

机器人辅助下咽喉头颈外科手术的进展*

Development of robot assisted laryngopharyngeal, head and neck surgery

黄晓明¹

[关键词] 机器人; 头颈外科; 微创外科

Key words robot; head and neck surgery; minimally invasive surgery

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2018.14.001

[中图分类号] R762 [文献标志码] C



专家简介:黄晓明,医学博士,教授、主任医师、博士生导师,现任中山大学孙逸仙纪念医院耳鼻咽喉科副主任兼咽喉头颈专科主任。主要研究领域为甲状腺及颈部内镜手术和机器人手术、鼻咽癌及头颈肿瘤外科。近年来主持国家自然科学基金项目 2 项,省部级课题 3 项,中山大学 5010 临床研究项目 1 项,以第一(通信)作者发表 SCI 收录论著 33 篇,其中,IF>5.05 篇,JCR 1 区 3 篇,JCR 2 区 9 篇,在中华系列杂志发表论著 14 篇。共同主译《头颈部恶性肿瘤:多学科协作诊疗模式》(人民卫生出版社,2011),负责编撰的《颈部内镜外科学》获广东省优秀科技专著基金资助,参与编写卫生部内镜临床诊疗技术规范培训教材(咽喉科分册)等专著。学术兼职:中国抗癌协会甲状腺癌专业委员会常委、中国抗癌协会

头颈肿瘤学专业委员会常委、中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学会头颈外科学组委员、广东省医学会耳鼻咽喉头颈外科分会副主任委员、中国医师协会内镜医师分会及耳鼻咽喉内镜专业委员会(学组)委员、中国中西医结合耳鼻咽喉科专业委员会甲状腺专家委员会副主任委员、海峡两岸医药卫生交流协会海西甲状腺微创美容外科专家委员会副主任委员、中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会委员、中国研究型医院学会甲状腺疾病专业委员会智能机器人手术学组委员、World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery、《中华耳鼻咽喉头颈外科杂志》、《临床耳鼻咽喉头颈外科杂志》等杂志编委。

达芬奇机器外科手术(Da Vinci surgical robot system, DVSRS)于 1999 年获得欧洲市场认证,2000 年获得美国食品药品监督管理局(FDA)的市场认证,从而开启了机器人外科手术领域的新时代^[1-2]。DVSRS 借其 10 倍以上放大手术和 3D 成像功能,震颤过滤稳定的机械臂、灵巧旋转弯曲的关节,较传统 2D 内镜手术有更加清晰的视野和避免人手操作器械易抖动和灵活性受限的问题。近十年来,机器人手术在泌尿科、妇科、普外科和心胸外科等领域得到广泛应用,且效果肯定^[2]。与此同时,一些耳鼻咽喉头颈外科学者也将这一技术应用于咽喉头颈外科,并进行了有益的探索,展示了令人兴奋的前景^[3-5]。

1 经口机器人手术在喉癌外科中的应用

众所周知,经口激光显微喉癌切除(transoral laser microsurgery, TLM)治疗喉癌取得了令人满意的疗效和功能^[6]。2005 年美国宾夕法尼亚大学学者首先报道喉癌经口机器人手术(transoral robotic surgery, TORS)技术,它是基于 TLM 的技术延伸^[7]。

1.1 声门上型喉癌 TORS

手术适应证:①声门上型喉癌 T_{1~2}期;②部分经选择的 T₃期声门上型喉癌,要求切除声门旁和(或)会厌前间隙,但无环杓关节受侵。禁忌证:甲状软骨和喉外软组织受侵或双侧杓状软骨受侵。现有文献表明 TORS 可以达到与 TLM 相同的肿瘤学结果和功能。Park 等^[8]回顾性分析 TORS 和传统开放组(每组 17 例)声门上型喉癌部分切除,2 年生存率和无瘤生存率两组间差异无统计学意义, TORS 组手术时间更短,吞咽功能更好。Mendelsohn 等^[9]对 18 例声门上型喉癌行 TORS,均未行

