·置信职业行为研究·

基于置信职业行为的腹腔镜技能考评体系构建与验证

梁垚[1]　赵百伟[1]　李瑭[2]　谭裕宝[2]　黄婉[2]　张昆松[3]　匡铭[4]

[1]华南恶性肿瘤防治全国重点实验室/广东省恶性肿瘤临床医学研究中心/中山大学肿瘤防治中心胃外科，广州 510060；[2]中山大学肿瘤防治中心科教处临床技能培训中心，广州 510060；[3]中山大学附属第一医院肝胆胰外科中心，广州 510080；[4]中山大学中山医学院，广州 510080

通信作者：匡铭，Email：kuangmingsysu@163.com

【摘要】 目的 基于置信职业行为（entrustable professional activities，EPAs），构建并验证胜任力导向的腹腔镜技能ECM考评体系（ECM system for assessment of laparoscopic skills，ESALS）。**方法** 成立由5家医疗机构15名成员组成的研究小组，以腹腔镜技能阶段式培训课程（staged training and assessment of laparoscopic skills，STALS）为EPAs蓝本，综合运用范围综述、行为事件访谈和K-J法构建ESALS。对49名学员和10名专科医师（包括5名新手和5名专家）分别进行基础技能和高级技能评价，并与基础腹腔镜技能训练评估（training and assessment of basic laparoscopic techniques，TABLT）和全球腹腔镜手术技能评估（global operative assessment of laparoscopic skills，GOALS）等评估工具对比分析。运用SPSS 23.0软件进行Mann-Whitney *U*检验，相关性分析采用Spearman系数。**结果** 纳入13篇文献，访谈10名高级职称外科医师，构建了包含10项置信行为、8个维度胜任力特征和5个置信级别的ESALS。基础技能评价中，ESALS与TABLT评分显著正相关（R=0.881，P<0.001）；高级技能评价中，新手组与专家组在ESALS各项胜任力评分上差异有统计学意义（P<0.05），但GOALS评分显示两组在组织处理能力方面差异无统计学意义。**结论** ESALS评价全面、标准精细、反馈精准，评估效能不劣于经典工具。未来需扩大样本量验证其普适性，并开发电子化工具提升应用效率。

【关键词】 置信职业行为；　胜任力导向医学教育；　腹腔镜；　技能培训；　评估

【中图分类号】 R-615

基金项目：美国中华医学基金会教育创新项目（22-493）

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250211-02055

Construction and validation of a laparoscopic skills assessment system based on entrustable professional activities

Liang Yao[1], Zhao Baiwei[1], Li Tang[2], Tan Yubao[2], Huang Wan[2], Zhang Kunsong[3], Kuang Ming[4]

[1]State Key Laboratory of Oncology in South China / Guangdong Provincial Clinical Research Center for Cancer/ Department of Gastric Surgery, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, China; [2]Clinical Skills Training Center, Office of Scientific Research and Education, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou 510060, China; [3]Center for Hepatopancreatobiliary Surgery, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; [4]Zhongshan School of Medicine, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

Corresponding author: Kuang Ming, Email: kuangmingsysu@163.com

【Abstract】 Objective To construct and validate a competency-oriented entrustable professional activities (EPAs)-Competency-Milestones system for assessment of laparoscopic skills (ESALS). **Methods** A research team composed of 15 members from five medical institutions was established. Taking the Staged Training and Assessment of Laparoscopic Skills program as the basis for EPAs, ESALS was constructed

through scoping review and behavioral event interviews and the use of the Kawakita Jiro method. ESALS was applied to evaluate 49 trainees and 10 specialists (including 5 novices and 5 experts) on basic and advanced laparoscopic skills, respectively, in comparison with two other assessment tools—the Training and Assessment of Basic Laparoscopic Techniques (TABLT) and the Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills (GOALS). Perform Mann Whitney U test using SPSS 23.0 software, and use Spearman coefficient for correlation analysis. **Results** Through reviewing 13 literuature articles and interviewing 10 senior surgeons, the ESALS was developed, comprising 10 EPAs, 8 dimensions of competency characteristics, and 5 entrustable levels. In the basic skills evaluation, the ESALS score was significantly positively correlated with the TABLT score (R=0.881, P<0.001). In the advanced skills evaluation, significant differences were observed between the novice and expert groups in all the ESALS competency scores (all P<0.05), while no difference was detected in the GOALS score of tissue handling ability. **Conclusions** ESALS provides comprehensive evaluation, detailed standards, and precise feedback, with comparable efficacy to conventional tools. Future work should focus on expanding sample size to verify its generalizability and developing an electronic tool to enhance application efficiency.

