

机器人手术在口腔颌面外科中的应用前景

张 韬 孙 晴

〔作者简介〕 张韬,医学博士、主任医师、教授、博士生导师。主要从事口腔颌面-头颈肿瘤、面颈部缺损畸形整形美容、显微外科重建、口腔颌面创伤等工作。现任中华口腔颌面-头颈肿瘤专业委员会常委、中国医师协会显微外科分会委员、中华医学会整形外科分会颌面外科学组委员、中国抗癌协会头颈肿瘤专业委员会委员、中国医促会肿瘤整形与功能性外科分会委员、北京口腔颌面外科专业委员会常委、北京医学会显微外科分会常委。作为课题负责人承担完成国家级、省部级、院校级基金多项;作为主要参与者完成国家科技部“十二五”科技支撑计划课题 1 项。曾先后获得中华医学科技奖 1 项、华夏医学科技奖 1 项、北京协和医院医疗成果奖 6 项。

摘 要 机器人手术近年来在外科各个领域蓬勃发展。口腔颌面-头颈部手术空间狭小、解剖结构复杂,增加了手术难度。机器人手术由于其灵活性和自由度在颌面外科有良好的应用价值。笔者从近年来机器人手术在涎腺肿瘤、口咽肿瘤、颈部淋巴结清扫、显微重建 4 个领域的应用进行阐述,旨在为从事机器人口腔颌面-头颈外科的医生的手术方案选择提供参考。

关键词 机器人手术 TORS 涎腺疾病 口咽肿瘤 显微重建

中图分类号 R782

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2023.06.001

近年来,随着机器人技术与医学领域的不断融合,机器人辅助手术的应用范围从普外科、泌尿科、妇产科等逐步扩展到口腔颌面-头颈外科。2007 年,美国胃肠和内镜外科医生协会和微创机器人协会将“机器人手术”定义为“一种手术程序或技术,在手术过程中为医生和患者之间的互动添加了计算机技术增强设备,并承担了迄今为止完全由医生保留的某种程度的控制”^[1]。

目前的机器人辅助手术系统是指先进的计算机化操作工具,旨在改善难以到达的解剖区域的手术通路和可视化。机器人手术可以通过软件控制减少自然震颤或通过特殊的手术器械,使其比人手具有更大的灵活性和更多的自由度^[2]。头颈、口腔颌面部区域空间狭窄,解剖结构复杂,血管、神经等重要组织成分较多,传统手术常需要较大的开放入路。机器人手术的应用,可以减少手术创伤,提升患者的外形满意度;降低感染风险并促使更快恢复;能够保存器官功能,改善患者术后生活质量。现从腔镜软组织机器人在涎腺肿瘤、口咽肿瘤、颈部淋巴结清扫、显微重建 4 个领域的应用分别进行述评。

一、涎腺疾病

1. 颌下腺疾病:许多颌下腺疾病如炎症、肿瘤、涎腺结石、涎痿等需要通过手术进行治疗,传统的颌下腺手术通常是通过经颌下皮肤入路进行的,这不可避免地会造成颈部皮肤瘢痕。既往文献报道的机器人颌下腺切除术最初的手术切口设计多为耳后或改进的面部除皱切口^[3,4]。虽然它已被证明可以安全有效地去除颌下腺,但其切口 >8cm 甚至比传统开放手术 5cm 的切口更大。在这些方法中提出的大皮瓣可能导致成角边缘的皮瓣坏死和感觉神经分支的损伤。

(1) 经发际线切口机器人颌下腺切除术:2018 年有研究报道了通过颈部发际线切口进行机器人颌下腺切除术^[5]。直视下从切口向颌下腺进行剥离,穿过颌下腺间隙,在建立手术野的过程中,可以解剖出耳大神经和胸锁乳突肌。到达颌下腺区域时,抬高皮瓣,使用杨氏牵开器暴露手术野。手术野建立后,应用机器人手术系统,在颌下腺周围进行剥离,以松解邻近的筋膜和软组织。解剖层次位于颈阔肌下平面,工作空间在颌下腺和颈深筋膜浅层之间形成。面神经下颌缘支位于皮瓣内,降低了剥离时的潜在损伤^[6]。在这种方法中,大多数情况下不需要结扎主要血管,面部动静脉得以保存。在靠近舌神经和舌下神经的颌下腺深部进行解剖时也要保持同样的方式。经发际线入路时,不需要抬高耳后区域周围的皮瓣,

