

基于文献计量学的全球消化内镜模拟培训研究现状分析

辛 硕^{1,2} 唐岸柳^{1(通讯作者)} 廖 畅^{1,2} 汪东方² 唐晓鸿³

1. 中南大学湘雅三医院消化内科 湖南 长沙 410000

2. 中南大学湘雅医学院 湖南 长沙 410000

3. 中南大学湘雅三医院临床技能训练中心 湖南 长沙 410000

摘要:目的:系统分析全球消化内镜模拟培训领域的文献,讨论消化内镜模拟培训研究现状、主要研究方向及热点,为消化内镜模拟培训未来发展提供参考。方法:基于文献计量学,采用Citespace软件,对“PubMed”和“Web of Science Core Collection”数据库中1991-2022年收录的相关文献进行可视化分析。结果:纳入567篇文献,目前本领域年发文量呈上升趋势;发文量前四的国家是美国(187篇)、加拿大(46篇)、德国(34篇)、英格兰(33篇);“competence”、“validation”、“gastrointestinal endoscopy”等关键词中心性较高;对“ESD”、“patient care”的研究呈下降趋势,而“validation”、“endoscopic gastrointestinal surgery”、“EUS”的研究一直持续至今;此外,“assessment tool”、“skill”、“competence”、“bile duct”至今仍处于爆发期中;当下,全球热点研究领域包括ESD模拟教学及应用、以ERCP为主的胆结石疾病治疗方法的模拟培训、EUS模拟培训等。结论:当前全球消化内镜模拟培训的研究已取得显著成果且仍在稳步发展,一些新兴和热门的内镜技术成为研究热点,以欧美发达国家发文量居高,我国在该领域的研究仍有较大发展空间。

关键词:文献计量学;消化内镜;模拟培训;Citespace;知识图谱分析

消化内镜(gastrointestinal endoscopy)是指经消化道直接获取图像或经附带超声及X线的设备获取消化道及消化器官的超声或X线影像,以诊断和治疗消化系统疾病的一组设备,广泛应用于消化系统疾病的诊断与治疗。消化内镜是一门技术要求很高的专业应用,消化科医生或内镜医生需要具备良好的操作技术并做出正确的诊断,这需要长期的培训学习,并不断的在实践中提高^[1]。近年来,随着患者医疗法律意识的提高以及教学观念的改变,传统的临床教学模式已不能满足当今消化内镜医师的培训要求^[2]。医学模拟教学(SBME)是指借助各种仿真模型和模拟技术及标准化患者,模仿真实临床情境的教学方法^[3],可以明显缩短学员的内镜技术学习曲线,降低并发症的发生,减少医患纠纷等。了解全球消化内镜模拟培训现状,掌握其发展动态,对进一步有效的开展消化内镜模拟培训研究具有重要意义。本文采用文献计量学方法利用Citespace可视化软件对全球消化内镜模拟培训研究进行统计、比较分析,以得出消化内镜模拟培训研究现状、主要研究方向及热点,为促进其发展提供参考。

1 数据与方法

1.1 文献检索

相关文献检索以“PubMed”和“Web of Science Core Collection”数据库为来源, Pubmed 中以 (“endoscopy, gastrointestinal” [MeSH Terms] OR “gastrointestinal endoscopy” [tw] OR “gastroscope” [tw] OR “upper endoscopy” [tw] OR “lower endoscopy” [tw] OR “upper GI endoscopy” [tw] OR “lower GI endoscopy” [tw] OR esophago-gastroduodenoscopy [tw] OR esophagogastroduodenoscopy [tw] OR gastroduodenoscopy [tw] OR gastroscope [tw] OR duodenoscopy [tw]