【**Key words**】 Entrustable professional activities; Competency-based medical education; Laparoscopy; Skills training; Assessment

Fund program: Education Innovation Program of China Medical Board (22-493)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250211-02055

腹腔镜技术作为外科发展历程中的里程碑，已成为外科技能培训的关键内容之一。在欧美国家，多个成熟的腹腔镜考培体系相继投入教学，有效缩短了学习曲线并提升手术质量[1-2]。本团队此前也已建立了腹腔镜技能阶段式培训课程（Staged Training and Assessment of Laparoscopic Skills，STALS），并积极推广应用[3]。然而，随着医学教育模式的不断发展和演变，传统经典的评估工具，如基础腹腔镜技能训练评估（training and assessment of basic laparoscopic techniques，TABLT）[4]、全球腹腔镜手术技能评估（global operative assessment of laparoscopic skills，GOALS）[5]等，已难以契合现代胜任力导向的培训需求[6]。因此，构建新型腹腔镜评估体系显得尤为迫切。

置信职业行为（entrustable professional activities，EPAs）作为胜任力导向医学教育（competency based medical education，CBME）的创新成果[7]，将抽象的胜任力评估转化为对具象临床行为的置信等级里程碑评价[8]，推动 CBME 进一步演进为 EPAs-胜任力-里程碑（EPAs-Competency-Milestones，ECM）模式，为临床教学评估提供了全新思路[9]。

基于此背景，本研究旨在构建腹腔镜技能 ECM 考评体系（ECM system for assessment of laparoscopic skills，ESALS），期望为我国腹腔镜培训课程的评估与反馈提供理论与实践支持。

1　研究方法

1.1　成立研究小组

研究团队由来自 5 家医疗机构（中山大学肿瘤防治中心、复旦大学附属肿瘤医院、中南大学湘雅二医院、中山大学附属第一医院、中山大学附属第六医院）的 15 名成员构成，包括 13 名临床专家和 2 名教育管理专家（表 1）。所有专家均具备丰富的腹腔镜理论知识及教学经验，掌握 EPAs 及 CBME 理论，且自愿参与研究。本研究获得中山大学肿瘤防治中心教育伦理审查委员会批准（B2024-182-01）。

表 1　研究小组及受访者基本情况

项目	研究小组（n=15）	受访者（n=10）
机构		
中山大学肿瘤防治中心	5	2
中山大学附属第一医院	4	2
复旦大学附属肿瘤医院	2	2
中南大学湘雅二医院	2	2
中山大学附属第六医院	2	2
性别（男∶女）	11∶4	8∶2
年龄	41.3 ± 5.5	45.7 ± 5.8
职称（高级∶副高级）	5∶10	9∶1
学历（硕士研究生∶博士研究生）	2∶13	1∶9
职能（临床专家∶教育管理专家）	13∶2	10∶0
教龄或执业年限（年）		
5~	3	0
10~	10	7
>20	2	3

1.2　构建ESALS

1.2.1　胜任力词典

采用范围综述法[10]，检索中国知识资源总库（CNKI）、PubMed、Web of Science数据库（时间范围：2000年1月至2025年1月）。中文检索词设定为“置信职业行为”“置信职业活动”“胜任力”“腹腔镜”，英文检索词为“entrustable professional activities”“competency”“laparoscopic”。经人工核筛，最终纳入13篇文献，将其导入NVivo12.0软件进行归类、编码和词频统计，形成胜任力词典。

1.2.2　胜任力要素

运用行为事件访谈法[11]，选取10名外科专业高级职称医师开展访谈（表1）。访谈过程遵循STAR原则[12]，要求受访者详细描述腹腔镜手术中经历的三件成功和遗憾的关键事件。以先前形成的胜任力词典为参考，由2名研究者采用Colaizzi七步内容分析法[13]独立进行文本转录及编码归类，提炼胜任力要素。通过计算归类一致性（category agreement，CA）和编码信度系数（reliability coefficient，R）来检验编码信度。

