·住院医师规范化培训·

翻转课堂联合学习曲线在Shikani喉镜引导气管插管培训中的应用

王明亚[1]　张华[2]　方英伦[1]　周阳[1]　徐懋[1]　郭向阳[1]　韩永正[1]
[1]北京大学第三医院麻醉科，北京 100191；[2]北京大学第三医院流行病学研究中心，北京 100191
通信作者：韩永正，Email：hanyongzheng@bjmu.edu.cn

【摘要】 目的　探讨麻醉学住院医师学习Shikani喉镜引导气管插管的学习规律，为临床麻醉医师的技能培训提供参考依据。**方法**　2023年8月至2024年12月在北京大学第三医院共有19名麻醉学专业住院医师参与该研究。所有住院医师均接受统一规范的临床技能培训，在Shikani喉镜气管插管操作方面均未接受过专项训练，其相关理论教学与实操指导均由同一位高年资主治医师全程负责。采用翻转课堂教学模式，并由带教教师指导每名学生按照时间顺序临床实践操作15个病例，总计285例。计算每一次气管插管操作的累积和（cumulative sum，CUSUM）值，使用R软件制作学习曲线；通过4次多项式非线性回归模型进行曲线拟合并估算该学习曲线的95%置信区间。进一步解析回归模型的一阶导数函数，揭示操作熟练度随训练次数的动态演变规律。基于极大值统计量检验法对累积得分曲线进行分割点检测，寻找CUSUM的最优分界点。**结果**　采用最大选择检验发现，操作次数为8次时为CUSUM上升水平的分界点。**结论**　麻醉学专业住院医师在接受8次规范化培训后即可熟练掌握Shikani喉镜引导气管插管且学员对翻转课堂教学模式满意度较高。

【关键词】 Shikani；　气管插管；　学习曲线；　翻转课堂
【中图分类号】 R614
基金项目：北京大学第三医院教学研究课题（2023BYSYJXKT02）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250219-02058

Application of the flipped classroom combined with learning curves in training on Shikani laryngoscope-guided endotracheal intubation

Wang Mingya[1], Zhang Hua[2], Fang Yinglun[1], Zhou Yang[1], Xu Mao[1], Guo Xiangyang[1], Han Yongzheng[1]
[1]Department of Anesthesiology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China; [2]Department of Epidemiology Research Center, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China
Corresponding author: Han Yongzheng, Email: hanyongzheng@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective　To explore the learning patterns of resident physicians in anesthesiology when performing tracheal intubation guided by Shikani laryngoscope, and provide a reference for the skill training of clinical anesthesiologists. **Methods**　From August 2023 to December 2024, a total of 19 resident physicians specializing in anesthesiology participated in this study at Peking University Third Hospital. All resident physicians received standardized training on clinical skills. None of them had received specialized training in Shikani laryngoscope-guided tracheal intubation. The relevant theoretical teaching and practical guidance were provided by the same senior attending physician throughout the study. A flipped-classroom teaching model was adopted, and each student was instructed by the teaching physician to perform the procedure on 15 cases in chronological order, resulting in a total of 285 cases. The cumulative sum (CUSUM) value for each tracheal intubation was calculated, and the learning curve was plotted using R software. A fourth-order polynomial nonlinear regression model was used to fit the curve and estimate the 95% confidence interval of the learning curve. The first-order derivative function of the regression model was further analyzed to reveal the dynamic changes in proficiency with the number of training sessions. The CUSUM curve was segmented using the maximum statistics test to identify the optimal breakpoint. **Results**　The maximum selection test revealed that the breakpoint for the increase in CUSUM level was at the eighth attempt. **Conclusions**　Resident physicians in anesthesiology can master Shikani laryngoscope-guided tracheal intubation after eight standardized training sessions. Moreover, the participants showed high satisfaction with

the flipped-classroom teaching model.