OR enteroscopy [tw] OR colonoscopy [tw] OR double-balloon enteroscopy [tw] OR “Endoscopic ultrasonography” [tw] OR “endoscopic ultrasound” [tw] OR “Endosonography” [Mesh] OR “endoscopic retrograde cholangiopancreatography” [tw] OR “Cholangiopancreatography, Endoscopic Retrograde” [Mesh] OR “Choledochoscope” [tw] OR “endoscopic submucosal dissection” [tw] OR “endoscopic mucosal resection” [tw]) AND (((simulation [tw] OR simulator [tw]) AND (training [tw] OR “Simulation Training” [Mesh] OR “High Fidelity Simulation Training” [Mesh] OR “simulator-based training” [tw] OR “simulator-based education” [tw]))) 作为检索式, Web of Science Core Collection 中以 ((KP=(simulation) OR KP=(simulator)) AND (((((KP=(training) OR KP=(Simulation Training)) OR KP=(High Fidelity Simulation Training)) OR KP=(simulator-based training)) OR KP=(simulator-based education)) AND (((((((((((((((((((((((((TS=(gastrointestinal endoscopy)) OR TS=(gastroscope)) OR TS=(upper endoscopy)) OR TS=(lower endoscopy)) OR TS=(upper GI endoscopy)) OR TS=(lower GI endoscopy)) OR TS=(esophago-gastroduodenoscopy))) OR TS=(esophagogastroduodenoscopy)) OR TS=(gastroduodenoscopy)) OR TS=(gastroscope)) OR TS=(duodenoscopy)) OR TS=(enteroscopy)) OR TS=(colonoscopy))) OR TS=(endoscopic ultrasonography)) OR TS=(double-balloon enteroscopy)) OR TS=(endoscopic ultrasound)) OR TS=(Endosonography)) OR TS=(endoscopic

retrograde cholangiopancreatography)) OR TS=(Choledochoscope)) OR TS=(ESD)) OR TS=(endoscopic submucosal dissection)) OR TS=(EMR)) OR TS=(endoscopic mucosal resection)) NOT TS=(sinus surgery) 为检索式。检索不限定文献语言和发布时间, 文献类型均限定为学术期刊。纳入标准为与消化内镜模拟培训和虚拟消化内镜培训相关的文献, 排除标准为综述和系统综述类文献。

1.2 分析方法

采用文献计量分析法, 以 Citespace6.1.R2 可视化软件、Excel 统计软件为工具, 对检索出的 567 篇文献从年发文量、研究国家、关键词、爆发词、关键词时间线 5 个方面进行定量和可视化分析, 获得相应可视图谱, 进一步对全球消化内镜模拟培训研究热点、前沿趋势进行探讨。

2 结果

2.1 文献检索结果

PubMed 数据库最初检索出 400 篇文献, 通过文章的纳入与排除标准剔除文章后, 最终纳入文献 301 篇。Web of Science Core Collection 最初检索出 1447 篇文献, 依照同样标准剔除文章后最终纳入文献 267 篇。二者合并经去重后获得符合标准文献 567 篇。文献检索流程检索流程如图 1 所示。

2.2 年发文量统计

按文中检索式进行检索(未限定时间限制), 获得的第一篇文献发表于 1991 年。自 1991 年至今, 消化内镜模拟培训的研究大致分为三个阶段(见图 2)。第一阶段(1991 年~2001 年)为起步阶段, 发文量少, 且年发文量处于低位; 第二阶段(2002 年~2013

年), 自 2002 年年发文量增至 15 开始, 年发文量缓慢增长, 累计发文量持续上升; 第三阶段(2014 年至今), 2013 到 2014 年之间年发文量经历了倍增, 此后年发文量持续处于高位(基本稳定在 40 左右), 累计发文量持续快速增长。

2.3 发文国家统计

对消化内镜模拟培训研究方向的国家发文量与合作网络图谱进行可视化分析, 图 3 中每一个团簇代表一个国家, 连线颜色代表合作时间。在国外相关研究中从产出国家分析, 美国发文量为 187 篇, 居世界首位, 其次为加拿大(46 篇)、德国(34 篇)、英格兰(33 篇), 我国发文量 8 篇, 居第 9 位。

2.4 关键词共现知识图谱

关键词是指论文写作者用来高度浓缩其核心论点的词语, 通过分析可以知晓该研究方向上的热门方向。其中, 中心性(Centrality)是指关键词在论文起中介枢纽作用的大小。由表 1, “competence”(中心性 0.21, 下同)、“colonoscopy(0.23)”、“performance(0.18)”、“validation”(0.16)等关键词中心性较高。在图 4 中, 此三者节点也比较大。

2.5 关键词聚类知识图谱

研究热点是指在一段特定的时间段内, 有一定基数且互相之间存在联系的一组文献所关注的问题。其中, 出现频率较高的一组和一类关键词即可被视作热点主题。结果如图 5 所示, “validation”、“endoscopic gastrointestinal surgery”、“EUS”、“ESD”等为关键词。CiteSpace 依据网络结构和聚类的清晰度, 提供了模块值(简称 Q 值)和平均轮廓值(silhouette, 简称 S 值)两个指标, 它可以作为我们评判图谱绘制效