基金项目:中央高水平临床科研专项基金资助项目(2022-PUMCH-B-036)

作者单位:100005 中国医学科学院北京协和医院

通信作者:孙晴,电子信箱:sunqing9701@163.com

不仅减少了耳后区解剖结构相关手术后遗症的发生率,而且减少了因皮瓣引起的术后并发症,如血清肿或血肿。其局限性在于手术通道产生的工作空间可能受到限制,如受限的观察角度和器械碰撞。对于复发性涎腺炎等与周围组织粘连严重的患者,或接受过颈部放疗的患者,不适合采用这种方法。随后, Yang 等^[7]又在尸体标本上初步验证了单孔机器人手术系统在颌下腺摘除术中的应用,可以在一定程度上减少器械碰撞问题,后续需要更多的临床验证。

(2) 经口机器人颌下腺切除术:随着经口机器人手术的不断发展,近年来有少量经口切除颌下腺的病例报道。2013 年 Prosser 等^[8]首次在文献报道了经口颌下腺切除的手术经验。2019 年 Lin 等^[9]介绍了保留舌下腺和颌下腺导管的切除经口机器人切除颌下腺方法。经口方法直接通过口底黏膜到达颌下腺避免了对面神经的潜在伤害。切口在第二磨牙内侧的口底黏膜上,并延伸至第三磨牙的远端。在颊侧和舌侧掀起黏膜瓣,直到颌下腺深叶。沿颌下腺深叶的表面开始解剖,剥离舌神经,继续向前方剥离,直到确定了颌下腺导管。颌下腺导管自颌下腺发出,也接受舌下腺大管唾液分泌,应在其进入颌下腺处切开,可以同时保留其大部分导管以及舌下腺。将腺体推到二腹肌的后缘,将整个肿瘤和腺体被逐渐从下颌下区送入口腔内。当确定面部动脉穿过颌下腺时,移除机器人。在直视下,结扎面部动脉,切除颌下腺。2020 年, Capacio 等^[10]应用类似的手术方法对一位因颌下腺结石导致颌下腺反复感染的患者进行机器人经口颌下腺切除术。除了术后 3 个月患者感到舌尖持续刺痛外,无其他明显并发症。他们认为应用经口机器人手术可能会使止血控制更容易。此外,由于口底的三维深度感知,机器人方法可以追踪舌神经和舌下神经的走行,并且保留部分颌下腺导管,从而保留舌下腺的功能^[11]。机器人辅助颌下腺切除术的适应证需谨慎选择,肿瘤埋藏于腺实质内且直径 $<2.5\text{cm}$ 者或非肿瘤性病变为机器人辅助手术的首选^[12]。机器人人口内方法的主要缺点是增加了手术时间,这主要是由于狭窄的手术区域、机器人机械臂的尺寸以及增加的牵开时间。机器人颌面外科医生应该能够同时进行口内和经颈部技术,以便正确处理炎症性疾病以及良性和恶性疾病,根据患者的具体情况选择手术方式。

2. 腮腺疾病:对于腮腺疾病的机器人手术治疗,目前的研究较少。在传统腮腺开放手术中,术者需要

通过肉眼鉴别面神经与血管,这是手术的难点以及关键步骤。2020 年, Park 等^[13]报道了 53 例应用达芬奇手术系统通过耳后切口进行腮腺切除术的临床经验,其中 16 例患者同时进行了颈部淋巴结清扫术。设计耳后切口,皮瓣沿腮腺 - 咬肌筋膜提起,抬高至颧弓上,下颌骨下,腮腺前缘。然后,将一个自锁牵开器(韩国世宗医疗株式会社)插入该空间,以确保工作空间。接下来进行机器人腮腺切除术的程序与传统的腮腺手术技术(隧道技术)相似。机器人手术系统辅助进行腮腺切除术,可实现术野的三维放大可视化和精细组织解剖,面神经的识别和保存更容易。在 10 倍的手术视野放大视图上,神经可以很容易地与血管区分开来,减少损伤。新设计的可拆卸神经监测器可连接到机械臂上,以监测术中面神经的完整性。Chen 等^[14]通过分析 13 篇文献发现机器人及内镜组切口长度 $<5\text{cm}$,而传统手术组切口长度 $>5\text{cm}$ 。此外,不同研究组使用的切口不同,包括耳前、耳后、发际线和口腔黏膜,在成功完成手术的基础上,均获得了良好的美容效果,美容满意度高于传统组。