1.2.3　体系构建

综合分析胜任力词典及要素，确定腹腔镜技能胜任力特征。以STALS课程任务为EPAs蓝本，结合临床教学实践，运用K-J法[14]制定里程碑，映射EPAs，构建ESALS。

1.3　验证ESALS

1.3.1　基础技能评价

选取中山大学肿瘤防治中心外科专业基地的49名STALS课程学员进行考核。学员为1~2年级的住院医师，中位年龄24岁，此前均未接受其他腹腔镜技能培训课程。考核时，住院医师需在腹腔镜训练模拟器（DM-LAP-S）上完成传递转移、精准切割、缝合打结3项任务，由2位STALS课程教员现场分别给出TABLT分数和ESALS评分。其中，TABLT评分依据完成时间和操作准确度计算[4]：单项任务得分=600−该任务完成时间−（错误次数×错误罚时），分数越高，表明操作技巧越熟练。

1.3.2　高级技能评价

选取中山大学肿瘤防治中心和中山大学附属第一医院的10名医师，将其分为新手组和专家组，每组各5名。新手组均为副主任医师，中位年龄为39岁，主刀完成腹腔镜手术的中位数为38台；专家组均为主任医师，中位年龄为50岁，完成腹腔镜手术的中位数为600台。采用线上双盲评价方式，由两名具有10年以上腹腔镜手术经验的专家对未剪辑的手术录像进行评估，确定各项胜任力置信等级，分别给出ESALS得分和GOALS评分。GOALS从深度触觉、双手灵活性、操作效率、组织处理和自主性5个方面评估，总分为5个项目得分总和[5]。手术术式涵盖腹腔镜肝癌切除（2例）、直肠癌根治术（2例）和胃癌根治术（6例）。

1.4　技术路线

本研究通过挖掘腹腔镜技能胜任力特征、开发EPAs–胜任力框架、锚定胜任力和里程碑、将里程碑映射到EPAs等步骤，构建并验证ESALS（图1）。

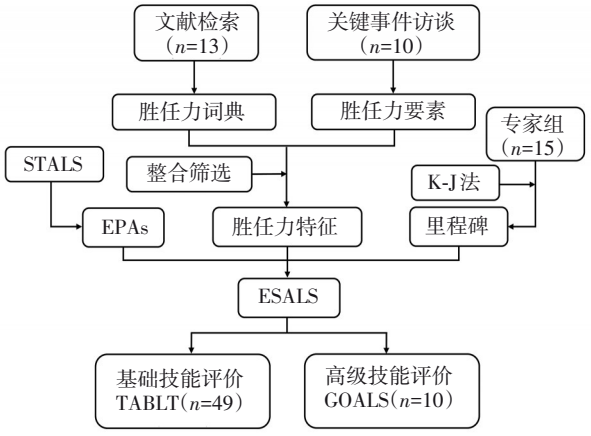


图1　研究路线

1.5　统计学方法

运用SPSS 23.0软件进行统计分析。符合正态分布的连续变量以（均数 ± 标准差）表示，不符合正态分布的则以中位数（四分位数间距）[$M(Q_1, Q_3)$]表示。组间比较采用Mann-Whitney U检验。相关性分析采用Spearman系数。原始数据已上传至科研数据存管平台www.researchdata.org.cn（RDDA2025321047）。检验水准α=0.05。

2　结果

2.1　胜任力特征模型

经文献分析，共收集到36条腹腔镜胜任力指标。经翻译、回译，汇总归类及比较分析，筛选出16条适用于STALS课程EPAs的胜任力指标，制成胜任力词典。

访谈资料最长11 718字，最短7 813字，平均访谈时间为2 226 s。CA范围为0.575~0.846，总体一致性为0.783；R值范围为0.625~0.841，总体系数为0.821，表明编码一致性较高。归纳访谈中的胜任力