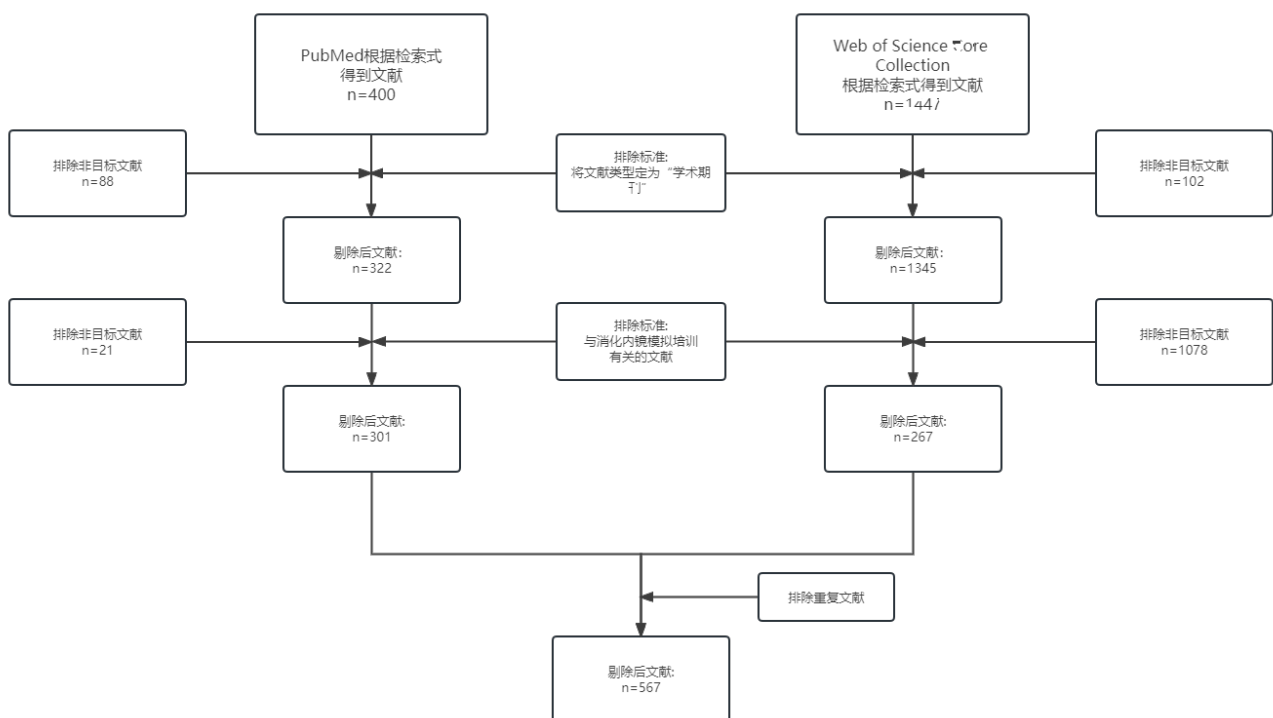


图 1: 文献检索流程

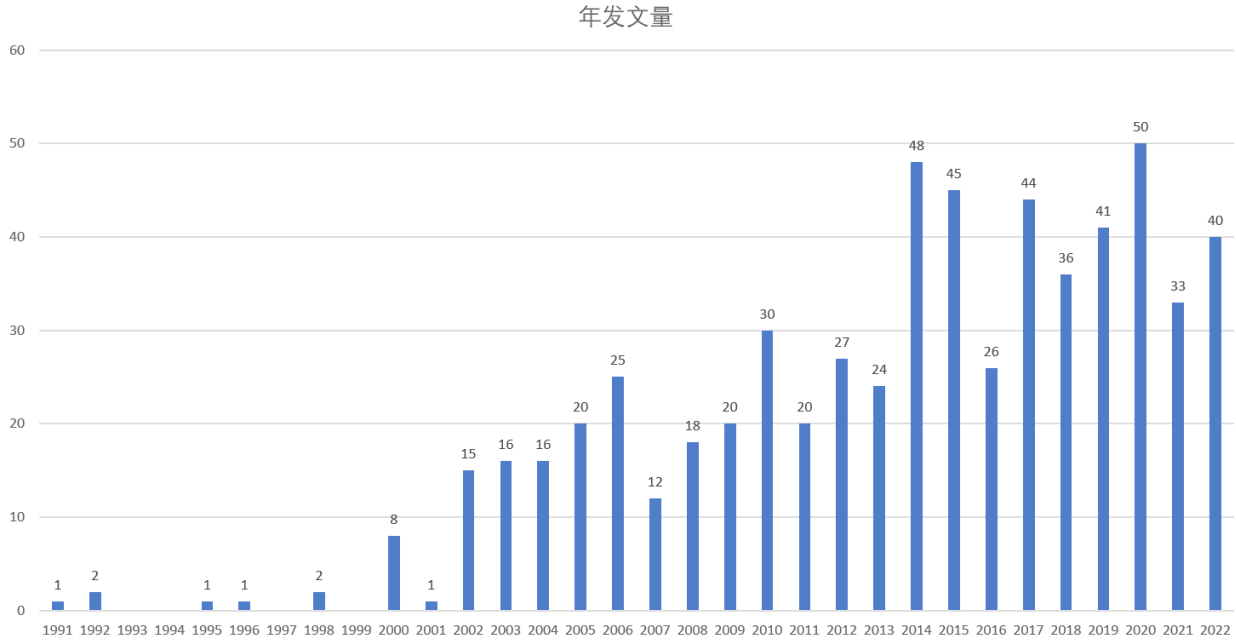


图2: 年发文量统计



图3 发文国家合作网络

表1: 消化内镜模拟培训高频关键词(前6位)

关键词	频次(次)	中心性
competence	44	0.21
validation	41	0.16
performance	32	0.18
gastrointestinal endoscopy	29	0.14
colonoscopy	28	0.23
learning curve	23	0.15

果的依据。一般而言, $Q > 0.3$ 就意味着划分出来的聚类结构是显著的; 当 S 值在 0.7 时, 聚类是高效率令人信服的。本研究中 Q 值等于 0.7229, 平均轮廓值为 0.8795。因前者数值大于 0.3、后者数值大于 0.7, 说明本研究关键词的共现聚类图谱结构显著且具有统计学意义, 有利于进一步研究分析。

2.6 关键词时间线图分析 and 爆发词分析

关键词时间线分析是指将关键词经过聚类之后, 按照关键词出现的时间顺序进行排列。将对于某关键词的研究按照时间顺序进行梳理, 可以清晰地显示当下研究方向的进展。而爆发词则是通过分析某一关键词的出现频率, 将在某一时间段内突然出现的关键词进行呈现。