【Key words】 Shikani; Tracheal intubation; Learning curve; Flipped classroom

Fund program: The Teaching Research Topic of Peking University Third Hospital (2023BYSYJXKT02)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250219-02058

气道管理是围术期安全的关键核心环节，因气道管理失败导致死亡的病例数约占麻醉死亡病例总数的30%[1]，这使得气管插管技术成为麻醉医师必须精通的核心临床能力。Shikani喉镜是综合了可视内镜及可塑形光棒等优点的一种新型气管插管工具。喉镜通过镜端镜头观察气道，其光学系统无须调焦，成像清晰，具有操作简单便捷、对张口度要求低[2]、插管成功率高[3]、组织损伤小[4]等优点。然而，随着可视喉镜的普及，解决了麻醉临床工作中遇到的绝大多数困难气道问题[5]，因此在住院医师规范化培训阶段，Shikani喉镜的教学工作愈发被忽视。如何有效开展Shikani喉镜引导气管插管术的临床教学，是麻醉学带教需要思考的问题。翻转课堂（flipped classroom，FC）模式下，专科住院医师首先通过多种途径在课前自主开展学习、实践与思考活动。随后，教师对相关知识进行总结与归纳，并开展知识传授工作。该教学模式不同于传统的教学顺序，有助于学员更加牢固地理解、记忆和应用所学知识[6-7]。了解麻醉住院医师掌握Shikani喉镜引导气管插管所需的操作例数，有利于提高培训效率。新技术的应用过程中，学习曲线分析有助于识别技术难点与关键操作环节，为临床医师的技能提升提供明确方向，从而系统性地推动专业经验的积累与优化。

累积和（cumulative sum，CUSUM）方法分析作为一种质量控制统计工具，近年来在医疗技术培训和外科手术评估领域获得了广泛认可[8-9]。该方法通过建立操作次数与单次成功率之间的量化关系，能够有效分析操作者的技能掌握进程，进而揭示训练频次与操作熟练度的相关性，为确定技能学习的最佳训练强度提供科学依据。本研究旨在探讨麻醉学专业住院医师采用Shikani喉镜引导气管插管的学习规律，为住院医师规范化培训的相关实践和教学工作提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选择2023年8月至2024年12月在北京大学第三医院麻醉科的19名麻醉学专业住院医师作为研究对象。其均接受统一的临床医学课程学习，且在吸收新知识方面的能力大致相当。入组标准为：①未独立使用Shikani喉镜引导气管插管；②知情同意并自愿参加本研究的医务人员。排除标准：拒绝参与本研究，或因客观条件限制可能无法完整提供研究所需数据的参与者。患者入选标准：①年龄18~80岁；②ASA分级为Ⅰ~Ⅱ级；③无严重心肺功能障碍等系统性器质性疾病；④颈椎活动度正常；⑤拟行全身麻醉下择期手术且需气管插管。患者排除标准：①颌面部创伤；②咽喉部占位性病变致气道解剖异常；③术前评估困难气道患者；④术中数据记录不完整者。患者剔除标准：①非预料的困难气道；②插管期间发生严重不良事件者。

1.2 研究方法

本研究采用FC教学模式，针对Shikani喉镜引导气管插管的理论学习和操作技能培训进行系统性设计。19名住院医师由同一名高年资主治医师（工作年限≥5年）实施教学。教学流程如图1所示。研究遵循Ericsson刻意练习理论[10]，通过“分解任务—情境模拟—即时反馈”三阶段构建学员胜任力培养路径。通过课前自主学习夯实理论基础，课堂模拟训练强化操作技能，临床实践实现能力迁移，形成螺旋式提升的教学闭环。