要素，并结合胜任力词典，形成了包含8个维度的胜任力特征模型（表2）。

表2　腹腔镜技能胜任力特征模型

维度	胜任特征
知识储备	解剖、病理生理知识；腹腔镜原理
操控器械	器械识别与操控能力；故障排查能力
空间感知	三维转换能力；轨迹控制能力；空间适应能力
双手协调	双手配合能力；动作同步性
操作效果	组织处理能力；能量设备使用能力；操作目标完成度
操纵效率	操作规划能力；时间控制能力；应急处置能力
团队协作	与助手配合能力；麻醉及护理团队协作能力；手术管理与决策能力
持续发展	学习意识；自我提升能力

2.2　EPAs–胜任力框架

依据STALS课程框架，明确各EPAs内涵、操作步骤及注意事项，将EPAs与胜任力锚定（表3）。

表3　EPAs与胜任力关系

EPAs	胜任力							
	知识储备	操控器械	空间感知	双手协调	操作效果	操作效率	团队协作	持续发展
理论知识掌握	√							
基础操作								
传递转移		√	√	√		√		√
精细剪切		√	√	√		√		√
缝合打结		√	√	√		√		√
高级操作								
钝性分离		√	√	√	√		√	
精细解剖		√	√	√	√	√	√	
双极凝闭		√	√	√	√	√	√	
间断缝合		√	√	√		√	√	
连续缝合		√	√	√		√	√	
淋巴清扫		√	√	√	√	√	√	

2.3　ESALS

运用K-J法，参考美国胃肠和内镜外科医师协会腹腔镜基本技术培训体系（fundamentals of laparoscopic surgery，FLS）[15]以及中国腹腔镜技术考核与评价标准体系[16]等，制定里程碑，构建ESALS（表4）。该体系从5个水平描述各项胜任力掌握程度。1级（1分）表示医师刚进入培训，即使在直接监督下也无法完成操作；2级（3分）指医师在全程直接监督下能够完成相关任务；3级（5分）指医师在间接监督下能够完成相关任务；4级（7分）表示医师能够独立完成相关任务；5级（9分）代表医师可以指导下级医师操作。处于两级之间的方框，表示达到某等级的全部条目且部分符合下一等级，此时获得两级间评分。各项胜任力评分相加即为该项EPAs的ESALS得分。

表4　腹腔镜技能ECM考评体系

胜任力	里程碑				
知识储备	<60分	60~70分	>70~80分	>80~90分	>90分
操作器械	完全不清楚各器械名称及功能；错误地使用器械，无法进行基本操作	大概了解器械名称，但不清楚功能及使用技巧；不恰当地使用器械	了解器械的名称及功能；偶尔使用错误的或不适当的器械，无法完成复杂操作	熟练操作各类腔镜器械，能完成复杂操作；对常见器械故障有一定排查能力	操作精湛，对各类腔镜器械运用自如；能快速准确排查并解决复杂器械故障
空间感知	操作持续超过视野区，无法找到器械或无法定位目标	部分操作超过视野区，不能准确定位目标；偶尔触碰障碍、大幅摆动；能在提示下纠正器械错误位置，但反应较慢	大部分操作保持在视野区内，基本能准确定位目标；较少触碰障碍及大幅摆动；能逐步纠正器械错误位置	操作精准；能快速准确定位目标，极少触碰障碍；能迅速自主纠正器械错误位置	操作精准，始终在有效视野内操作；定位目标迅速准确，完美避免触碰障碍；对器械位置调整得心应手
双手协调	单手操作，忽略非优势手的使用	单手操作，非优势手无法有效且流畅配合	能够双手操作，配合有一定流畅度，能完成部分基本操作，但复杂操作时协调性差	能够双手操作，配合较为流畅，能完成基本操作，在复杂操作中双手协调性较好	双手操作配合默契，流畅完成各类复杂精细操作，双手动作精准同步
操作效果	动作僵硬笨拙，无法夹持组织，经常造成副损伤；完全不会使用能量设备	能进行简单的组织夹持，但经常滑脱；无保护组织意识，造成副损伤；对能量设备使用不熟练，操作不准确	有意识保护组织，夹持组织偶尔滑脱；较少造成副损伤；基本能正确使用能量设备，但不够精准	夹持组织稳定，能有效牵拉暴露；对邻近组织损伤较小；合理使用能量设备，操作较为精准	完美夹持，始终如一地有效牵拉暴露；对邻近组织几乎无损伤；合理使用能量设备，准确而不盲目广泛电凝
操作效率	不知晓操作目的及步骤，全是无效操作，严重影响操作进程	操作目的性不强；许多不必要、不确定的动作；在一个区域反复操作而不能取得进展；频繁无必要地改变操作区域和内容；经常因不确定停止操作，需要具体指导下一步操作	操作较慢，但是有计划有组织地操作；偶尔出现不必要的动作；知晓操作的重要步骤，但偶尔因不确定停止操作，需要具体指导下一步操作	操作速度适中，合理规划；熟悉操作的各项要点及步骤，无不必要的动作，基本能独立完成操作，遇到问题能较快解决	操作迅速高效，具有前瞻性和合理性，无无效动作；能熟练完成操作，遇到突发情况能快速有效处理，不影响进度