* 基金项目:中山大学临床研究 5010 计划项目(No: 2010008)

¹ 中山大学孙逸仙纪念医院耳鼻咽喉科(广州,510120)
通信作者:黄晓明, E-mail: xiaoming.huang@126.com

气管切开,所有术后切缘阴性,9 例术后放化疗,平均随访 28.1 个月。2 年局部控制率 83%,特异性生存率 100%,总生存率 89%。Razafindranaly 等^[10]对 84 例声门上型喉鳞状细胞癌施行 TORS; Weinstein 等^[3]成功对 3 例声门上区鳞状细胞癌(其中 T₂ 期 2 例, T₃ 期 1 例)施行 TORS,术后切缘均阴性,患者均未行气管切开,无明显并发症,恢复满意。

1.2 声门型喉癌 TORS

Kayhan 等^[11]对 10 例 T₁ 期声门型喉癌进行了 TORS,术后切缘病理为阴性,手术时间为 10~31 min,出血量少,9 例在 1 天内进食,平均住院时间(4.10±2.23)d,仅 1 例短期气管切开及鼻饲饮食。

为了克服达芬奇器械臂置入咽喉腔的空间限制,尤其是声门型喉癌术野暴露的困难,有学者应用带光纤 CO₂ 激光的器械臂,提高了手术的可操作性和可视性^[12-13]。2007 年 Solares 等^[12]成功将两者结合完成 4 例手术,其中 T₁ 期舌癌 1 例,声门上型喉癌 1 例,扁桃体癌 1 例,术后无并发症。2013 年 Matthesi 等^[13]对比了 6 例机器人辅助 CO₂ 激光治疗 T_{1~2} 型喉癌与 17 例机器人辅助单极电刀或 Tm YAG 激光治疗的患者,前者有凝固和气化范围小、良好切割及止血效果等优势。我们也探索了 980 nm/1 470 nm 双波长光纤激光在声门型喉癌 TORS 中的应用,激光光纤可与机械臂匹配进行灵活操作,能通过调整不同激光功率配比实现切割止血等功能,避免频繁更换器械。

此外,有学者探讨应用 TORS 技术进行喉癌的全喉切除手术^[14-15]。

2 TORS 在咽部肿瘤中的应用

2006 年 O'Malley 等^[16]报道舌根肿瘤的 TORS,这一技术也应用于阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征^[17]。2007 年 Weinstein 等^[3]报道了 TORS 的扁桃体切除术,是对 Holsinger 2005 年采用 TORS 行咽侧切除术的改良。TORS 推动了口咽癌微创手术的发展。经选择有手术适应证的口咽癌患者应用 TORS 技术治疗后功能得到保存和良好的肿瘤学结果^[17-20]。

2.1 经口机器人咽喉癌手术

目前文献认为扁桃体癌 TORS 手术适应证^[21-22]:① T_{1~2} 期;② 部分经选择的 T₃ 或 T_{4a} 期。舌根癌适应证:单侧 T_{1~2} 期舌根癌。文献认为口咽癌手术并发症与术后功能保存、重要血管、肿瘤大小及全身因素相关,口咽癌 TORS 禁忌证如下^[21,23-24]:① 肿瘤位于舌根或会厌谷的中线,靠近双侧舌动脉。② 肿瘤深达舌肌的 50% 以上;肿瘤切除要求后咽壁的 50% 以上,达到舌根的 50% 以上或整个会厌。③ 肿瘤发生远处转移,或肿瘤侵犯

