

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.20.014

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20220630.1054.002.html\(2022-07-01\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20220630.1054.002.html(2022-07-01))

## 不同肌松水平在达芬奇机器人辅助胸腔镜手术应用中的比较\*

阳文杰<sup>1</sup>,周丽芝<sup>2</sup>,马想明<sup>3</sup>,黄强<sup>1</sup>,王琦<sup>1</sup>,戴中亮<sup>1△</sup>

(1. 深圳市人民医院/南方科技大学第一附属医院/暨南大学第二临床医学院麻醉科, 广东深圳 518020;

2. 深圳市人民医院/南方科技大学第一附属医院/暨南大学第二临床医学院疼痛科,

广东深圳 518020;3. 兰州市第一人民医院麻醉科, 兰州 730050)

**[摘要]** **目的** 探讨不同肌松水平对达芬奇机器人辅助胸腔镜手术条件的影响。**方法** 选取深圳市人民医院 2018 年 2 月至 2020 年 10 月择期行机器人辅助胸腔镜肺叶切除手术患者 60 例, 随机分成深度肌松组和适度肌松组, 各 30 例。深度肌松组患者采用持续输注+间断推注苯磺酸顺式阿曲库铵, 维持肌松程度 4 个成串刺激(TOF)为 0, 强直刺激后计数(PTC)为 1~2。适度肌松组患者采用间断推注苯磺酸顺式阿曲库铵, 维持肌松程度 TOF 为 1~2。记录手术医生的手术满意度(SRS)评分、术后 24 h 患者疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、肌松药使用总量、需追加肌松药次数、手术时间、苏醒时间、麻醉停止至拔管所需时间和术后并发症情况。**结果** 两组均无手术死亡病例, 术中中转开胸 2 例, 深度肌松组和适度肌松组各 1 例。相较于适度肌松组, 深度肌松组苏醒时间、拔管时间更长, 需追加肌松药次数更少, 手术开始 30、60、90 min 时术者 SRS 评分更高, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组患者手术时间、术后并发症发生率、肌松药使用总量及术后 24 h 疼痛 VAS 评分均无明显差异( $P > 0.05$ )。**结论** 达芬奇机器人辅助胸腔镜手术中, 运用深度肌松不增加肌松药使用总量, 可提高外科医生 SRS, 但苏醒时间较长, 需考虑肌松残留的副作用。

**[关键词]** 深度肌松; 适度肌松; 达芬奇机器人手术系统; 胸腔镜手术; 苯磺酸顺式阿曲库铵**[中图分类号]** TP242**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2022)20-3497-05

## Comparison of different muscle relaxation levels in Da Vinci robot-assisted thoracoscopic surgery\*

YANG Wenjie<sup>1</sup>, ZHOU Lizhi<sup>2</sup>, MA Xiangming<sup>3</sup>, HUANG Qiang<sup>1</sup>, WANG Qi<sup>1</sup>, DAI Zhongliang<sup>1△</sup>

(1. Department of Anesthesiology, Shenzhen People's Hospital/the First Affiliated Hospital of Southern University of Science and Technology/the Second Clinical Medical College of Ji'nan University, Shenzhen, Guangdong 518020, China; 2. Department of Pain Medicine, Shenzhen People's Hospital/the First Affiliated Hospital of Southern University of Science and Technology/the Second Clinical Medical College of Ji'nan University, Shenzhen, Guangdong 518020, China; 3. Department of Anesthesiology, the First People's Hospital of Lanzhou, Lanzhou, Gansu 730050, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the effects of different muscle relaxation levels on surgical conditions of Da Vinci robot-assisted thoracoscopic surgery. **Methods** Sixty patients undergoing robotic-assisted thoracoscopic lobectomy in the Shenzhen People's Hospital from February 2018 to October 2020 were selected and randomly divided into the deep muscle relaxation group and moderate muscle relaxation group, 30 cases in each group. The patients in the deep muscle relaxation group adopted the continuous infusion+intermittent bolus injection of cis-atracurium besylate to maintain the muscle relaxation degree at 0 of train-of-four (TOF) and 1-2 of post-tetanic count (PTC). The patients in the moderate muscle relaxation group adopted the intermittent bolus injections of cis-atracurium besylate for maintaining at 1-2 of TOF. The surgeon's satisfaction on the operation (SRS) score, VAS score at postoperative 24 h, total amounts of muscle relaxants, adding times of muscle relaxants, operation time, recovery time, time of anesthesia to extubation and postoperative complications were recorded. **Results** There was no death case in the two groups. Two cases were converted to thoractomy during operation, 1 case in each group. Compared with the moderate muscle relaxation group,