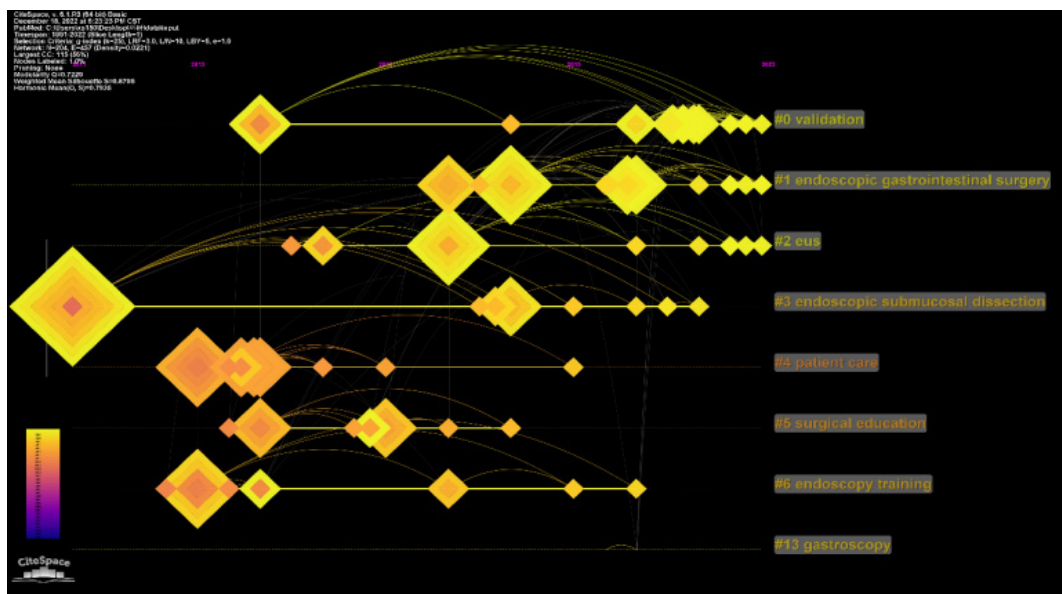


图 6 关键词时间线图谱

Top 17 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	1991 - 2022
flexible endoscopy	1991	2.19	2013	2017	[Timeline bar with red burst from 2013-2017]
patient care	1991	3.18	2014	2016	[Timeline bar with red burst from 2014-2016]
practice-based learning and improvement	1991	2.64	2014	2016	[Timeline bar with red burst from 2014-2016]
systems-based practice	1991	1.57	2014	2016	[Timeline bar with red burst from 2014-2016]
surgical education	1991	1.12	2014	2018	[Timeline bar with red burst from 2014-2018]
endoscopy simulator	1991	0.95	2015	2020	[Timeline bar with red burst from 2015-2020]
fundamentals of endoscopic surgery	1991	1.25	2016	2019	[Timeline bar with red burst from 2016-2019]
mastery learning	1991	1.4	2017	2019	[Timeline bar with red burst from 2017-2019]
clinical competence	1991	1.06	2017	2020	[Timeline bar with red burst from 2017-2020]
endoscopic training	1991	0.94	2018	2019	[Timeline bar with red burst from 2018-2019]
laparoscopic surgery	1991	0.86	2018	2020	[Timeline bar with red burst from 2018-2020]
colorectal cancer	1991	0.86	2018	2020	[Timeline bar with red burst from 2018-2020]
endoscopy training	1991	0.6	2019	2020	[Timeline bar with red burst from 2019-2020]
skill	1991	1.42	2020	2022	[Timeline bar with red burst from 2020-2022]
assessment tool	1991	1.32	2020	2022	[Timeline bar with red burst from 2020-2022]
competence	1991	1.25	2020	2022	[Timeline bar with red burst from 2020-2022]
bile duct	1991	0.88	2020	2022	[Timeline bar with red burst from 2020-2022]

图 7: 爆发词图谱

3.1.2 发文国家

本研究发现，目前在消化内镜模拟培训领域处于首位的是美国。究其原因，与美国跨学科交流深入、医工结合等方面起步早有关^[6]。此外，美国不仅拥有为数众多的世界顶尖工科、医科高校，且长期重视跨学科融合教育，以适应科学研究和知识创新综合化发展对高等教育人才培养提出的新要求^[7]，这为美国在消化内镜模拟培训领域处于领先地位奠定了基础。

3.1.3 我国研究现状

我国消化内镜模拟培训领域研究全部分布在 2012 年至今，起步较晚；总发文量为 8 篇，产出较少。我国在消化内镜模拟培训研究在离题动物模型应用、课程设计、内镜黏膜下剥离术模拟教学等方面已有一些结果产出，但受限于国内医学模拟教学起步晚、教学设施不足

等问题，我国消化内镜模拟培训研究相比于西方国家产出较少，进展较缓慢，且在 VR 等新型消化内镜模拟器的应用等领域研究尚存空白。

3.2 前沿研究领域

3.2.1 “colorectal cancer”+ “ESD”+ “endoscopy simulation training”

世界卫生组织国际癌症研究机构发布的 2020 年全球癌症患者统计数据 (Global Cancer Statistics, GLOBALCAN)^[8] 显示，全球结直肠癌 (colorectal cancer) 发病累计 193.16 万例，占有癌症患者的 10%，位居所有癌症的第三名。目前，内镜黏膜下剥离术 (endoscopic submucosal dissection, ESD) 越来越多地被应用于胃肠道浅表病变，包括癌前病变及早期癌症的内镜下微创治疗^[9]。然而，ESD 被证明发生穿孔