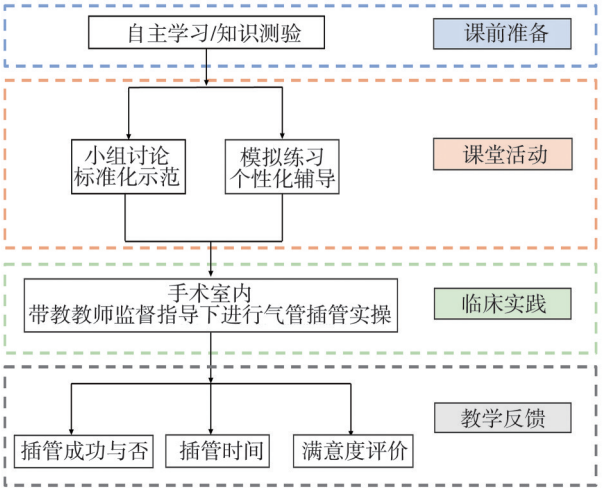


图1 教学流程图

1.2.1 课前准备（理论翻转）

构建结构化自主学习体系，为操作培训奠定认知基础：①多维学习资源：教师提供一系列关于Shikani喉镜引导气管插管的讲解视频（包括理论讲解、解剖图谱、标准操作演示、并发症预防等）、3D动态解剖模型（3D Body平台）、文献指南等数字化资源，支持学员按需开展碎片化学习。②智能评估系

统：每段视频后设置5道选择题，线上提交后系统自动批改并生成错题分析报告，教师通过错题分布动态调整课堂重点。③问题驱动机制：要求学员提交3项预习中的疑难问题，作为课堂讨论的焦点内容。

1.2.2 课堂活动（技能翻转）

以学员为主体开展模拟训练，教师角色转型为引导者。①问题研讨：小组围绕预习问题展开辩论，学生分组讨论在预习过程中遇到的问题和疑惑，由学员发问、答疑，存在争议的问题则由带教教师统一进行答复。②标准化示范体系：教师采用“三示教法”，即慢动作分解示教、实时同步语音示教、异常情况处理示教，演示Shikani喉镜引导气管插管的全过程。教师位于模拟人头部左侧，右手握住Shikani喉镜并开启电源，左手拇指与食指同时抬起模拟人的下颌，维持模拟人头部处于中立位置。将带有气管导管的镜杆从口腔左侧磨牙处缓缓插入，直至大约10 cm的深度，并在此过程中观察模拟人颈部的光斑。调整镜杆的方向，确保光斑最亮的部分正好位于环甲膜的中心。在保持双手位置固定的情况下，教师通过目镜清晰地观察到声门（如果未能看到声门，可在10 cm上下适当调整深度）。在直视状态下，继续将Shikani喉镜推进，使其穿过声门并看到气管环。固定好位置后，用左手将导管顺利推入气管，同时右手沿着模拟人口咽部的自然弧度退出喉镜，从而完成插管操作。③个性化辅导：学员以模拟人进行实践操作并录制操作视频，通过以下方式实现技能内化。一是视频标注分析：操作后通过操作视频逐帧分析，标注关键错误点（如喉镜插入角度、深度控制、镜体插入深度超过10 cm仍未观察到光斑等）；二是同伴互评机制：学员交替扮演操作者、观察者、指导者角色，通过角色转换深化认知；三是精准化辅导：教师采用“双通道指导策略”，对共性错误（如镜体握持姿势）进行集体示范；对个性化问题（如手眼协调障碍）提供即时反馈。根据每位学员的操作表现，带教教师和助教提供个性化针对性辅导，帮助学员克服学习困难及操作误区。