二、口咽肿瘤

手术机器人在颌面 - 头颈外科应用其中最突出的领域是经口机器人手术(transoral robotic surgery, TORS)。达芬奇系统中的硬件使内镜能够实现对患者和肿瘤解剖结构的良好可视化,操作仪器可以在该视野内进行远程控制,具有良好的可操作性。内镜技术的进步意味着可以实现肿瘤的三维可视化。

2005 年, McLeod 等^[15]首次在文献中报道了经口腔的机器人手术,使用第一代达芬奇机器人、喉镜进行会厌囊肿切除术。随后, Hockstein 等^[16]和 O'Malley 等^[17]在动物和尸体模型中证明了经口机器人手术的解剖学基础及临床应用的可行性。早期的口咽肿瘤已通过 TORS 常规治疗多年。大量的研究表明,与标准手术技术或放化疗比较, TORS 在器官功能、生活质量和生存率方面取得了良好的效果^[18~21]。Park 等^[22]的一项回顾性研究比较了下咽 $T_1 \sim T_4$ 肿瘤患者的 TORS 与传统经口手术,两组患者 5 年后的总生存率比较,差异无统计学意义。接受 TORS 治疗的患者术后恢复时间短,住院时间短,术后吞咽功能较好。此外,咽旁间隙也是近年来经口机器人手术探索的热点^[23~25]。2020 年, Panda 等^[23]在一个病例系列中概述了通过使用 TORS 经口进入手术部位切除咽旁肿瘤。

TORS 最常见的严重并发症是术后出血,文献中

报道的发生率为 3% ~ 8%^[26~29]。大多数患者需要二次手术止血。但研究表明,TORS 和传统开放口腔部手术的术后出血率没有明显区别,并未增加额外的出血风险^[28,30,31]。

对于机器人头颈部手术,患者的体位是手术进入的关键。为了获得足够的经口暴露,通常使用 Feyh - Kastenbauer (FK)、crow - davis、McIvor 和 Dingman 牵开器,这些器械在口腔内为摄像头和外科器械提供最大化的操作空间^[1]。自 2016 年起, Flex 系统(美国 Medrobotics 公司)被批准用于经口头颈手术。这是一种计算机控制的柔性内镜系统,它适应经口进入咽时患者的解剖结构,不需要头部后仰。对于解剖条件不佳的患者如颈椎后仰受限或开口受限,可通过 Flex

系统克服。

此外,单端口(single - port, SP)机器人系统也是近年来的研究热点,最早被批准用于泌尿生殖外科手术。该系统采用独特的结构,非常适合微创手术,特别是自然腔道内镜手术。Holsinge 等^[32]在一项多中心临床实验中介绍了 SP 系统在 TORS 中的应用。该系统可以通过单一端口使用多达 3 个机械臂和 1 个灵活的摄像头,并且具有更小的外形因素,可以克服目前机器人系统的一些空间限制。SP 系统可以提高人体工学灵活性。SP 套管在颌骨和牵开器水平处的较小轮廓可能会减少机械臂手术放置的复杂性,缩短学习曲线并减少手术中机械臂的调整。SP 系统的小创伤及灵活性无疑是未来机器人手术的发展趋势。

表 1 不同机器人手术系统在口腔颌面头颈外科的应用

机器人系统	达芬奇多孔操作系统	达芬奇单孔操作系统	Flex 柔性单孔操作系统
应用范围	口腔、口咽、声门上喉部、甲状腺、涎腺	口腔、口咽、喉、下咽、涎腺	口咽、喉、下咽
触觉反馈	无	无	有
优势	技术成熟,应用范围广,TORS 技术可以很好地处理口腔、舌根疾病	所需入路空间小,表面创口小,具有灵活的机械臂及内镜	适用于张口受限患者,对咽部和狭窄的解剖区域有很好的适应性
劣势	需要大型牵开器,刚性器械在操作时可能互相碰撞,伤及咽部、牙齿、下颌等部位	单孔套筒是刚性的,头颈操作时需要调整定位,器械尺寸偏大	系统定位较为困难,常需手动调整