颅底、椎前筋膜或舌底。④ 肿瘤侵及颈动脉鞘或颈内动脉。⑤ 影响经口机器人设备定位和摆放的颈椎、口咽腔相关疾病。

口咽癌 TORS 治疗是一种有效的外科治疗方法。Weinstein 等^[25]对 30 例初诊口咽癌行 TORS 治疗,多为扁桃体癌(14 例)和舌根癌(9 例);其中 T₁ 期 9 例, T₂ 期 16 例, T₃ 期 4 例, T_{4a} 期 1 例,随访到 18 个月,平均随访 2.7 年,仅 1 例局部复发。Park 等^[26]一项前瞻性研究分析了 39 例 TORS 治疗口咽癌患者,2 年总生存率 96%,无瘤生存率 92%,且患者言语和吞咽功能恢复良好。此外,Choby 等^[27]舌根癌分析研究也表明有助于功能保存。近年关于口咽癌单纯切除处理或联合治疗也得到重视。如 Smith 等^[28]对 42 例口咽癌行 TORS 加颈部淋巴结清扫术和 38 例口咽癌同时行放疗,手术切除和放疗总生存率分别为 83% 和 57%,癌症特异生存率分别为 94% 和 85%。此外,应用 TORS 技术可进行咽后淋巴结清扫术^[24]。然而也有研究表明 TORS 并未提高疗效,仅降低胃管依赖率^[29]。

2.2 鼻咽癌的机器人手术

目前,机器人辅助下鼻咽癌切除术有 2 种径路,分别为经口-腭入路和经口鼻联合入路。经口-腭入路能够提供足够的术野和手术空间,但存在腭漏、腭咽功能不良及开放性鼻音等风险^[30]。Yin Tsang 等^[31]报道采用经腭裂开的方法,术后有 1 例发生腭痿(1/12, 8.3%)及 1 例吞咽障碍。而机器人辅助下经口鼻联合入路鼻咽癌切除术的鼻咽功能保存相对较好,但下颌骨、舌和口底组织限制了手术器械向上方及前方活动,达芬奇机器人手术系统的手术器械也不适合用于切除和切割骨质,造成其适应证相对局限,目前仅适用于鼻咽腔内肿瘤^[32],其禁忌证包括:① 累及翼板、颈内动脉、茎突前间隙等;② 远处转移;③ 牙关紧闭^[31,33]。

我们 2017-10-2018-04 期间完成经口机器人辅助下手术切除局限性复发鼻咽癌共 10 例。所有病例复发病变位于鼻咽腔(rT₁N₀M₀),其中,鼻咽顶后壁 7 例,后壁 3 例,使用经口-腭入路 2 例,经口鼻联合入路 8 例。经口-腭入路的 2 例手术时间分别为 128 和 150 min,出血量分别为 8 ml 和 10 ml;经口鼻联合入路的 8 例手术时间为 60~135 min(中位时间 90 min),出血量 2~10 ml(中位出血量 5.5 ml)。术后病理均符合未分化型非角化癌,术后切缘病理均为阴性。术后 48~72 h 内拔出鼻腔填塞物。鼻咽部生理功能:经口-腭入路有 1 例术后腭痿并出现开放性鼻音及腭咽反流,局部黏膜瓣修复后穿孔痊愈且症状消失,经口鼻联合入路无鼻咽功能损伤,鼻咽中位上皮化时间 7.0 周(6.0~8.5 周)。短期随访 3~9 个月(中位时间

6 个月),鼻咽部肿瘤无残留及复发。Yin Tsang 等^[31]报道机器人鼻咽癌切除术的术后平均随访 23.8 个月,肿瘤局控率 86%,无病生存率 61%,术后短期随访无肿瘤复发及残留。

3 机器人手术在甲状腺外科中的应用

目前有 4 种常用的机器人甲状腺手术径路,分别为腋窝径路、双侧腋窝-乳晕径路(BABA)、经口径路和耳后径路。每种径路各有优缺点,其中 BABA 于国内最为常用,它可提供两侧叶对称的手术视野与开放手术相同的技术操作性,更易于被术者掌握。而颈部正中操作受限及需 CO₂ 的注入是其不足。经腋窝径路在韩国较为常用,但腋窝和耳后径路不足之处在于切除对侧腺叶和椎体叶较困难,但有经验的术者可以处理对侧腺叶并进行中央区淋巴结清扫^[34]。

