深是新手期术后出血的主要原因，之后改穿刺层面为深筋膜浅层间隙，熟练期术后出血例数为 0。助手需时刻谨防通道出血，尤其是通道建好之初，如有出血，应仔细查找出血点并电凝或结扎止血；若隧道深部血管出血，则可应用特殊拉钩深入通道，寻找到出血点后予以准确止血。本研究中，新手期与熟练期分别出现 1 例和 0 例术后感染，术中严格无菌操作及术后反复彻底冲洗是避免通道感染及肿瘤种植的关键所在^[21]。

总之，本团队通过分析前 50 例达芬奇机器人甲状腺手术的临床资料，逐步改进并规范了术前准备及术中操作。如上所述，助手应努力提高专业素养，掌握手术操作规律，默契配合术者，保证手术顺利完成，从而尽快缩短学习曲线，成长为一名合格的手术助手。相信随着机器人甲状腺手术技术的进一步熟练，助手的术中配合技巧也会得到越来越多学者的关注。

参考文献

- [1] 中国医师协会外科医师分会甲状腺外科医师委员会, 中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会. 机器人手术系统辅助甲状腺和甲状旁腺手术专家共识 [J]. 中国实用外科杂志, 2016, 36(11): 1165-1170.
- [2] 贺青卿. 规范达芬奇机器人外科手术系统在甲状腺手术中的应用 [J]. 中华外科杂志, 2017, 55(8): 570-573.
- [3] 朱见, 贺青卿, 郑鲁明, 等. 达芬奇机器人双侧腋窝乳晕入路在甲状腺癌手术中的规范应用 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(14): 1071-1074.
- [4] 田文, 费阳, 郗洪庆. 甲状腺手术中新技术的合理应用及展望 [J]. 中国实用外科杂志, 2018, 38(6): 600-604.
- [5] 于芳, 贺青卿. 视觉思维在机器人甲状腺手术中功能保护的探索 [J]. 医学与哲学 (B), 2018, 39(2): 82-84.
- [6] 贺青卿, 朱见, 范子义, 等. 达芬奇机器人腋乳径路与传统开放手术治疗甲状腺微小癌的对照研究 [J]. 中华外科杂志, 2016, 54(1): 51-55.
- [7] WANG Y C, LIU K, XIONG J J, et al. Robotic thyroidectomy versus conventional open thyroidectomy for differentiated thyroid cancer: meta-analysis[J]. J Laryngol Otol, 2015, 129(6): 558-567.
- [8] 王猛, 郑鲁明, 贺青卿, 等. 达芬奇机器人甲状腺手术 650 例 [J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2019, 26(3): 117-121.
- [9] 田文, 郗洪庆, 王冰. 重视甲状腺疾病外科治疗新技术的规范化应用 [J]. 浙江医学, 2017, 39(16): 1313-1315, 1319.
- [10] 王猛, 郑鲁明, 贺青卿, 等. 达芬奇机器人双侧腋窝乳晕入路在肥胖患者甲状腺手术中的应用 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(14): 1061-1065.
- [11] Milone M, Musella M, Conzo G, et al. Thyroidectomy in high body mass index patients: a single center experience[J]. Int J Surg, 2016, 28 (1): 38-41.
- [12] 庄大勇, 贺青卿, 范子义, 等. 腋-胸径路达芬奇机器人甲状腺腺叶切除 1 例 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2014, 28(2): 38-40.
- [13] 贺青卿, 李小磊, 庄大勇. 机器人甲状腺手术的发展现状和思考 [J]. 中华内分泌外科杂志, 2017, 11(5): 356-358.
- [14] Patel K N, Ganly I, Shaha A R. Remote-access thyroid surgery-progress, assessment, and reflection[J]. J Surg Oncol, 2018, 118(3): 388-389.
- [15] Tae K. Robotic thyroid surgery [J]. Auris Nasus Larynx, 2020. DOI: 10.1016/j.anl.2020.06.007.
- [16] Cho J W, Park J H, Lee Y M, et al. Comparison of short-term oncologic outcome of robotic thyroid surgery using dynamic risk stratification: a propensity score-matched comparison study[J]. Surgery, 2019, 165(3): 608-616.
- [17] Park J H, Lee J, Hakim N A, et al. Robotic thyroidectomy learning curve for beginning surgeons with little or no experience of endoscopic surgery[J]. Head Neck, 2015, 37(12): 1705-1711.
- [18] Song C M, Jang Y I, Ji Y B, et al. Factors affecting operative time in robotic thyroidectomy[J]. Head Neck, 2018, 40(5): 893-903.
- [19] 孟令照, 房居高, 袁先道, 等. 达芬奇机器人经口微创手术助手配合及效果评价 [J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(14): 1074-1077.
- [20] 喻晓芬, 王知非, 洪敏. 达芬奇机器人手术系统的手术配合 [J]. 中国微创外科杂志, 2015, 15(6): 570-573.
- [21] 贺青卿, 李小磊, 朱见. 双侧腋窝乳晕入路机器人甲状腺癌切除的经验与技巧 [J]. 外科理论与实践, 2019, 24(6): 489-494.

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎指导