\* 基金项目: 广东省医学科研基金项目(A2019382); 深圳市卫生临床研究基金项目(SZLY2018011)。 作者简介: 阳文杰(1978—), 副主任医师, 硕士, 主要从事超声与危重患者麻醉研究。 △ 通信作者, E-mail: daizhongliang@jnu.edu.cn。

the recovery time and extubation time in the deep muscle relaxation group were longer, the adding times of muscle relaxants was less, and the SRS scores at 30, 60 and 90 min after the start of surgery were higher, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). But there was no statistical difference in the operation time, incidence rate of postoperative complications, total amounts of muscle relaxants and VAS score at postoperative 24 h between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** In the Da Vinci robot-assisted thoracoscopic surgery, the deep muscle relaxation does not increase the total amount of muscle relaxants and can improve the SRS of surgeons. However, its recovery time is longer, and the residual muscle relaxation side effects need to be considered.

**[Key words]** deep muscle relaxation; moderate muscle relaxation; Da Vinci surgical system; thoracoscopic surgery; cisatracurium besilate

随着科技的日益发展,手术机器人应运而生,达芬奇机器人以其放大、清晰的三维立体术野,精准、灵活的机械腕,以及震颤过滤系统,迅速得到手术医生的青睐<sup>[1-2]</sup>。近年来,达芬奇机器人辅助胸外科手术(robot-assisted thoracic surgery, RATS)的比例不断升高<sup>[3]</sup>,进而对术中肌松提出了更高要求。胸科手术中患者如果出现了体动或者咳嗽,可能导致机器人不能正常运行,需要重新启动才能继续手术。机器人手臂一旦入位后,不会随着患者的位移发生位置变化,患者的体动反应可能导致机器人手臂无法钳夹住目标组织,患者胸腔的任何移位均可导致意外的血管切割和脏器损伤。因此,胸科机器人手术保持充分的肌松尤为重要,术中肌松的监测也就显得很有意义<sup>[4]</sup>。目前虽已有研究显示,深度肌松能改善腹腔镜手术条件并降低术后疼痛评分,但在机器人辅助腹腔镜手术中尚未明确阐明<sup>[5]</sup>。本研究通过输注苯磺酸顺式阿曲库铵维持患者深度肌松或适度肌松状态,比较两种肌松方式对达芬奇机器人辅助腹腔镜手术条件的影响,为达芬奇机器人辅助腹腔镜手术制订更完善的肌松方案提供思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取深圳市人民医院 2018 年 2 月至 2020 年 10 月择期行机器人辅助腹腔镜肺叶切除手术患者 60 例,男 31 例,女 29 例,年龄 26~83 岁。纳入标准:(1)美国麻醉医师协会(ASA)分级 I 或 II 级;(2)符合机器人手术肺叶切除指征;(3)麻醉方式为双腔气管插管的全身麻醉。排除标准:有肝肾功能障碍,使用抗癫痫药物及严重胸廓或脊柱畸形影响双腔气管导管插管的患者除外。采用随机数字表法将患者分为深度肌松组和适度肌松组。对两组患者进行不同的肌松维持。深度肌松组:4 个成串刺激(train-of-four, TOF)为 0,强直刺激后计数(post-tetanic count, PTC)为 1~2。适度肌松组:TOF 为 1~2。本研究分组对麻醉医生和外科医师双盲。本研究经深圳市人民医院伦理委员会批准,所有患者或家属签署知情同

意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 麻醉诱导

所有患者入室后常规开放外周静脉,监测血压、心电图、脉氧饱和度、脑电双频指数(bispectral index, BIS),静脉输注右美托咪定  $1.0 \mu\text{g}/\text{kg}$  10 min,舒芬太尼  $5 \mu\text{g}/\text{kg}$ ,苯磺酸顺式阿曲库铵  $0.15 \text{mg}/\text{kg}$ ,丙泊酚血浆靶控输注(target-controlled infusion, TCI)浓度  $4 \mu\text{g}/\text{mL}$ ,5 min 后待患者意识消失,肌松完善后行双腔支气管插管,插管完成后纤支镜确定插管位置正确。