目前机器人甲状腺适应证^[35-36]:①良性甲状腺疾病:直径 4~5 cm 的甲状腺腺瘤和结节性甲状腺肿;②甲状腺癌:肿瘤直径 < 2 cm 术前评估无气管、食管和血管神经等邻近器官侵犯;无颈部淋巴结融合固定或广泛转移;无上纵隔淋巴结肿大。手术禁忌证:①伴有甲状腺外侵犯喉部、气管、食管或喉返神经,远处转移等的晚期甲状腺癌;②既往颈部、乳房或腋窝有手术或放射史^[35]。患者的 BMI 指数在术前也是重要的考虑因素。

我们在前期开展无注气腋下入路甲状腺癌手术及基础上,2016-11—2018-05 期间对甲状腺乳头状癌 58 例和甲状腺滤泡性肿瘤 8 例进行无注气腋下入路机器人甲状腺手术,其中单侧腋下入路腺叶及峡部切除+同侧中央区清扫 54 例,单侧腺叶切除+对侧腺叶近全切除 8 例,单侧腋下入路联合同侧耳后入路进行双侧腺叶切除+同侧中央区及 II~IV 区清扫 4 例,平均手术时间(124.30 ± 23.41)min,平均出血量(17.73 ± 8.28)ml。3 例(4.5%)术后出现暂时性喉返神经麻痹,1 例患者(1.5%)术后出现暂时性低钙,均于术后 1 个月后恢复。甲状腺乳头状癌患者平均 VI 区淋巴结清扫数目(6.26 ± 4.76)个,其中 21 例(36.2%)淋巴结转移。术后分期 T₁ 54 例, T₂ 4 例; N_{1a} 54 例, N_{1b} 4 例。随访时间 1~18 个月,术后 1 个月美观 VAS 评分为(9.66 ± 0.54)分,4 例侧颈转移患者接受术后碘 131 治疗,所有甲状腺癌患者术后均接受 TSH 抑制治疗,随访时间 1~18 个月, B 超提示患侧甲状腺无残留腺体,局部无复发。韩国 Kim 等^[37]报道 5 000 例机器人甲状腺手术总并发症发生率为 24.1%,其中全甲状腺切除术后暂时性甲状旁腺功能低下为 48.1%,永久性甲状旁腺功能低下为 1.3%,暂时性声音嘶哑为 2.5%,喉返神经损伤为 0.4%。Pan 等^[38]分析机器人甲状腺手术和开放手术,包括 5 200 例的 23 篇临床研究进行

荟萃分析,术后并发症两组间差异无统计学意义。Tae 等^[39]分析了开放手术组和机器人甲状腺手术组(每组 185 例)的肿瘤性结果,发现两组间差异无统计学意义。研究表明,对伴有侧区淋巴结转移的甲状腺癌行机器人甲状腺切除及根治性颈侧区清扫可达到与甲状腺手术一样的效果^[36]。达芬奇机器人甲状腺手术不仅具备传统手术方式的安全性,还具备微创化和颈部无痕美容切口的优势^[40]。

4 机器人辅助下颈淋巴结清扫术中的应用

早期头颈癌的原发灶大多采用微创治疗或经口微创手术,但对早期头颈肿瘤 cN₀ 的处理方法为:等待观察、放疗或住院后手术。已有报道采用内镜手术处理早期头颈癌 cN₀^[41-42]。机器人辅助下手术已应用于甲状腺癌的颈清扫术^[43]。

耳后径路机器人辅助下颈淋巴结清扫适应证如下:①经病理证实,需要选择性颈清扫(cN₀)或治疗性颈清扫(cN₊)的头颈癌;②初诊的头颈肿瘤患者。对于初学者,机器人辅助下颈清扫首先用于 cN₀ 的选择性颈清扫。手术禁忌证:①既往颈部手术史;②远处转移;③晚期原发癌;④淋巴结分期超过 N₂₋₃ 期;⑤无法耐受全身麻醉。