续表 4

胜任力知识储备	里程碑				
	<60 分	60~70 分	>70~80 分	>80~90 分	>90 分
团队协作	与手术团队成员沟通极少，不理解他人职责，常干扰助手、麻醉医生和护士工作；无法配合完成简单团队任务，如器械传递混乱，导致手术进程受阻	能与团队成员进行基本沟通，但沟通不及时、不准确；配合时偶尔出错，对麻醉和护理团队需求回应不及时；器械传递偶尔延误，影响手术效率	能与助手、麻醉医生、护士进行有效沟通，大致清楚他人工作需求；能配合完成基本团队任务，如正确传递常用器械；但在应对手术突发状况时，团队协作出现混乱	与团队成员沟通顺畅，能主动了解并满足他人工作需求；与团队配合默契，可完成复杂组织牵拉等协作任务；与麻醉、护理团队协作良好，能根据手术进程提前沟通，保障手术顺利进行	在团队中发挥引领作用，沟通高效精准；能根据团队成员特点合理分配任务，优化团队协作流程；手术中遇到复杂情况时，迅速协调团队成员，高效解决问题
持续发展	认识不到自己与专家的差距，没有学习提升的意愿和行动	认识到自己与专家的差距，但未寻求提高的机会，缺乏学习主动性	主动寻求帮助以缩小预期和实际表现之间的差距，独立设计并实施改进（练习）计划	主动收集相关知识以缩小预期和实际表现之间的差距，衡量学习计划的有效性并做出适当的调整	识别他人的不足，帮助他人设计和实施改进（练习）计划
置信等级	不允许执行	直接监督执行	间接监督执行	远程监督执行	监督他人