三、颈部淋巴结清扫

口腔颌面 - 头颈肿瘤常常伴随颈部淋巴结转移,需要进行颈部淋巴结清扫。然而,即使是选择性颈淋巴结清扫术仍然会造成较大的可见瘢痕、淋巴引流障碍和纤维化^[33]。内镜和机器人辅助手术的发展为颈部微创手术的发展提供了工具^[34]。

2010 年起, Kim 等^[35,36]和 Kang 等^[37]报道了第一批采用耳后或腋窝入路的机器人颈部清扫术,证明了其可应用于对颈部外侧转移的甲状腺癌的治疗。目前,在头颈部鳞癌、唾液腺癌和甲状腺癌的机器人颈部清扫术中,耳后入路是最常用的方法。在耳后沟做一个切口,向后弯曲并沿着枕骨发际线延伸。在直视下用单极烧灼法将皮瓣在耳后区域的皮下平面抬高,并在胸锁乳突肌(sternocleidomastoid, SCM)上方颈阔肌下平面继续向前延伸。使用常规器械在颈部Ⅱ和Ⅲ区直视下下进行颈清扫。对Ⅰ区淋巴结进行机器人解剖时,在皮瓣下方放置一个外部牵开器(韩国 Meditech Inframed 公司)维持工作空间。对于Ⅳ区和Ⅴ区的机器人解剖,需从面向Ⅳ区和Ⅴ区的 SCM 肌肉背部,将外部牵开器重新插入到 SCM 肌肉下下方。这一入路的解剖区域更接近关键的颈部血管和神经,在颈部解剖过程中甚至可以直接观察和触

诊,避免颈部横向大切口和瘢痕。可以减少潜在的皮肤开裂和面部、下颌下淋巴水肿时大量血管暴露的风险^[6]。耳后机器人入路的另一个重要优势是其通用性,也可以通过此入路进行甲状腺切除、游离组织瓣吻合和唾液腺切除。

Ji 等^[38]分析了颈清扫术后的水肿、纤维化、运动和感觉丧失等功能结果,发现机器人组术后颈部水肿和感觉丧失较少。Sukato 等^[39]报道的一项包括 11 项研究和 200 多例患者的系统回顾和 Meta 分析证实,接受机器人颈部清扫术的患者组手术时间更长,住院时间、淋巴结产量和复发率与传统颈清扫术相似。所有 5 项评估美容的研究均显示,与传统方法比较,采用机器人颈部清扫术的患者满意度更高。

Troob 等^[40]报道了 30 例口咽鳞状细胞癌患者接受经口机器人咽后淋巴结清扫,其中 6 例患者发现有咽后淋巴结转移。但也有研究表明,接受 TORS 咽后淋巴结清扫术后吸入性肺炎的发生率更高^[41]。因此,还需要开展更多的研究来探索其安全性。

四、显微重建

在口腔颌面原发肿瘤切除后,缺陷的处理取决于各种因素,如缺陷的大小和深度,预期的功能缺陷或重要结构的暴露。较大的缺陷将需要进行显微重建

来填补缺陷并尽可能地恢复解剖结构。目前,机器人辅助颌面-头颈外科肿瘤的重建手术主要应用于前臂游离皮瓣、股前外侧皮瓣等。自2009年起,Mukhi-ja等^[42-47]相继报道了应用于口咽缺损重建的局部旋转或游离组织瓣重建的病例,为口咽部的游离组织瓣重建提供了优化的途径。2010年Selber^[44]在一个病例系列中介绍了TORS进行动脉吻合的案例,他们认为使用机器人吻合血管优点是100%消除震动,运动比例达到5:1。缺点是内镜的光学性能比手术显微镜差,仪器相对不精致,缺乏触觉反馈。2013年Hans等^[48]在文献中介绍了两位曾经接受放射治疗的下咽癌患者进行TORS和游离组织瓣重建的联合手术的经验。2018年Arora等^[49]指出在机器人病例中,通常选择甲状腺上动脉(superior thyroid artery, STA)提供良好的血管长度。对于机器人病例的静脉吻合,通常选择颈外静脉。2021年Haymerle等^[50]介绍的经验中,使用Mega™驱动器应用机器人进行皮瓣植入,使用充满0.9%氯化钠溶液的Penrose引流管将血管蒂牵到颈部,采用机器人进行缝合皮瓣,并采用显微外科技术吻合血管。