和出血等并发症的风险更高^[10]，培训难度很大，而模拟培训可以使内镜医生能够在安全、受控和监督的环境中学习ESD的基本原则，并显著提高执行ESD的安全性和效率^[11]。本研究发现，ESD在关键词聚类图谱中排名第3位，且在关键词共现图谱中节点较大，说明ESD是当下的一个研究热点。目前，ESD培训在日本较多，可能与ESD发源于日本有关；而来自欧洲或美国的有关ESD培训的研究量较少，培训平台不足和缺乏既定的培训课程限制了ESD在美国的广泛接受^[12]。尽管西方国家近年来有关于基于动物模型^[13]等模拟模型的ESD培训的研究，但数目较少，尚不足以提供实际性指导。

图6、7表明，“ESD”、“endoscopy training”、“surgical education”的研究出现下降趋势。究其原因，传染病导致许多国家的医疗资源重新分配、内镜检查数量骤减，因而内镜检查培训受限^[14]。同时，很多住培学员在传染病暴发时期无法按时返回医院^[15]，由于消化内镜模拟培训对实操经验的高要求，培训难以进行。但随着传染病的结束，人们对结直肠癌等常见消化道癌的早诊早治将回归正轨，ESD培训必将迎来新的热潮。

3.2.2 “bile duct” + “endoscopy simulation training”

胆结石疾病是常见的消化系统疾病之一，临床上可分为胆囊结石和胆管结石，胆管结石中以胆总管结石最为常见^[16]。随着医疗技术的发展和术后加速康复的需要，创伤更小、恢复更快的腹腔镜胆总管探查术和经内镜逆行胰胆管造影术(endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)正逐步取代开腹胆总管切开术，并成为当前治疗胆总管结石的主要手段^[17]。欧洲消化道内镜学会已经认识到有必要将ERCP的培训正规化并予以加强^[18]。爆发词图谱显示，“bile duct”爆发强度为0.88，且其爆发一直持续至今，证明这也是当下的研究热点。ERCP培训耗时费力，尽管基于计算机和动物模型的模拟已被开发作为标准化和快速训练模型^[19]，但其应用受限于计算机模拟系统的高成本，以及动物模型存在准备时间长、需要提前进行组织处理、某些生物学特征的丧失以及无法模拟内镜操作中的不良事件等缺陷。如何开发高效、低廉、高度仿真且具备严格的认证和评估标准的训练模型，仍是亟待解决的问题。目前，关于使用模拟器进行ERCP训练的实验数据有限，故该领域的研究尚存空白，预期未来将是研究热点。

3.2.3 “EUS” + “endoscopy simulation training”

超声内镜(endoscopic ultrasound, EUS)相比腹部超声、计算机断层扫描或磁共振成像，可以提供病变部位的高分辨率图像，近年来成为研究热点。“EUS”

在关键词聚类图谱中排名第2，且持续爆发至今。研究表明，无论EUS的认知技能和操作技能，均需要很长的学习曲线^[20]。目前，传统的临床培训模式仍是应用最广泛的EUS培训模式，然而，临床实践的资源有限，因此无法完全满足新手的培训需求。基于模拟的EUS培训尚未成为主流，尽管一些培训中心为医生提供临床实践，同时通过模拟器培训模式对他们进行培训，然而，这些培训的结果并不一致^[21]。可见，基于模拟的EUS培训将是消化内镜模拟培训领域未来的一个潜在的研究热点。

3.2.4 “assessment tool” + “validation”

有效性(validation)被定义为评估工具(assessment tool)能够衡量其被设计测量内容的程度。模拟器作为消化内镜技能的培训手段，被要求提供高度接近现实临床环境的教学环境，除模拟视觉空间和实时特征，并且最好提供逼真的触觉反馈外，所用模拟器及其培训系统必须能够客观地评估所研究的性能，以提供真实且有效的学习反馈^[22-23]。“validation”在关键词聚类图谱中排名第0，且在关键词共现图谱中节点较大，为当前消化内镜模拟培训的研究重点；“validation”在消化内镜模拟培训高频关键词中排名第2，其中心性反映了“validation”在该方向上的研究中有着重要的桥梁作用。目前消化内镜模拟培训中，消化内镜模拟和虚拟模型用于消化内镜技能培训的有效性验证以及评估工具的开发均为消化内镜模拟培训研究的重点，这将为内镜医生的培养提供重要保障。