2.4　基础技能评价

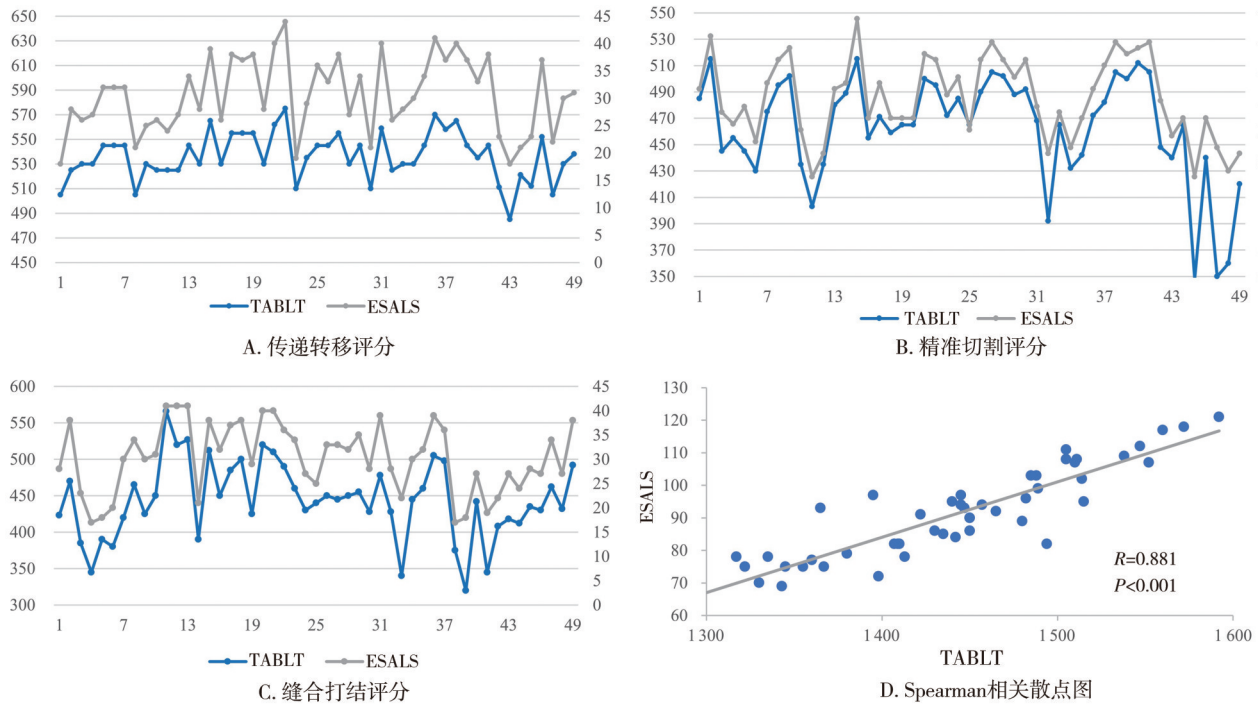
49 名学员 3 项任务中位完成时间分别为 55 s、118 s 和 150 s，TABLT 评分中位数分别为 532 s、465 s 和 445 s，ESALS 评分中位数均为 30 分。ESALS 与 TABLT 评分在各项考核中一致性良好，Spearman 相关系数为 0.881，P<0.001，呈显著正相关（图 2）。

2.5　高级技能评价

新手组、专家组中位手术时间分别为 185 min 和 127 min（P<0.001）。GOALS 评分中，两组在深度感知、双手灵巧性、效率和自主性维度差异显著，但组织处理方面差异无统计学意义。ESALS 评分中，两组在各个胜任力维度差异均存在统计学意义（表 5）。

3　讨论

可靠且高效的腹腔镜技能考评工具，对于精准反馈学员操作表现、推动培训持续发展、优化与提升教学质量具有重要意义。当前应用较为广泛的评估工具，如 FLS、GOALS、TABLT 及客观结构化技术技能评估（objective structured assessment of technical skills，OSATS）[17]等，分别适用于不同的培



A. 传递转移评分　B. 精准切割评分　C. 缝合打结评分　D. Spearman相关散点图

图 2　基础技能评价

表5　两组GOALS和ESALS评分比较

项目	新手组	专家组	*Z*值	*P*值
GOALS				
深度感知	18(17.0~19.0)	25(24.0~30.0)	−2.64	0.008
双手灵巧性	19(17.0~20.5)	28(25.5~29.0)	−2.65	0.008
效率	18(17.5~22.0)	28(25.5~29.5)	−2.62	0.009
组织处理	27(25.5~28.5)	29(25.0~29.0)	−0.54	0.589
自主性	22(18.0~23.0)	29(26.0~30.0)	−2.53	0.011
总得分	103(98.5~110.0)	138(133.0~141.5)	−2.63	0.009
ESALS				
操控器械	36(30.5~43.0)	48(46.0~48.0)	−2.60	0.009
空间感知	31(30.0~40.0)	45(42.5~48.0)	−2.10	0.036
双手协调	35(34.0~39.0)	48(48.0~50.5)	−2.65	0.008
操作效果	24(20.0~26.0)	30(28.0~33.0)	−2.45	0.014
操作效率	28(26.5~29.0)	39(38.5~40.0)	−2.64	0.008
团队协作	32(27.0~33.0)	45(44.0~47.5)	−2.63	0.009
总得分	194(172.5~201.5)	258(251.5~261.0)	−2.61	0.009

训目的和模式[18]。其中，FLS及TABLT主要针对腹腔镜基础技能进行考核，无法评价能量设备使用、出血控制等重要技能；OASTS及GOALS则用于验证真实手术技巧，尤其是精细操作，但不涉及缝合、打结等技术。此外，这些工具缺乏针对特定任务的详细反馈，学员难以明确自身需改进的具体技能。