1.2.3 临床实践（能力迁移）

建立“阶梯式准入”机制，将翻转理念延伸至临床场景：①模拟考核：学员需在模拟人完成气管插管操作考核（成功率≥90%）方可进入手术室，临床实际操作由带教教师监督指导。②临床翻转训练：实施“预演—实操—复盘”三阶段。一是术前自主规划：学员根据患者气道评估数据（Mallampati分级、甲颏距离等）制定个性化插管方案，重点确认困难气道预案；二是术中双人核查：气管插管操作前，带教教师进行操作细节指导，并监督学生气管插管过程。教师仅在关键节点（如声门暴露）给予触觉提示；三是术后视频复盘：结合临床操作影像，开展基于可信任专业活动（entrustable professional activities，EPA）的能力评价。③风险管控：教师与学员严格执行WHO手术安全核查表，建立干预机制：当操作时间>60 s启动语音提醒，>90 s教师介入并接管操作。如出现可能损伤患者的情况，应及时纠正并认定该住院医师此次操作失败，由带教教师完成此次操作；如果带教教师也插管失败，则按照2022美国困难气道管理指南[11]对该患者进行气道管理。每名住院医师需独立完成15例Shikani喉镜引导气管插管。

1.2.4 教学反馈

记录学员每次运用Shikani喉镜引导气管插管是否成功以及插管耗时。插管耗时是指操作者手持Shikani喉镜进入患者左侧口角至监护仪显示呼气末二氧化碳波形的时间，该时间由研究者统一使用秒表进行记录。若导管未能进入气管内，或者导管退出口腔后重新进行插管操作，则计为一次插管失败；同时，记录患者在插管过程中是否出现黏膜出血等不良反应。培训完成后，对19名住院医师开展问卷调查，共收回有效问卷19份。培训效果的评估包含9项内容，采用5分李克特量表（Likert scale）进行评定[12]，分为5个等级：非常不同意（1分）、不同意（2分）、中立（3分）、同意（4分）、非常同意（5分）。

1.3 统计学分析和曲线绘制

1.3.1 统计学方法

运用SPSS 19.0统计软件开展数据分析工作。针对患者性别及ASA分级，运用多组间的卡方检验；而年龄、体重、操作时间等指标，则通过多组间的方差分析进行处理。预先设定Shikani喉镜引导气管插管一次成功率为95%（该数值由北京大学第三医院麻醉科专家共识决定）。CUSUM的计算：在第i个住院医师的第j次操作中，$\sigma_{ij}=X_{ij}-X_0$。X_{ij}为0（本次插管操作成功）或1（本次插管操作失败）；X_0为0.05；第j次操作中，所有医学生上述取值之和与j–1次上述取值相加（当j=1时，j–1次取值为0），即为第j次的CUSUM，即$\sigma_j=\sigma_{j-1}+\sum_{n=1}^{i}(X_{ij}-X_0)$。

1.3.2 学习曲线绘制

计算每位学生的CUSUM累积总和，并借助R软件绘制学习曲线，其中横轴代表操作次数，纵轴对应CUSUM的σ_j值。利用R软件的线性回归功能，以σ_j作为因变量，以操作次数作为自变量，拟合出一元四次回归曲线。

1.3.3 学习曲线分析

为了构建学习曲线的95%置信区间，首先对拟合曲线进行微分分析，从而探究操作次数与学习效果之间的动态关系。微分结果揭示了CUSUM统计

量的变化速率与操作频次之间的关联规律。基于最大选择检验法，结合实测学习数据，可确定CUSUM统计量的最优分割阈值。虽然累积和曲线能够直观展示每次操作带来的效果增益，但无法定量识别增益不再具有统计学意义的临界点。为此，在累积和分析的基础上引入最大选择检验法，该方法能够有效识别曲线增长趋势的转折位置。该转折点对应收益最大化的最小操作频次，超过此临界值后，累积收益将呈现显著衰减趋势。最大选择检验法的优势在于能够精确捕捉这一关键转折，为确定最佳操作次数提供统计依据[12]。

2　结果

2.1　一般情况

纳入本研究的19名住院医师均已通过住院医师规范化培训且既往未进行过Shikani喉镜的相关培训及使用。共对285例患者行气管插管操作。病例性别（χ^2=2.16，P>0.05）、ASA分级（χ^2=36.24，P>0.05）、年龄（F=1.31，P>0.05）、身高（F=0.29，P>0.05）、体质量（F=0.29，P>0.05）、操作时间（F=1.58，P>0.05）的差异无统计学意义。19名住院医师的插管时间平均值如表1所示，由此可知随着操作次数的增加，插管时间明显缩短。