#### 1.2.2 麻醉维持

麻醉维持采用全凭静脉麻醉:右美托咪定  $0.4 \mu\text{g}/\text{kg}$ ,丙泊酚血浆 TCI 浓度  $2 \mu\text{g}/\text{mL}$ ,根据手术刺激强度及血流动力学变化调整瑞芬太尼效应室靶浓度  $2\sim 4 \text{ng}/\text{mL}$ ,维持 BIS 在  $40\sim 50$ 。深度肌松组术中持续泵入苯磺酸顺式阿曲库铵,速度为  $2 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,维持术中 TOF 为 0,PTC 为  $1\sim 2$ 。当  $\text{PTC} > 2$  时,单次给予苯磺酸顺式阿曲库铵  $0.05 \text{mg}/\text{kg}$ 。适度肌松组间断给予苯磺酸顺式阿曲库铵,维持术中 TOF 为  $1\sim 2$ ,当  $\text{TOF} > 2$  时,单次给予苯磺酸顺式阿曲库铵  $0.05 \text{mg}/\text{kg}$ 。两组术中如果术者有要求则增加苯磺酸顺式阿曲库铵  $0.025 \text{mg}/\text{kg}$ ,维持整个手术过程中患者无呛咳与体动,手术由同一组外科医师实施,所有苯磺酸顺式阿曲库铵均由麻醉医生需要使用时从冰箱取出,确保温度不会对苯磺酸顺式阿曲库铵代谢产生影响。

#### 1.2.3 麻醉苏醒

手术结束 30 min 前停止给予苯磺酸顺式阿曲库铵,当 TOF 恢复至 2 时给予新斯的明  $0.04 \text{mg}/\text{kg}$  和阿托品  $0.03 \text{mg}/\text{kg}$ ,当患者苏醒满意,自主呼吸平稳,呛咳吞咽反射恢复时拔除气管导管并被送入麻醉恢复室观察有无并发症。

### 1.3 观察指标

(1)术者在手术开始时、手术开始 30 min、手术开始 60 min、手术开始 90 min 及关胸时评估手术满意

度(surgical rating scale, SRS)评分。SRS 评分标准: 5 分,非常满意,具有极佳的手术空间,肌肉无收缩与运动;4 分,满意,具有良好的手术空间,肌肉几乎无收缩与运动;3 分,一般,具有良好的手术空间,肌肉有规律收缩与运动;2 分,差,具有合适的手术空间,但肌肉的持续收缩与运动妨碍了手术医生的操作;1 分,极差,患者呛咳或肌肉收缩使术者无法获得手术空间从而无法手术。(2)记录两组患者肌松药使用总量,单次追加肌松药的次数。(3)使用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale system, VAS)比较术后 1、2、4、8、12 及 24 h 的疼痛评分。(4)记录两组患者的手术时间、苏醒时间、麻醉停止至拔管所需时间(拔管时间)。(5)观察术后患者有无相关并发症,包括术后肺部感染、低氧血症、拔管后再插管。

1.4 统计学处理

实验数据采用 SPSS20.0 统计软件进行分析。所有资料均进行正态检验和方差齐性检验,正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验,非正态分布的计量资料比较采用 Wilcoxon 秩和检验,计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法;以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者临床资料比较

本研究无手术死亡病例,术中中转开胸 2 例,深度肌松组和适度肌松组各 1 例,均为切除肺叶过程中肺动脉出血所致。两组性别、年龄、体重、体重指数(BMI)、手术时间及术后并发症发生率比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),深度肌松组的苏醒时间、拔管时间均长于适度肌松组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

2.2 两组患者肌松药使用情况比较

两组肌松药使用总量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );适度肌松组需追加肌松药次数(单次及术者要求追加肌松药次数总和)明显高于深度肌松组( $P < 0.05$ ),见表 2。