本研究采用真实世界证据法，依据ECM理论设计新型腹腔镜技能胜任力评估工具ESALS。实证研究表明，ESALS效能不劣于TABLT和GOALS，且具有一定的特点：①评价范围更全面、普适。ESALS胜任力特征模型涵盖知识储备、操控器械、空间感知等8个维度，相比传统工具，在技能评估维度上更为广泛。无论是基础操作技能还是高级操作技能，ESALS皆能从多个层面考量学员的胜任力情况。同时，ESALS重视团队意识与协作能力的评价，契合现代外科手术对团队协作的高要求。②评价标准更细化、科学。ESALS明确了各EPAs内涵，锚定EPAs与胜任力的关系，并通过5个置信级别的里程碑来描述胜任力的掌握程度，从而将传统基于时间的评价转变为基于能力的评估。以操作器械评价为例，从“完全不清楚器械名称及功能”到“操作精湛、能快速解决复杂器械故障”，每个级别都有明确界定。这种细化的标准为评价提供了科学依据，也为学员提供了清晰的成长路径。③评价反馈更精准、有效。在基础技能评价中，ESALS评分不仅能精准反映学员之间整体能力的差异，与TABLT测评结果呈现高度一致性，还能细致剖析学员在空间感知、操作效率等胜任力特征维度上的优势与不足。在高级技能评价中，ESALS能够有效区分新手医师与专家在各项胜任力方面存在的差异，具有良好的有效性和评估效能，并能为不同经验水平的学员提供了极具针对性的改进方向。例如，对于操作效率较低的学员，可依据“操作目的性不强，较多不必要、不确定动作”等具体描述，从操作规划层面提升；针对“沟通不及时、不准确，配合时偶有失误”的反馈，学员能够着重强化与团队成员的沟通交流，提升协作能力。正向反馈闭环有助于缩短学习周期，提高学习效果，也为优化培训内容与方法提供依据，助力培训工作更加科学、高效地开展。

然而，本研究也存在一定的局限性。首先，技能考核验证样本受限。STALS课程未向本科生推广，基础技能考核学员均为住院医师，样本代表性不足，可能影响对不同层次学员的评估准确性。高级技能考核视频为自行选择病例，手术难度和术式差异易导致评估偏倚。因此，ESALS有效性和合理性还有待更严格评估。其次，ESALS评分采用纸质勾选方式，数据收集工作繁重，耗费教师大量时间与资源。未来应研发基于电脑终端或手机移动端的电子化评价工具，实现数据实时录入、自动评分和分析，提高评估效率和准确性，同时便于数据管理和共享。最后，ESALS仅聚焦技术技能评估，未纳入非技术技能里程碑，且研究设计未包含患者术后数据，无法将评估分数与患者预后进行对比。

综上所述，本研究基于ECM理论构建了腹腔镜技能考评体系，能够为学员提供更全面的置信等级评价和改进反馈建议，有望推动我国腹腔镜技术考培体系向精准化发展，或可为高素质外科人才的培养提供有益参考。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　梁垚：项目设计与实施、分析数据、起草文章；赵百伟：资料收集、项目实施；李瑭、谭裕宝、黄婉：项目实施、资料收集、数据统计；张昆松：项目实施；匡铭：论文指导与审订

参考文献

[1] De Win G, Van Bruwaene S, Kulkarni J, et al. An evidence-based laparoscopic simulation curriculum shortens the clinical learning curve and reduces surgical adverse events [J]. Adv Med Educ Pract, 2016, 7: 357-370. DOI: 10.2147/AMEP.S102000.

[2] Wagner M, Gomez-Garibello C, Seymour N, et al. An argument-based validation study of the fundamentals of laparoscopic surgery (FLS) program [J]. Surg Endosc, 2023, 37(7): 5351-5357. DOI: 10.1007/s00464-023-10020-1.

[3] Liang Y, Huang H, Tan YB, et al. Construction and implementation of a laparoscopic skill training course based on a smartphone application and virtual reality [J]. BMC Med Educ, 2024, 24(1): 1111. DOI: 10.1186/s12909-024-06066-x.