表1　插管时间[$(\bar{x}\pm s)$，s]

插管次数	平均插管时间
第1次	105.72 ± 16.33
第2次	98.31 ± 24.32
第3次	97.85 ± 21.34
第4次	86.63 ± 20.01
第5次	87.22 ± 16.71
第6次	87.25 ± 18.74
第7次	85.83 ± 16.76
第8次	84.87 ± 18.76
第9次	82.13 ± 16.12
第10次	77.14 ± 14.91
第11次	76.66 ± 14.23
第12次	77.54 ± 14.48
第13次	74.33 ± 10.55
第14次	73.89 ± 6.23
第15次	71.18 ± 9.14

2.2　19名住院医师学习曲线

本研究结果揭示，在19位住院医师使用Shikani喉镜引导气管插管的学习过程中，CUSUM曲线在前8次操作时上升速率较为显著，而在第8~10次操作期间，该上升速率则明显放缓，且在完成10次操作后，CUSUM曲线趋于平稳。在对纳入研究的医生所绘制的学习曲线进行4次线性模型拟合时，调整后的R^2值达到0.95（P<0.001），详细结果可参见图2。运用最大选择检验法，发现当操作次数达到8次时，成为CUSUM曲线上升速率的一个关键分界点，即在8次操作之前，曲线的上升速度较快，而自第8次操作之后，其上升贡献则逐渐降低。结果详见图3。