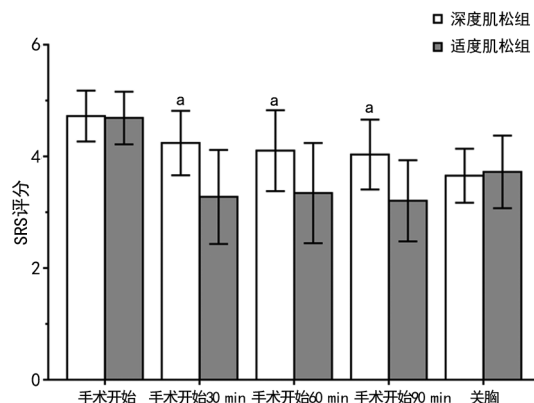
2.3 两组术者 SRS 评分比较

深度肌松组术者 SRS 评分在手术开始 30、60 及 90 min 时均明显高于适度肌松组( $P < 0.05$ ),两组手

术开始时及关胸时 SRS 评分无明显差异( $P > 0.05$ ),见图 1。

2.4 两组术后 24 h 疼痛 VAS 评分比较

两组患者疼痛 VAS 评分在术后 24 h 内逐渐下降,但两组间比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 3。



a:  $P < 0.05$ , 与适度肌松组比较。

图 1 手术医生肌松满意度比较

表 1 两组患者临床资料比较 (n = 29)

项目	深度肌松组	适度肌松组	t/ $\chi^2$	P
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	51.6 ± 15.0	56.4 ± 16.6	-1.154	0.254
性别(男/女, n/n)	15/14	16/13	0.690	0.792
体重( $\bar{x} \pm s$ , kg)	62.7 ± 8.7	64.1 ± 10.7	-0.534	0.596
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	24.6 ± 2.6	23.9 ± 2.1	1.127	0.265
手术时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	121.6 ± 19.4	121.9 ± 20.5	-0.046	0.963
苏醒时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	26.1 ± 4.9	19.6 ± 4.1	5.535	<0.001
拔管时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	30.1 ± 4.5	24.4 ± 4.4	4.909	<0.001
并发症[n(%)]				
切皮时肌颤	0	0	—	—
肺部感染	4(13.8)	5(17.2)		1.000
低氧血症	2(6.9)	1(3.4)		1.000
拔管后再插管	0	0	—	—

—: 无数据。

表 2 两组患者肌松药使用情况比较 (n = 29,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	肌松药使用总量(mg)	需追加肌松药次数(次)
深度肌松组	44.97 ± 4.90	0.97 ± 0.91
适度肌松组	43.48 ± 5.20	2.10 ± 1.31
t	1.118	-3.831
P	0.268	<0.001

表 3 两组患者术后 24h 疼痛 VAS 评分 (n = 29,  $\bar{x} \pm s$ , 分)

组别	术后 1 h	术后 2 h	术后 4 h	术后 8 h	术后 12 h	术后 24 h
深度肌松组	2.655 ± 0.769	2.103 ± 0.673	1.793 ± 0.620	1.483 ± 0.633	1.172 ± 0.539	1.000 ± 0.738
适度肌松组	2.759 ± 0.872	2.034 ± 0.731	1.621 ± 0.562	1.276 ± 0.455	1.207 ± 0.412	1.034 ± 0.325
t	-0.479	0.374	1.110	1.428	-0.274	-0.372
P	0.634	0.710	0.272	0.159	0.785	0.711



### 3 讨 论

达芬奇机器人辅助胸腔镜肺叶切除手术术野毗邻气管支气管,容易引起呛咳,同时手术区域靠近心脏大血管,可引起致命性损伤,这都要求达芬奇机器人手术患者绝对制动<sup>[6]</sup>。深度肌松能减少胸腔肌肉张力,降低胸腔顺应性,同时避免患者的体动反应<sup>[7]</sup>。研究表明,持续泵注苯磺酸顺式阿曲库铵能为胸科手术提供更好的术野环境,提高外科医生的 SRS 评分<sup>[8]</sup>。然而,对于机器人辅助胸腔镜手术中苯磺酸顺式阿曲库铵使用的研究却寥寥无几。本研究通过输注苯磺酸顺式阿曲库铵来控制患者的肌松程度,并实时监测患者所处肌松状态,深度肌松组维持 TOF 为 0,PTC 为 1~2,适度肌松组维持 TOF 为 1~2。在其他条件不变的情况下分别对术者满意度、患者疼痛评分、苏醒时间、拔管时间,患者性别、年龄、BMI,以及手术时间、术后并发症进行分析。

