

DOI: 10.12235/E20240574

文章编号: 1007-1989 (2025) 05-0008-04

论著

3D打印的辅助支架在喉显微器械操作中的应用价值*

徐定远¹, 黄西臣², 马昕¹, 王斌¹, 吕珂¹, 付丽³, 郝大蔚⁴, 王广科¹

(1.河南省人民医院耳鼻咽喉-头颈外科, 河南 郑州 450003; 2.武汉嘉一三维技术应用有限公司, 湖北 武汉 430070; 3.河南省人民医院麻醉手术部, 河南 郑州 450003; 4.河南中医药大学三附院耳鼻咽喉-头颈外科, 河南 郑州 450046)

摘要: **目的** 探讨3D打印的辅助支架在喉显微器械操作中的应用价值。**方法** 设计并3D打印辅助支架。将30例规培学员(实验参与者)随机分为常规组和辅助支架组, 各15例。以猪喉为标本, 对声带局部做染色标记。参与者在支撑喉镜下, 对声带染色部位进行动作模拟(1 h内抓取动作60次)。常规组在无辅助情况下进行操作, 辅助支架组以支架为依托进行操作。由两位高年资主任医师对参与者的操作稳定性量表评分和动作准确率(准确完成操作次数的百分率)进行记录。**结果** 常规组和辅助支架组的操作稳定性量表评分分别为(5.03±4.33)和(8.99±3.42)分, 动作准确率分别为58.4%(526/900)和78.9%(710/900), 辅助支架组的操作稳定性评分和动作准确率明显高于常规组, 差异均有统计学意义($P<0.01$)。**结论** 辅助支架能明显提高器械操作的稳定性和动作准确率, 具有较好的应用价值。

关键词: 3D打印; 支撑喉镜; 显微手术; 喉显微器械; 稳定性; 准确率

中图分类号: R767.4; R767.91

Application value of 3D printing auxiliary stent in laryngeal micro instrument operation*

Xu Dingyuan¹, Huang Xichen², Ma Xin¹, Wang Bin¹, Lü Ke¹, Fu Li³, Hao Dawei⁴, Wang Guangke¹
(1. Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou, Henan 450003, China; 2. Wuhan Jiayi 3D Technology Application Co., LTD, Wuhan, Hubei 430070, China; 3. Department of Anesthesiology and Surgery, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou, Henan 450003, China; 4. Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, the Third Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450046, China)

Abstract: Objective To explore the effect of 3D printing auxiliary stent on the operation of laryngeal microsurgery instrument. **Methods** Auxiliary stent of suspension laryngoscope was design and 3D printed. 30 standardized training residents as experimental participants were randomly divided into conventional group and auxiliary stent group (15 in each group). The pig's larynx was used as a specimen, and the vocal folds were marked with localized staining. Participants performed operation on the stained areas of the vocal folds under suspension laryngoscope (60 times of grasping in 1 h). The conventional group performed operation unaided; The auxiliary stent group performed operation with the auxiliary stent as a support. Two senior chief physicians scored the participants' stability and accuracy. **Results** The operational stability scale score of the conventional group and the auxiliary stent group were (5.03±4.33) and (8.99±3.42), respectively; The operation accuracy rates were 58.4%(526/900)

收稿日期: 2024-09-21

*实用新型专利: 一种支撑喉镜手术用支撑装置(专利号: ZL 2021 2 1280006.0)

and 78.9% (710 / 900), respectively. The operation accuracy rate, operation stability of the auxiliary stent group were significantly higher than those in the conventional group, and the differences were significant ($P < 0.01$).

Conclusion The auxiliary stent can significantly improve the stability and accuracy of operation, which has highly application value.

Keywords: 3D printing; suspension laryngoscope; microsurgery; laryngeal micro instrument; stability; accuracy rate

喉显微手术是一种在支撑喉镜下进行的精密外科手术, 通常用于治疗声带病变和喉部肿瘤等喉部疾病^[1]。在喉显微手术的技术要求中, 手术器械应在声带黏膜下浅层和中间层之间的狭小空间内进行操作, 以更多地保留正常黏膜和黏膜下结构, 促进患者术后发音的恢复^[2-3]。目前, 喉显微手术的操作模式, 采用的是双手悬空握持器械, 由经中空的支撑喉镜孔道, 在较远距离处理喉部病变。这种姿势容易导致医生疲劳, 不利于精准操作。在喉科, 特别是声带手术, 对技术要求较高, 一旦出现器械操作不当, 就会损伤过多的正常黏膜或组织, 患者术后常难以恢复正常发音。因此, 笔者设计并打印了一种支撑喉镜手术用的器械辅助支架, 旨在为喉显微器械提供一个依托平台, 以提高器械操作的稳定性和准确率。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