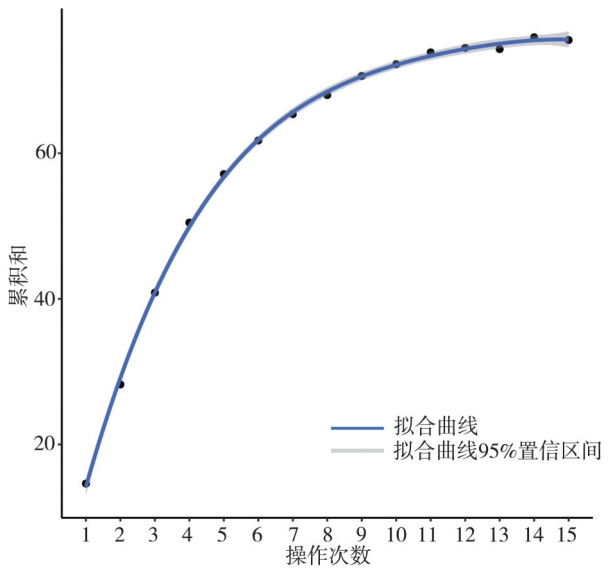


图2　19名住院医师Shikani喉镜引导气管插管的累计和随操作次数的变化趋势及拟合曲线

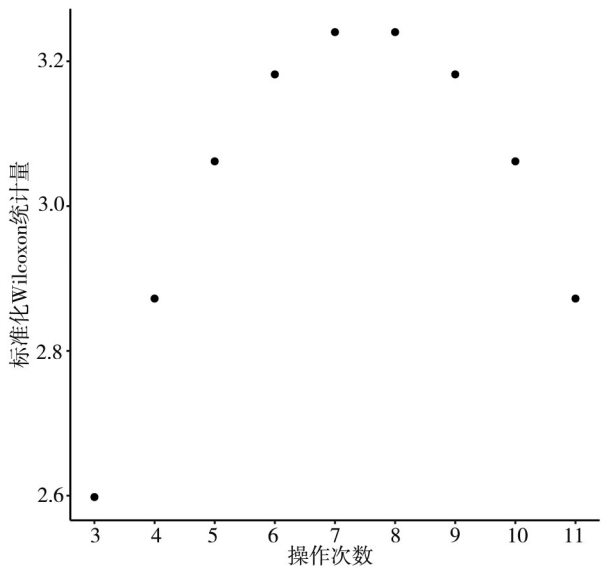


图3　19名住院医师Shikani喉镜引导气管插管的最大选择检验法得到累积和的界值

2.3　19名住院医师对Shikani喉镜引导气管插管培训的满意度评价

19名住院医师对培训的各个方面普遍感到满意，尤其是在课程内容安排和学习主动性的调动方面。然而，理论知识和操作技能的得分较低，这可

能意味着部分学员在理论知识和操作技能方面需要进一步的教学支持，详见表2。通过满意度评价，有助于教学团队了解培训的优势和需要改进的地方，从而采取措施来提升培训的整体效果。

表2　住院医师对Shikani喉镜培训的满意度评价[$(\bar{x} \pm s)$，分]

培训效果	得分
理论知识理解与掌握程度	4.62 ± 0.50
操作技能理解与掌握程度	4.63 ± 0.54
对课程时间分配的合理性	4.85 ± 0.45
对课程内容安排的合理性	4.94 ± 0.43
课堂互动性与趣味性	4.73 ± 0.60
学习主动性的调动程度	4.96 ± 0.61
对于培训教师的综合评价	4.68 ± 0.47
本次培训的收获	4.71 ± 0.45
培训的整体满意度	4.77 ± 0.60

3　讨论

气管插管是临床麻醉工作中麻醉医师必须熟练掌握的关键技能之一。安全且高效的气道管理能够有效降低因气道组织损伤、神经损伤及缺氧所引发的各类医疗安全风险，同时减少因气道管理失败而导致手术延迟或取消的情况。Shikani喉镜作为一种广泛应用于困难气道处理的工具，其操作的熟练掌握对于提升整体麻醉质量与安全性、优化麻醉服务水平以及增强学术影响力具有重要意义[13]。翻转课堂作为一种创新的教学模式，独具优势[14]。本次培训采用翻转课堂模式，充分激发了学员的学习兴趣与学习动力。在这种模式下，教师与学生共同探讨交流，这种互动方式可以促进师生之间的信任和沟通。通过交流互动提高思维的强度，最终借助多元评价来巩固学生的思维深度。与其他临床操作技能一样，Shikani喉镜引导气管插管需要通过学习和反复实践方能达到熟练掌握的程度。

3.1　Shikani喉镜引导气管插管学习曲线有利于培训效率的提高

3.1.1　学习曲线上升期

在学习曲线的上升初期，也就是学习的起始阶段，操作者对整个操作流程及关键环节还不够熟悉。由于缺乏实践经验，操作者往往信心不足。从曲线分析来看，这一阶段大致涵盖从第1次到第5次的练习过程，属于摸索和探索的时期。此阶段带教教师应更多鼓励住院医师，正向激励。

3.1.2　学习曲线平台期

随着知识巩固和经验积累，与学习曲线上升期相比较，平均操作时间减少，气管插管一次成功率增高。从曲线分析为第9次至第12次练习。对于大多数住院医师而言，超过10次的重复练习对于其操作能力的提升作用相对有限。当学习曲线采用4次线性模型进行拟合时，展现出较为理想的拟合效果，且拟合曲线的95%置信区间相对较窄，这表明拟合曲线具有较高的精确度。通过运用最大选择检验法，发现当操作次数达到8次时，成为CUSUM曲线上升趋势的一个关键转折点。这一结果表明，前8次练习对于住院医师熟悉并掌握该操作技能至关重要。换言之，在常规情况下，住院医师在独立完成8次Shikani喉镜引导气管插管操作后，便能够熟练掌握该技术。这一发现为未来的教学实践提供了有力的实证支持，有助于提升教学效率。