本研究深度肌松组术者 SRS 评分明显高于适度肌松组,这与深度肌松组能维持更为恒定的肌松水平有关<sup>[9]</sup>。此外,本研究中适度肌松组需追加肌松药次数明显高于深度肌松组,可能与术者主观上对适度肌松组要求更多地增加肌松药次数有关。肺叶切除手术术野靠近膈神经,适度肌松组术者能更直接地感觉到膈肌的收缩从而要求更多次数的给予肌松药,但本研究两组患者的肌松药使用总量并没有明显差异。本研究深度肌松组患者苏醒时间及拔管时间明显长于适度肌松组,这可能与苯磺酸顺式阿曲库铵持续输注使得肌松药的恢复时间延长有关<sup>[10-11]</sup>,所以临床使用深度肌松技术时需考虑残余肌松的副作用<sup>[12]</sup>。

胸科手术后患者常有神经病理性疼痛<sup>[13]</sup>,但深度肌松对术后疼痛的影响还存在争议。有研究显示,深度肌松能减轻采用头低脚高位患者的术后疼痛<sup>[14-15]</sup>,同样也能减轻纵膈气肿引起的术后疼痛<sup>[16]</sup>。但也有研究显示,深度肌松并不能减轻腹腔镜胃切除患者术后疼痛<sup>[17]</sup>。腹腔镜手术由于二氧化碳(CO<sub>2</sub>)气腹对膈肌的牵拉,使膈神经受到刺激而引起术后肩部的放射痛。通过降低气腹压至小于 10 mm Hg 可减少腹壁和内脏器官的牵拉,从而降低术后疼痛发生率。胸腔镜手术(video-assisted thoracoscopic surgery, VATS)人工气胸的压力一般为 8 mm Hg,低于腹腔镜手术的气腹压。本研究两组患者术后 24 h 疼痛 VAS 评分无明显差异,可能与胸腔有肋骨支撑,空间相对固定,气胸压力较低,体位对其影响较小,且没有发现纵膈气肿病例有关。此外,本研究手术结束后立即使用了肌松拮抗剂,在一定程度上也掩盖了肌松对术后疼痛的影响。总之,深度肌松对术后长期疼痛的影响还需要进一步研究。

本研究术后虽然有患者出现了低氧血症和肺部感染等并发症,但由于使用了肌松监测及肌松拮抗药,并没有出现危及生命的严重低氧血症和拔管后再插管的病例,两组并发症发生率无明显差异,说明深度肌松对患者的预后无明显影响。

综上所述,深度肌松不增加肌松药使用总量,利于术野的显露和操作,提高外科医师 SRS,可用于达芬奇机器人辅助胸腔镜手术。但患者苏醒时间较长,需考虑肌松残留的副作用。本研究也存在局限性:由于 SRS 评分不呈正态分布,采用非参数检验来分析数据,但这通常需要更大的样本量;此外,手术医生满意度和患者疼痛评分均为主观感觉,缺乏更精细的指标。

### 参考文献

- [1] CERFOLIO R J, BRYANT A S, MINNICH D J. Starting a robotic program in general thoracic surgery: why, how, and lessons learned[J]. *Ann Thorac Surg*, 2011, 91(6):1729-1736.
- [2] NASIR B S, BRYANT A S, MINNICH D J, et al. Performing robotic lobectomy and segmentectomy: cost, profitability, and outcomes[J]. *Ann Thorac Surg*, 2014, 98(1):203-208.
- [3] MÖLLER T, EGBERTS J H. Robot-assisted thoracic surgery: areas of application and limitations[J]. *Chirurg*, 2021, 92(2):122-127.
- [4] 王维, 隋波, 冯泽国, 等. 达芬奇机器人胸科手术的麻醉经验总结[J]. *医学临床研究*, 2011, 28(10):1896-1898.
- [5] BAETE S, VERCRUYSSSE G, VANDER L M, et al. The effect of deep versus moderate neuromuscular block on surgical conditions and postoperative respiratory function in bariatric laparoscopic surgery: a randomized, double blind clinical trial[J]. *Anesth Analg*, 2017, 124(5):1469-1475.
- [6] 陈秀, 韩冰, 郭巍, 等. 胸外科应用达芬奇手术机器人的体会[J]. *临床外科杂志*, 2011, 19(5):331-333.
- [7] 黎合剑, 刘晋霞, 周志东. 深肌松在腹腔镜手术中的研究进展[J]. *实用医学杂志*, 2020, 36(17):2448-2451.
- [8] ZHANG X F, LI D Y, WU J X, et al. Comparison of deep or moderate neuromuscular blockade for thoracoscopic lobectomy: a randomized