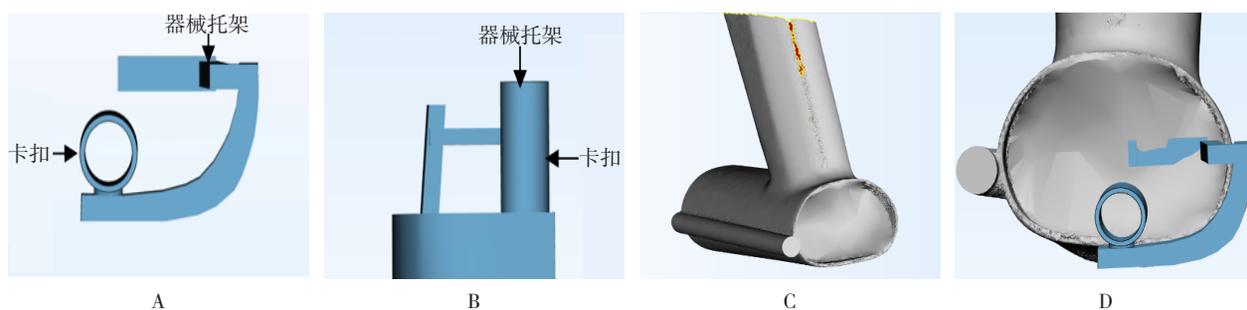
选取2024年7月1日—2024年8月1日在本院进行规培的规培学员30例, 随机分为常规组和辅助支架组, 各15例。参与者手持显微器械(喉钳)对声带染色部位进行动作模拟(1h内抓取60次)。常规组在无辅助情况下进行操作, 辅助支架组实施操作时, 将辅助支架卡入支撑喉镜入口后, 以器械托架为

依托进行操作。

1.2 方法

1.2.1 辅助支架的建立 根据支撑喉镜入口的空间立体结构, 设计与之匹配的支撑喉镜辅助支架, 设计原理和设计图已获专利(专利号: ZL 2021 2 1280006.0)。通过三维扫描得到支撑喉镜入口处立体结构的STL文件, 将其导入设计软件进行三维重建, 并设计支撑喉镜辅助支架模型。将数据导出为3D打印机可接受的STL或OBJ文件, 采用光敏树脂为材质打印出支撑喉镜辅助支架。辅助支架主要结构包括: 卡扣和器械托架。卡扣可将辅助支架置入支撑喉镜入口并固定; 器械托架为横向结构, 横行突起于支撑喉镜空腔, 形成一个平台样结构, 为手术器械提供依托平台。见图1和2。

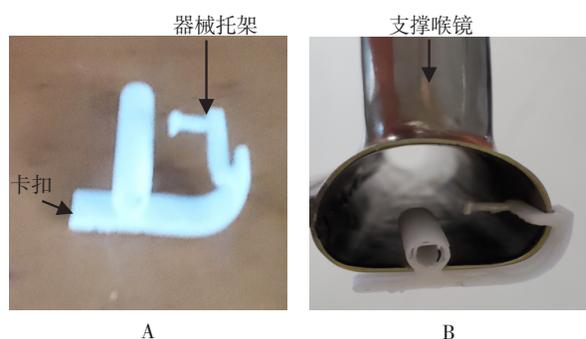
1.2.2 实验标本的选取和实验地点 本地动物屠宰加工厂将离体的新鲜猪喉连同部分气管存放于低温泡沫箱(以冰袋降温), 在实验开始前1h将动物标本送到。以木架捆绑固定离体猪喉, 在视频显示器直视下, 将支撑喉镜置入猪喉, 充分地暴露喉腔和声带, 再用注射器抽取美蓝约0.5 mL, 前端连接静脉输液器和针头, 用喉钳钳夹针头送入喉腔, 将0.1 mL美蓝注入声带进行局部染色。实验操作在本院医学模拟中心实验室开展。



A: 辅助支架的后视图; B: 辅助支架的仰视图; C: 支撑喉镜的三维扫描视图; D: 辅助支架与支撑喉镜的匹配图。

图1 辅助支架的结构设计及其与支撑喉镜的匹配

Fig.1 The structure design of the auxiliary bracket and its matching with the suspension laryngoscope