在经口机器人切除和机器人辅助重建相结合的情况下,在特定患者的口咽癌治疗中,TORS提供了一种替代传统手术方法的微创方法,避免了裂开下颌骨或将舌头下拉到颈部,因此有利于吞咽和说话的恢复。目前机器人在口腔颌面头颈重建的应用主要在于皮瓣的植入及缝合,再应用显微镜进行血管吻合。如后续机器人系统可以带来更好的触觉反馈体验,将更有利于机器人在显微重建中的应用。

近年来,在显微重建领域,一些医生在乳房重建中采用机器人技术进行腹壁动脉穿支皮瓣、股深动脉穿支皮瓣的获取、腹直肌皮瓣,以及应用SP手术机器人系统获取背阔肌皮瓣。未来,我们可以将上述手术经验应用于颌面外科手术的重建中。

随着人工智能技术的不断发展,机器人手术在各个专业的应用不断深入。由于机器人设备的稳定性及灵活度,可以使某些手术降低难度。在口腔颌面-头颈外科领域,涎腺疾病、口咽肿瘤、颈部淋巴结清扫及显微重建中都取得了良好的临床效果,可使更多的患者收益。未来的外科机器人将带来更小、功能更强的器械、新颖的可视化增强和智能图像处理。SP技术及柔性手术器械也将为机器人手术的发展引领前沿导向。

参考文献

- 1 Finegersh A, Holsinger FC, Gross ND, *et al.* Robotic head and neck surgery [J]. *Surg Oncol Clin N Am*, 2019, 28(1): 115-128
- 2 Boehm F, Graesslin R, Theodoraki MN, *et al.* Current advances in robotics for head and neck surgery - a systematic review [J]. *Cancers (Basel)*, 2021, 13(6): 1398
- 3 De Brito Neves CP, Lira RB, Chulam TC, *et al.* Retroauricular endoscope - assisted versus conventional submandibular gland excision for benign and malignant tumors [J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(1): 39-46
- 4 Jung SW, Kim YK, Cha YH, *et al.* Robot - assisted submandibular gland excision via modified facelift incision [J]. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*, 2017, 39(1): 25
- 5 Yang TL. Robotic surgery for submandibular gland resection through a trans - hairline approach: the first human series and comparison with applicable approaches [J]. *Head Neck*, 2018, 40(4): 793-800
- 6 Kim CH, Koh YW, Kim D, *et al.* Robotic - assisted neck dissection in submandibular gland cancer: preliminary report [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 71(8): 1450-1457
- 7 Yang TL, Li H, Holsinger FC, *et al.* Submandibular gland resection via the trans - hairline approach: a preclinical study of a novel flexible single - port surgical system and the surgical experiences of standard multiarm robotic surgical systems [J]. *Head Neck*, 2019, 41(7): 2231-2238
- 8 Prosser JD, Bush CM, Solares CA, *et al.* Trans - oral robotic submandibular gland removal [J]. *J Robot Surg*, 2013, 7(1): 87-90
- 9 Lin X, Liang L, Shao X, *et al.* Trans - oral robotic surgery of submandibular gland removal with preservation of sublingual gland and wharton's duct [J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30(1): 237-238
- 10 Capaccio P, Montevecchi F, Meccariello G, *et al.* Transoral robotic submandibular sialadenectomy: how and when [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(2): 423-429
- 11 Cammaroto G, Vicini C, Montevecchi F, *et al.* Submandibular gland excision: from external surgery to robotic intraoral and extraoral approaches [J]. *Oral Dis*, 2020, 26(5): 853-857
- 12 梁立民, 林小臻, 邵小钧, 等. 手术机器人辅助经口入路下颌下腺切除术二例 [J]. *中华口腔医学杂志*, 2019, 54(4): 3
- 13 Park YM, Kim DH, Kang MS, *et al.* Real impact of surgical robotic system for precision surgery of parotidectomy: retroauricular parotidectomy using da Vinci surgical system [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(2): 183-191
- 14 Chen S, Zhao M, Wang D, *et al.* Endoscopic and robotic parotidectomy for the treatment of parotid tumors: a systematic review and Meta - analysis [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 748885
- 15 Mcleod IK, Melder PC. Da Vinci robot - assisted excision of a vallecular cyst: a case report [J]. *Ear Nose Throat J*, 2005, 84(3): 170-172
- 16 Hockstein NG, O'Malley BW, Weinstein GS. Assessment of intraoperative safety in transoral robotic surgery [J]. *Laryngoscope*, 2006, 116(2): 165-168
- 17 O'malley BW, Weinstein GS, Snyder W, *et al.* Transoral robotic surgery (TORS) for base of tongue neoplasms [J]. *Laryngoscope*, 2006, 116(8): 1465-1472
- 18 Achim V, Bolognone RK, Palmer AD, *et al.* Long - term functional and quality - of - life outcomes after transoral robotic surgery in pa-