Park 等^[44-45]已开展同期行经耳后径路机器人辅助下颈清扫和游离皮瓣重建,因此游离皮瓣患者将成为一个相对的禁忌证。细长颈部是影响耳后入路机器人颈清扫暴露视野的重要决定因素。

5 机器人手术的局限性和发展方向

机器人手术和开放手术相比存在以下不足:第一,缺乏触觉反馈。Meccariello 等^[46]对不同经验水平的外科医生进行机器人操作实验,发现丰富的操作经验的术者可通过机器人系统 3D 高清成像系统克服触觉反馈缺乏的影响。第二,由于机器人系统的超声刀不具备仿真手腕关节功能,难以对一些较深且空间狭小的区域进行操作。新一代的达芬奇机器人手术系统将会改善此不足。第三,仪器成本及维护费用高^[47],导致机器人手术费用较高,限制其推广。

机器人外科手术的应用不仅在传统内镜手术的技术基础上得到改进,更主要的是拓展了传统内镜手术的应用。随着设备技术的日益智能化以及操作水平的不断提高,相信这一技术在咽喉头颈肿瘤外科治疗中将会有更广阔的应用前景。目前来说,机器人外科手术中的应用研究仍有限,仍需要更多的多中心研究数据^[48],但机器人辅助下手术为咽喉头颈肿瘤外科治疗创造了一条新的思路,必将成为咽喉头颈肿瘤外科微创手术的主力军。

参考文献

- [1] WHITE M A, HABER G P, KAOUK J H. Robotic single-site surgery[J]. Curr Opin Urol, 2010, 20: 86-91.