A: 3D 打印的辅助支架及主要结构; B: 辅助支架置入支撑喉镜。

图2 3D 打印的辅助支架及置入支撑喉镜的情况

Fig.2 The 3D-printed auxiliary bracket and its placement into suspension laryngoscope

1.3 结果评估

由两位高年资医师观察视频，采用本院自制操作稳定性量表评分，评估参与者器械操作的稳定性，记录参与者抓取动作准确的百分率（每位参与者 1 h 内抓取 60 次）。稳定性量表评分总分为 10 分，得分越高，稳定性越好。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计学软件分析数据。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，比较采用独立样本 t 检验；计数资料采用例 (%) 表示，比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

常规组操作稳定性评分为 (5.03 ± 4.33) 分，明显低于辅助支架组的 (8.99 ± 3.42) 分，差异有统计学意义 ($P < 0.01$)；常规组动作准确率为 58.4% (526/900)，明显低于辅助支架组的 78.9% (710/900)，差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。见表 1。

表 1 两组操作稳定性和准确率比较

Table 1 Comparison of operational stability and accuracy rate between the two groups

组别	稳定性量表评分/分	动作准确率/%
常规组 ($n = 15$)	5.03 ± 4.33	58.4(526/900)
辅助支架组 ($n = 15$)	8.99 ± 3.42	78.9(710/900)
t/χ^2 值	12.61 [†]	25.63
P 值	0.000	0.000

注：†为 t 值。

3 讨论

3.1 支撑喉镜的操作模式

19 世纪 JAKO PILLING 最早设计出的支撑喉镜一直沿用至今^[4]。支撑喉镜系统由喉镜镜体、连接部与支架三个部分组成。进行喉部手术操作时，显微器械需要经过镜体中心的空间，深入喉腔进行手术操作，此时，医生手腕部位和器械处于悬空和前伸状态，容易导致手部疲劳，从而导致器械操作不精准。在实际操作过程中，临床经验不丰富的住院医师握持器械不稳和抓取不准是普遍现象，即使是高年资医师，长时间握持细长的器械进行精细操作，也并非易事，给临床带来了很大困扰。为了医生在手术操作过程中更加便利，临床开发了多种辅助装置，如：手术工学椅、内镜操纵手柄和辅助臂等，这些辅助装置极大地提高了手术精准性，使操作更加舒适和安全^[5-7]。然而，目前临床缺乏喉科手术辅助装置，特别是支撑喉镜手术器械用的辅助装置。

3.2 3D 打印辅助支架的构造特点

目前，3D 打印技术比较成熟，已运用于喉模型构建和研究教学中。VILLEGAS 等^[8]利用 3D 技术打印出喉的立体构造模型，将其用于住院医师的模拟训练。GREENWOOD 等^[9]则利用 3D 技术打印出声带，打印出的声带具有逼真的声带形状和振动特征，对研究和探索声带气流振动和发声特点有很大帮助。本研究首先设计与支撑喉镜相吻合的辅助支架，再进行 3D 打印。打印的辅助支架为一体化结构，主要由卡扣和器械托架构成。卡扣可以将支架固定在喉镜入口；支架侧壁设计有一个横行的器械托架，为显微器械提供支撑点来提高操作的稳定性。按照力学原理，在有支撑点的情况下（即器械托架），器械的操作从理论上应该更加稳定和准确。

3.3 实验标本和实验参与者的选择

进行喉部手术模拟时，多种动物（狗和羊）的离体喉可以用做标本，但这些动物的喉部结构与人类差异较大^[10]。猪声带的显微结构与人类声带类似^[11]，且价格低廉。因此，本研究选用了猪喉。本研究对参与者也进行了筛选，实验参与者均是高年级规培学员，且自愿参与本项实验。参与者在临床实践中，对支撑喉镜和器械操作有所了解，且均没有实际手

术操作经验。笔者认为, 选择零操作基础的参与者进行模拟, 可以对辅助支架的运用效果进行更好的了解, 还可最大限度地减少个体差异对组间差异的影响。

3.4 操作稳定性和动作精准率的影响因素

在微创手术中, 器械操作是否稳定和精确, 对手术质量的高低和患者术后康复的快慢有决定性作用。但目前, 缺少对操作稳定性或精准度的界定标准。本研究中, 笔者对器械头端是否稳定和抓取动作是否准确, 采用了主观结合客观的评估方法。视频显示器可以对器械头端是否抖动, 以及抖动强弱等进行观察和记录。笔者采用本院自制的操作稳定性量表评分评估操作稳定性。显示器可以记录到钳夹动作是否准确完成, 笔者采用客观钳夹次数分析了动作的准确率。笔者发现, 参与者在以支架为辅助后, 其操作动作的稳定性评分由 5.03 分提高到 8.99 分, 动作准确率由 58.4% 提高到 78.9%。这与笔者前期预测相符合, 究其原因: 1) 辅助支架侧壁突起的器械托架, 为细长的显微器械提供了一个支撑依托, 手术操作时器械无法大幅度晃动; 2) 在器械有了支撑依托的情况下, 操作者的手部也会得到充分休息, 极大地提高了操作的稳定性和准确性。