1 Finegersh A, Holsinger FC, Gross ND, *et al.* Robotic head and neck

- tients with oropharyngeal cancer [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 144(1): 18–27
- 19 Weinstein GS, O'Malley BW, Magnuson JS, *et al.* Transoral robotic surgery: a multicenter study to assess feasibility, safety, and surgical margins [J]. *Laryngoscope*, 2012, 122(8): 1701–1707
- 20 Lang S, Mattheis S, Kansy B. TORS in HPV – positive tumors – the new standard? [J]. *Recent Results Cancer Res*, 2017, 206: 207–218
- 21 Holsinger FC, Ferris RL. Transoral endoscopic head and neck surgery and its role within the multidisciplinary treatment paradigm of oropharynx cancer: robotics, lasers, and clinical trials [J]. *J Clin Oncol*, 2015, 33(29): 3285–3292
- 22 Park YM, Jung CM, Cha D, *et al.* The long – term oncological and functional outcomes of transoral robotic surgery in patients with hypopharyngeal cancer [J]. *Oral Oncol*, 2017, 71: 138–143
- 23 Panda S, Sikka K, Thakar A, *et al.* Transoral robotic surgery for the parapharyngeal space; expanding the transoral corridor [J]. *J Robot Surg*, 2020, 14(1): 61–67
- 24 O'Malley BW, Quon H, Leonhardt FD, *et al.* Transoral robotic surgery for parapharyngeal space tumors [J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2010, 72(6): 332–336
- 25 Arshad H, Durmus K, Ozer E. Transoral robotic resection of selected parapharyngeal space tumors [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2013, 270(5): 1737–1740
- 26 Pollei TR, Hinni ML, Moore EJ, *et al.* Analysis of postoperative bleeding and risk factors in transoral surgery of the oropharynx [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2013, 139(11): 1212–1218
- 27 Chia SH, Gross ND, Richmon JD. Surgeon experience and complications with Transoral Robotic Surgery (TORS) [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2013, 149(6): 885–892
- 28 Mandal R, Duvvuri U, Ferris RL, *et al.* Analysis of post – transoral robotic – assisted surgery hemorrhage: frequency, outcomes, and prevention [J]. *Head Neck*, 2016, 38 Suppl 1: E776–782
- 29 Gleysteen J, Troob S, Light T, *et al.* The impact of prophylactic external carotid artery ligation on postoperative bleeding after transoral robotic surgery (TORS) for oropharyngeal squamous cell carcinoma [J]. *Oral Oncol*, 2017, 70: 1–6
- 30 Zenga J, Suko J, Kallogjeri D, *et al.* Postoperative hemorrhage and hospital revisit after transoral robotic surgery [J]. *Laryngoscope*, 2017, 127(10): 2287–2292
- 31 Asher SA, White HN, Kejner AE, *et al.* Hemorrhage after transoral robotic – assisted surgery [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2013, 149(1): 112–117
- 32 Holsinger FC, Magnuson JS, Weinstein GS, *et al.* A next – generation single – port robotic surgical system for transoral robotic surgery: results from prospective nonrandomized clinical trials [J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2019, 145(11): 1027–1034
- 33 Rodrigo JP, Grilli G, Shah JP, *et al.* Selective neck dissection in surgically treated head and neck squamous cell carcinoma patients with a clinically positive neck: systematic review [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2018, 44(4): 395–403
- 34 Lira RB, Kowalski LP. Robotic head and neck surgery: beyond TORS [J]. *Curr Oncol Rep*, 2020, 22(9): 88