3.2　Shikani喉镜引导气管插管学习曲线有利于临床技能操作的评价

住院医师规范化培训在我国已实施多年，但在考核评估体系的建设方面仍存在不足，突出表现为全国性统一评价标准的缺失及学员临床能力动态反馈机制的薄弱。构建科学合理的评估体系，关键在于建立可量化的客观评价指标。近年来，累积求和（CUSUM）分析方法在医学技能培训领域得到广泛应用，该方法能够有效评估学员对特定技术操作的掌握程度[15-17]。CUSUM分析方法在技能学习评估中具有独特优势：首先，该方法可生成个体化学习轨迹图，使带教教师能够精准追踪每位住院医师的学习进展；其次，即使部分学员未能完全掌握目标技能，该方法仍能基于群体标准差进行整体分析，从而绘制出具有代表性的学习曲线，并精确计算达到熟练操作所需的最低训练次数。本研究通过构建Shikani喉镜引导气管插管的学习曲线，初步揭示了住院医师掌握该技术的规律，为教学医院制定标准化考核方案提供了数据支持，同时有助于住院医师在有限培训时间内实现更高效的学习。

3.3　Shikani喉镜引导气管插管学习曲线有利于临床教学

对Shikani喉镜引导气管插管学习曲线的研究，能够让我们明确一名新手熟练掌握该技能所需的最少训练次数为8次，这为后续的教学活动及临床操作提供了重要的参考。在教学领域，未来可依据这一学习曲线来评估学生的学习进展。一旦发现有学生的学习进度低于平均水平，就能迅速调整学习策略，比如更换更合适的学习方法或安排更有经验的临床教师进行指导，帮助学生更快地掌握技能，提升教学成效。建立Shikani喉镜引导气管插管的学习曲线，可作为制定教学规划和训练方案的依据。教师可根据学习曲线的特征，对住院医师的培训过程和效果进行有效监控，及时发现并纠正培训过程中出现的问题，这一过程也有助于培训对象达成学习目标，促进自身能力的提升。

本项研究的局限性在于参与的学生数量相对较少，这可能在一定程度上对研究结果的普适性产生影响。然而，考虑到每位住院医师完成 15 次 Shikani 喉镜引导气管插管操作的时间间隔较短，且 Shikani 喉镜操作本身较为简便，不易遗忘，因此本研究在很大程度上能够准确反映麻醉专业住院医师学习掌握 Shikani 喉镜引导气管插管技能的过程。

麻醉科住院医师要真正掌握 Shikani 喉镜气管插管技术，必须通过系统化、循序渐进的训练过程。这一学习过程通常呈现明显的阶段性特征：初始阶段表现为操作技能的快速提升期，随后进入技术趋于稳定的平台期。在快速提升期，由于操作熟练度不足，存在较高的技术失败风险，甚至可能引起相关并发症的发生。基于此，我们在临床实践前设置了系统化的预备培训环节，包括理论知识强化、标准化操作视频学习和高仿真模拟训练等。这种阶梯式的培养模式确保了住院医师在接触真实病例前已具备必要的理论基础和操作能力，从而有效降低临床风险。

4 结语

本研究采用 CUSUM 分析法，系统评估了麻醉科住院医师在 Shikani 喉镜引导气管插管技术中的学习进程。研究数据表明，当操作次数达到 8 次时，受训者的插管成功率趋于稳定，这一结果为临床教学提供了重要的参考依据。若后续研究能增加样本规模，将有助于构建更具代表性的学习曲线模型，从而优化教学策略并提高师资培训的针对性。本研究不仅为 Shikani 喉镜技术的规范化培训提供了科学依据，同时也为相关技能考核标准的制定奠定了理论基础，对提升麻醉专科医师培训质量具有积极的促进作用，值得进一步开展多中心深入研究。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王明亚：总体设计、教学实施、数据收集、论文撰写；张华、方英伦：数据统计；周阳、徐懋：指导临床教学活动；郭向阳、韩永正：提出总体思路、设计研究流程、审定论文

参考文献

[1] 杨翠英, 韩永正, 郭向阳. 困难气道预测模型的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2024, 40(3): 315-319. DOI: 10.12089/jca.2024.03.017.