3.5 本研究的局限性

本研究仅观察了参与者单手(右手)操作情况, 辅助支架对双手协作是否有效, 仍需探讨; 本研究仅观察了在辅助支架帮助下, 喉钳的使用情况, 其他喉部显微器械, 如: 喉刀和喉剪等的运用情况, 并未涉及。下一步将对上述问题进行针对性研究和探讨。

综上所述, 辅助支架能明显提高器械操作的稳定性和动作准确率, 具有较好的应用价值。

参 考 文 献 :

- [1] MAUGHAN E F, ROTMAN A, ROUHANI M J, et al. Suspension laryngoscopy experiences in a tertiary airway service: a prospective study of 150 procedures[J]. *Clin Otolaryngol*, 2022, 47(1): 52-60.
- [2] KINCHOKU V M, IMAMURA R, HACHIYA A, et al. Bipedicled vocal fold mucosal flap: an experimental study[J]. *J Voice*, 2022, 36(6): 777-783.
- [3] TSUJI D H, KINCHOKU V M, IMAMURA R, et al. Bipedicled

vocal fold mucosal flap use in phonosurgery: case series[J]. *J Voice*, 2021, 35(3): 793-799.

- [4] 严诗琪, 王吉喆, 于申, 等. 支撑喉镜的设计研究与应用进展[J]. *国际耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 42(5): 302-306.
- [4] YAN S Q, WANG J Z, YU S, et al. Advance in design and application of self-retaining laryngoscope[J]. *International Journal of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2018, 42(5): 302-306. Chinese
- [5] 李晓英, 赵安琪. 口腔医生坐姿改良座椅人机工程设计[J]. *机械设计*, 2013, 40(11): 170-176.
- [5] LI X Y, ZHAO A Q. Ergonomics design of improve seats design for dentists' sitting posture[J]. *Journal of Machine Design*, 2013, 40(11): 170-176. Chinese
- [6] 张聪, 何锐波, 杨浩东, 等. 鼻内镜手术机器人的研究现状与展望[J]. *医疗卫生装备*, 2024, 45(3): 95-102.
- [6] ZHANG C, HE R B, YANG H D, et al. Current status and perspectives of research on robots for nasal endoscopic surgery[J]. *Chinese Medical Equipment Journal*, 2024, 45(3): 95-102. Chinese
- [7] 何凡. 医生手术辅助装置的人性化设计研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2020.
- [7] HE F. Research on humanized design of doctor's surgery assistant[D]. Guanzhou: Guangdong University of Technology, 2020. Chinese
- [8] VILLEGAS M C, CHAMORRO M V, FANDIÑO-REYES A, et al. 3D printed larynx as a novel simulation tool for window elaboration in medialization laryngoplasty[J]. *J Voice*, 2023, 37(5): 798.e1-798.e5.
- [9] GREENWOOD T E, THOMSON S L. Embedded 3D printing of multi-layer, self-oscillating vocal fold models[J]. *J Biomech*, 2021, 121: 110388.
- [10] KOTBY M N, WAHBA H A, KAMAL E, et al. Animal model for training and improvement of the surgical skills in endolaryngeal microsurgery[J]. *J Voice*, 2012, 26(3): 351-357.
- [11] 崔西栋, 赵霞, 高楠, 等. 喉显微手术模拟操作平台的研发及应用[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2020, 34(12): 1132-1134.
- [11] CUI X D, ZHAO X, GAO N, et al. Development and application of a laryngeal dissection simulator for microphonosurgical training[J]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, 2020, 34(12): 1132-1134. Chinese

(彭薇 编辑)

本文引用格式:

徐定远, 黄西臣, 马昕, 等. 3D打印的辅助支架在喉显微器械操作中的应用价值[J]. *中国内镜杂志*, 2025, 31(5): 8-11.
XU D Y, HUANG X C, MA X, et al. Application value of 3D printing auxiliary stent in laryngeal micro instrument operation[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2025, 31(5): 8-11. Chinese