- [2] LIU H H, LI L J, SHI B, et al. Robotic surgical systems in maxillofacial surgery: a review[J]. *Int J Oral Sci*, 2017, 9: 63–73.
- [3] WEINSTEIN G S, O'MALLEY B J, SNYDER W, et al. Transoral robotic surgery: supraglottic partial laryngectomy[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2007, 116: 19–23.
- [4] HOCKSTEIN N G, NOLAN J P, O'MALLEY B J, et al. Robotic microlaryngeal surgery: a technical feasibility study using the daVinci surgical robot and an airway mannequin [J]. *Laryngoscope*, 2005, 115: 780–785.
- [5] GARAS G, ARORA A. Robotic head and neck surgery: history, technical evolution and the future[J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2018, 20: 1–8.
- [6] GORPHE P. A contemporary review of evidence for transoral robotic surgery in laryngeal cancer [J]. *Front Oncol*, 2018, 8: 121.
- [7] HOCKSTEIN N G, NOLAN J P, O'MALLEY B J, et al. Robot-assisted pharyngeal and laryngeal microsurgery: results of robotic cadaver dissections[J]. *Laryngoscope*, 2005, 115: 1003–1008.
- [8] PARK Y M, BYEON H K, CHUNG H P, et al. Comparison of treatment outcomes after transoral robotic surgery and supraglottic partial laryngectomy: our experience with seventeen and seventeen patients respectively[J]. *Clin Otolaryngol*, 2013, 38: 270–274.
- [9] MENDELSON A H, REMACLE M, VAN DER VORST S, et al. Outcomes following transoral robotic surgery: supraglottic laryngectomy[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123: 208–214.
- [10] RAZAFINDRANALY V, LALLEMANT B, AUBRY K, et al. Clinical outcomes of transoral robotic surgery for supraglottic squamous cell carcinoma: experience of a french evaluation cooperative subgroup of gettec[J]. *B-ENT*, 2015, Suppl 24: 37–43.
- [11] KAYHAN F T, KAYA K H, SAYIN I. Transoral robotic cordectomy for early glottic carcinoma[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2012, 121: 497–502.
- [12] SOLARES C A, STROME M. Transoral robot-assisted CO₂ laser supraglottic laryngectomy: experimental and clinical data [J]. *Laryngoscope*, 2007, 117: 817–820.
- [13] MATTHEIS S, HOFFMANN T K, SCHULER P J, et al. The use of a flexible CO₂-laser fiber in transoral robotic surgery (TORS) [J]. *Laryngorhinootologie*, 2014, 93: 95–99.
- [14] LAWSON G, MENDELSON A H, VAN DER VORST S, et al. Transoral robotic surgery total laryngectomy[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123: 193–196.
- [15] KRISHNAN G, KRISHNAN S. Transoral robotic surgery total laryngectomy: evaluation of functional and survival outcomes in a retrospective case series at a single institution[J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2017, 79: 191–201.
- [16] O'MALLEY B J, WEINSTEIN G S, SNYDER W, et al. Transoral robotic surgery (TORS) for base of tongue neoplasms [J]. *Laryngoscope*, 2006, 116: 1465–1472.
- [17] FRIEDMAN M, HAMILTON C, SAMUELSON C G, et al. Transoral robotic glossectomy for the treatment of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 146: 854–862.
- [18] DALLAN I, SECCIA V, FAGGIONI L, et al. Anatomical landmarks for transoral robotic tongue base surgery: comparison between endoscopic, external and radiological perspectives[J]. *Surg Radiol Anat*, 2013, 35: 3–10.
- [19] GOYAL N, SETABUTR D, GOLDENBERG D. Transoral robotic study of the vascular anatomy of the head and neck[J]. *J Robot Surg*, 2014, 8: 57–61.
- [20] GORPHE P, VON TAN J, EL B S, et al. Early assessment of feasibility and technical specificities of transoral robotic surgery using the da Vinci Xi[J]. *J Robot Surg*, 2017, 11: 455–461.
- [21] O'MALLEY B W, WEINSTEIN G S. Transoral robotic surgery (TORS)[M]. San Diego: Plural Pub, 2011: 224–224.
- [22] MERCANTE G, RUSCITO P, PELLINI R, et al. Transoral robotic surgery (TORS) for tongue base tumours[J]. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 2013, 33: 230–235.
- [23] WEINSTEIN G S, O'MALLEY B J, RINALDO A, et al. Understanding contraindications for transoral robotic surgery (TORS) for oropharyngeal cancer [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2015, 272: 1551–1552.
- [24] DAVID G, NEERAV G. Robotic head and neck surgery[M]. New York: Thieme, 2017: 23–25.
- [25] WEINSTEIN G S, QUON H, NEWMAN H J, et al. Transoral robotic surgery alone for oropharyngeal cancer: an analysis of local control[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2012, 138: 628–634.
- [26] PARK Y M, KIM W S, BYEON H K, et al. Oncological and functional outcomes of transoral robotic surgery for oropharyngeal cancer[J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 51: 408–412.
- [27] CHOBY G W, KIM J, LING D C, et al. Transoral robotic surgery alone for oropharyngeal cancer: quality-of-life outcomes [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2015, 141: 499–504.
- [28] SMITH R V, SCHIFF B A, GARG M, et al. The impact of transoral robotic surgery on the overall treatment of oropharyngeal cancer patients[J]. *La-*