[2] 魏滨, 李斌龙, 徐懋, 等. 视可尼喉镜在引导经鼻气管插管中的临床应用[J]. 中国微创外科杂志, 2024, 24(1): 25-28. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2024.01.005.

[3] Yao YT, Jia NG, Li CH, et al. Comparison of endotracheal intubation with the Shikani Optical Stylet using the left molar approach and direct laryngoscopy [J]. Chin Med J (Engl), 2008, 121(14): 1324-1327.

[4] Mahrous RSS, Ahmed AMM. The shikani optical stylet as an alternative to awake fiberoptic intubation in patients at risk of secondary cervical spine injury: a randomized controlled trial [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2018, 30(4): 354-358. DOI: 10.1097/ANA.0000000000000454.

[5] 徐怡琼, 严俊, 陶磊, 等. 可视喉镜在住院医师气管插管培训中的效果[J]. 上海医学, 2021, 44(3): 197-200. DOI: 10.19842/j.cnki.issn.0253-9934.2021.03.013.

[6] 韩永正, 史宛瑞, 徐懋, 等. 翻转课堂联合 3D Body 解剖软件在超声引导下胸椎旁神经阻滞培训中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022(2): 203-206. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210122-00766.

[7] Poulain P, Bertrand M, Dufour H, et al. A field guide for implementing a flipped classroom [J]. Biochem Mol Biol Educ, 2023, 51(4): 410-417. DOI: 10.1002/bmb.21737.

[8] 纽维桥, 章聪, 蒋汉林, 等. 低流量胰腺中心腹腔镜胰十二指肠切除术安全性及学习曲线初探[J]. 实用临床医药杂志, 2025, 29(7): 13-18, 25. DOI: 10.7619/jcmp.20245603.

[9] Tang B, Li T, Gao G, et al. Learning curve of robotic-assisted total mesorectal excision for rectal cancer [J]. Front Oncol, 2022, 12: 931426. DOI: 10.3389/fonc.2022.931426.

[10] 颜靖文, 陆瑞峰, 林云志, 等. 基于刻意练习理念的辨证教学模式培养中医临床思维能力探究[J]. 中国中医药现代远程教育, 2024, 22(16): 56-58, 65. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2024.16.018.

[11] Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway [J]. Anesthesiology, 2022, 136(1): 31-81. DOI: 10.1097/ALN.0000000000004002.

[12] 宋黎明, 王璐, 段希斌, 等. 虚拟现实模拟培训在青年医师腹腔镜技能培训中的作用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2024, 23(3): 396-400. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220409-01568.

[13] 马鑫, 夏一梦, 范秋维. UE 可视喉镜联合视可尼喉镜在肥胖患者气管插管中的应用[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2021, 41(1): 70-73. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2021.01.012.

[14] 于芸, 付宇翾, 张晴, 等. 翻转课堂在麻醉学住院医师规范化培训中的应用[J]. 继续医学教育, 2024, 38(6): 150-153.

[15] Castleberry A, Peeters MJ. Identifying and analyzing likert scales [J]. Curr Pharm Teach Learn, 2023, 15(10): 923-924. DOI: 10.1016/j.cptl.2023.07.02.

[16] 张宁晨, 孙琛, 田园, 等. 使用累积和分析法描绘学习曲线在纤支镜模拟教学中的培训探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2024, 23(12): 1618-1624.

[17] Igai H, Numajiri K, Ohsawa F, et al. Comparison of the learning curve between uniportal and robotic thoracoscopic approaches in pulmonary segmentectomy during the implementation period using cumulative sum analysis [J]. Cancers (Basel), 2023, 16(1): 184. DOI: 10.3390/cancers16010184.

（收稿日期：2025-02-19）
（本文编辑：兰明娟）