- 35 Kim WS, Lee HS, Kang SM, *et al.* Feasibility of robot – assisted neck dissections via a transaxillary and retroauricular ("TARA") approach in head and neck cancer: preliminary results [J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19(3): 1009–1017
- 36 Kim WS, Koh YW, Byeon HK, *et al.* Robot – assisted neck dissection via a transaxillary and retroauricular approach versus a conventional transcervical approach in papillary thyroid cancer with cervical lymph node metastases [J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2014, 24(6): 367–372
- 37 Kang SW, Lee SH, Ryu HR, *et al.* Initial experience with robot – assisted modified radical neck dissection for the management of thyroid carcinoma with lateral neck node metastasis [J]. *Surgery*, 2010, 148(6): 1214–1221
- 38 Ji YB, Song CM, Bang HS, *et al.* Functional and cosmetic outcomes of robot – assisted neck dissection by a postauricular facelift approach for head and neck cancer [J]. *Oral Oncol*, 2017, 70: 51–57
- 39 Sukato DC, Ballard DP, Abramowitz JM, *et al.* Robotic versus conventional neck dissection: a systematic review and Meta – analysis [J]. *Laryngoscope*, 2019, 129(7): 1587–1596
- 40 Troob S, Givi B, Hodgson M, *et al.* Transoral robotic retropharyngeal node dissection in oropharyngeal squamous cell carcinoma: patterns of metastasis and functional outcomes [J]. *Head Neck*, 2017, 39(10): 1969–1975
- 41 Givi B, Troob SH, Stott W, *et al.* Transoral robotic retropharyngeal node dissection [J]. *Head Neck*, 2016, 38 Suppl 1: E981–986
- 42 Mukhija VK, Sung CK, Desai SC, *et al.* Transoral robotic assisted free flap reconstruction [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2009, 140(1): 124–125
- 43 Selber JC, Robb G, Serletti JM, *et al.* Transoral robotic free flap reconstruction of oropharyngeal defects: a preclinical investigation [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 125(3): 896–900
- 44 Selber JC. Transoral robotic reconstruction of oropharyngeal defects: a case series [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 126(6): 1978–1987
- 45 Garfein ES, Greaney PJ, Easterlin B, *et al.* Transoral robotic reconstructive surgery reconstruction of a tongue base defect with a radial forearm flap [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 127(6): 2352–2354
- 46 Ghanem TA. Transoral robotic – assisted microvascular reconstruction of the oropharynx [J]. *Laryngoscope*, 2011, 121(3): 580–582
- 47 Longfield EA, Holsinger FC, Selber JC. Reconstruction after robotic head and neck surgery: when and why [J]. *J Reconstr Microsurg*, 2012, 28(7): 445–450
- 48 Hans S, Jouffroy T, Veivers D, *et al.* Transoral robotic – assisted free flap reconstruction after radiation therapy in hypopharyngeal carcinoma: report of two cases [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2013, 270(8): 2359–2364
- 49 Arora R, Verma VK, Mishra KS, *et al.* Reconstruction with free flaps in robotic head – and – neck onco – surgeries [J]. *Indian J Plast Surg*, 2018, 51(3): 283–289
- 50 Haymerle G, Charters EK, Froggatt C, *et al.* Transoral robotic free flap inset in oropharyngeal cancer [J]. *Clin Otolaryngol*, 2021, 46(3): 642–644

(收稿日期: 2023 – 01 – 05)

(修回日期: 2023 – 02 – 13)