- controlled trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2018, 18(1):195.
- [9] 李机,张庆国,刘中杰,等.腹腔镜手术中持续输注与间断静注顺式阿曲库铵维持深度肌松的药效学比较[J]. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(4): 321-324.
- [10] DONG Y J, LI X. Comparative study on the pharmacodynamics of cisatracurium: Continuous infusion or intermittent bolus injection [J]. *Contemp Clin Trials*, 2012, 33(3): 482-485.
- [11] 欧阳葆怡,吴新民.肌肉松弛药合理应用的专家共识(2013)[J]. *中华医学杂志*, 2013(25):1940-1943.
- [12] KOPMAN A F, NAGUIB M. Laparoscopic surgery and muscle relaxants: is deep block helpful? [J]. *Anesth Analg*, 2015, 120(1):51-58.
- [13] HOMMA T, SHIMADA Y, TANABE K, et al. Adverse factors and postoperative neuropathic pain in challenging video-assisted thoracoscopic surgery[J]. *Ann Palliat Med*, 2021, 10(3): 2849-2858.
- [14] TORENSMA B, MARTINI C H, BOON M, et al. Deep neuromuscular block improves surgical conditions during bariatric surgery and reduces postoperative pain: a randomized double blind controlled trial[J]. *PLoS One*, 2016, 11(12): e0167907.
- [15] MADSEN M V, ISTRE O, STAEHR-RYE A K, et al. Postoperative shoulder pain after laparoscopic hysterectomy with deep neuromuscular blockade and low-pressure pneumoperitoneum: a randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2016, 33(5):341-347.
- [16] SUZUKI K, USHIYAMA T, IHARA H, et al. Complications of laparoscopic adrenalectomy in 75 patients treated by the same surgeon[J]. *Eur Urol*, 1999, 36(1):40-47.
- [17] CHOI B M, KI S H, LEE Y H, et al. Effects of depth of neuromuscular block on postoperative pain during laparoscopic gastrectomy: a randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2019, 36(11):863-870.
- (收稿日期:2022-01-28 修回日期:2022-05-19)
- (上接第 3496 页)
- [19] COSTA M M B. Neural control of swallowing[J]. *Arq Gastroenterol*, 2018, 55(Suppl 1):S61-75.
- [20] WANG Z, XIONG B, KANG N, et al. The value of MR-DWI and T1 mapping in indicating radiation-induced soft tissue injury[J]. *Front Oncol*, 2021, 11:651637.
- [21] Chow J C H, Cheung K M, Au K H, et al. Radiation-induced hypoglossal nerve palsy after definitive radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: clinical predictors and dose-toxicity relationship [J]. *Radiother Oncol*, 2019, 138:93-98.
- [22] PU D, LEE V H F, CHAN K M K, et al. The relationships between radiation dosage and long-term swallowing kinematics and timing in nasopharyngeal carcinoma survivors [J]. *Dysphagia*, 2022, 37(3):612-621.
- [23] WU C H, HSIAO T Y, KO J Y, et al. Dysphagia after radiotherapy: endoscopic examination of swallowing in patients with nasopharyngeal carcinoma [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2000, 109(3):320-325.
- [24] NAKAMURA T, KITA Y, FUJIMOTO J, et al. Hyoid bone movement during swallowing and mechanism of pharyngeal residue in patients with profound intellectual and multiple disabilities[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2021, 149:110849.
- [25] CHENG D T H, LEE K Y S, AHUJA A T, et al. Sonographic assessment of swallowing in irradiated nasopharyngeal carcinoma patients [J]. *Laryngoscope*, 2018, 128(11):2552-2559.
- (收稿日期:2022-01-12 修回日期:2022-05-30)