- ryngoscope, 2015, 125 Suppl 10: S1—S15.
- [29] SHARMA A, PATEL S, BAIK F M, et al. Survival and gastrostomy prevalence in patients with oropharyngeal cancer treated with transoral robotic surgery vs chemoradiotherapy[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 142: 691—697.
- [30] HANNA E Y, HOLSINGER C, DEMONTE F, et al. Robotic endoscopic surgery of the skull base: a novel surgical approach[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2007, 133: 1209—1214.
- [31] YIN TSANG R, HO W K, WEI W I. Combined transnasal endoscopic and transoral robotic resection of recurrent nasopharyngeal carcinoma [J]. *Head Neck*, 2012, 34: 1190—1193.
- [32] HARICHANE A, CHAUVET D, HANS S. Nasopharynx access by minimally invasive transoral robotic surgery: anatomical study [J]. *J Robot Surg*, 2018.
- [33] TSANG R K, MOHR C. Lateral palatal flap approach to the nasopharynx and parapharyngeal space for transoral robotic surgery: a cadaveric study[J]. *J Robot Surg*, 2013, 7: 119—123.
- [34] BAE D S, KOO D H, CHOI J Y, et al. Current status of robotic thyroid surgery in South Korea: a web-based survey[J]. *World J Surg*, 2014, 38: 2632—2639.
- [35] YI O, YOON J H, LEE Y M, et al. Technical and oncologic safety of robotic thyroid surgery[J]. *Ann Surg Oncol*, 2013, 20: 1927—1933.
- [36] KANG S W, LEE S H, PARK J H, et al. A comparative study of the surgical outcomes of robotic and conventional open modified radical neck dissection for papillary thyroid carcinoma with lateral neck node metastasis[J]. *Surg Endosc*, 2012, 26: 3251—3257.
- [37] KIM M J, NAM K H, LEE S G, et al. Yonsei Experience of 5000 gasless transaxillary robotic thyroidectomies[J]. *World J Surg*, 2018, 42: 393—401.
- [38] PAN J H, ZHOU H, ZHAO X X, et al. Robotic thyroidectomy versus conventional open thyroidectomy for thyroid cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2017, 31: 3985—4001.
- [39] TAE K, SONG C M, JI Y B, et al. Oncologic outcomes of robotic thyroidectomy: 5-year experience with propensity score matching [J]. *Surg Endosc*, 2016, 30: 4785—4792.
- [40] PAEK S H, KANG K H, PARK S J. A comparison of robotic versus open thyroidectomy for papillary thyroid cancer [J]. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*, 2018, 28: 170—173.
- [41] CHEN R, LIANG F, HAN P, et al. Endoscope-assisted resection of elongated styloid process through a retroauricular incision: a novel surgical approach to eagle syndrome [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 75: 1442—1448.
- [42] FAN S, LIANG F Y, CHEN W L, et al. Minimally invasive selective neck dissection: a prospective study of endoscopically assisted dissection via a small submandibular approach in cT(1—2_N(0) oral squamous cell carcinoma [J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21: 3876—3881.
- [43] BYEON H K, HOLSINGER F C, TUFANO R P, et al. Robotic total thyroidectomy with modified radical neck dissection via unilateral retroauricular approach [J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21: 3872—3875.
- [44] PARK Y M, LEE W J, YUN I S, et al. Free flap reconstruction after robot-assisted neck dissection via a modified face-lift or retroauricular approach [J]. *Ann Surg Oncol*, 2013, 20: 891—898.
- [45] PARK S H, KIM J H, LEE J W, et al. Is robot-assisted surgery really scarless surgery? Immediate reconstruction with a jejunal free flap for esophageal rupture after robot-assisted thyroidectomy [J]. *Arch Plast Surg*, 2017, 44: 550—553.
- [46] MECCARIELLO G, FAEDI F, ALGHAMDI S, et al. An experimental study about haptic feedback in robotic surgery: may visual feedback substitute tactile feedback [J]? *J Robot Surg*, 2016, 10: 57—61.
- [47] LOTAN Y. Is robotic surgery cost-effective; no [J]. *Curr Opin Urol*, 2012, 22: 66—69.
- [48] DZIEGIELEWSKI P T, KANG S Y, OZER E. Transoral robotic surgery (TORS) for laryngeal and hypopharyngeal cancers [J]. *J Surg Oncol*, 2015, 112: 702—706.

(收稿日期:2018-06-30)