近年来，新的基于消化内镜模拟培训的评估工具及其应用实践的相关研究数量较为可观，表明适用于消化内镜模拟培训的评估工具也是目前的一个研究热点。研究表明，模拟器对教学效果的科学评估有助于教学方法的改进和发展^[24]。尽管已有许多研究显示系统的模拟培训能显著提高医师消化内镜操作水平，但相关课程设计的缺乏导致该优势难以充分发挥^[25]。基于胜任力的教学课程设计要求在整个培训过程中对学员的各个操作水平指标进行持续评估^[26]，因此，高效可靠的评估工具以及以之为基础的全面高效的课程设计迫在眉睫。故新型消化内镜模拟模型和虚拟模型均需要合理、有效的评估工具以提高训练的有效性。

综上所述，当前全球消化内镜模拟培训的研究已取得显著成果，且至今仍在稳步发展，以欧美发达国家发文量居高。当下，全球热点研究领域包括ESD模拟教学及应用、以ERCP为主的胆结石疾病治疗方法的模拟培训、EUS模拟培训等，还应注重医学模拟培训评价体系的建立。我国在该领域的研究仍有较大发展空间。

参考文献：

- [1] 胡俊杰,高虹,夏幼辰.结肠镜规范化教学体会及思考[J].中国继续医学教育,2021,13(20):102-106.
- [2] 王晓玲,洪东贵,何小建,江传荣,李达周,王雯.消化内镜技术模拟培训的研究现状[J].中华消化内

镜杂志,2022,39(09):756-760.

- [3] 姜冠潮.中国医学模拟教学现状与未来发展思考[J].高校医学教学研究,2017.7(1):18-22
- [4] Baillie J, Jowell P. ERCP training in the 1990s. Time for new ideas[J].Gastrointest Endosc Clin N Am.

1994;4(2):409-421.

[5] Bar-Meir S. A new endoscopic simulator[J]. *Endoscopy*.2000;32(11):898-900.

[6] 谢梦,童颖之.跨学科与博士生培养:美国顶尖研究型大学社科类人才培养研究[J].*清华大学教育研究*,2022,43(01):96-107.DOI:10.14138/j.1001-4519.2022.01.009612.

[7] 郭德红,柳晓颖.美国大学本科跨学科教育的进展与借鉴[J].*当代教育科学*,2020,(01):83-86.

[8] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, Bray F. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries[J]. *CA Cancer J Clin*. 2021;71(3):209-249.

[9] Gromski MA, Cohen J, Saito K, et al. Learning colorectal endoscopic submucosal dissection: a prospective learning curve study using a novel ex vivo simulator[J].*Surg Endosc*. 2017;31(10):4231-4237.

[10] Nishizawa T, Yahagi N. Endoscopic mucosal resection and endoscopic submucosal dissection: technique and new directions[J].*Curr Opin Gastroenterol*. 2017;33(5):315-319.

[11] Kato M, Gromski M, Jung Y, Chuttani R, Matthes K. The learning curve for endoscopic submucosal dissection in an established experimental setting[J].*Surg Endosc*. 2013;27(1):154-161.

[12] Cetinsaya B, Gromski MA, Lee S, et al. A task and performance analysis of endoscopic submucosal dissection (ESD) surgery[J].*Surg Endosc*. 2019;33(2):592-606.

[13] Küttner-Magalhães R, Pimentel-Nunes P, Araújo-Martins M, et al. Endoscopic submucosal dissection (ESD): how do Western endoscopists value animal models?[J].*Scand J Gastroenterol*. 2021;56(4):492-497.

[14] Roemmele C, Manzeneder J, Messmann H, Ebigbo A. Impact of the COVID-19 outbreak on endoscopy training in a tertiary care centre in Germany[J].*Frontline Gastroenterol*. 2020;11(6):454-457.

[15] 边岩,庄海花,高野,等.基于文献计量的全球消化内镜质控研究特征与趋势分析[J].*中华消化内镜杂志*,2022,39(11):895-900.

[16] 顾崇琪,宋吉涛,陈晶.ERCP术后复发性胆总管结石的诊治现状[J].*现代消化及介入诊疗*,2021,26(05):657-661.

[17] 蔡茗,俞亚红.胆总管结石术后复发危险因素的研究进展[J].*中华普通外科学文献(电子版)*,2022,16(06):438-442.

[18] Johnson G, Webster G, Boškoski I, et al. Curriculum for ERCP and endoscopic ultrasound training in Europe: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Position Statement.[J].*Endoscopy*. 2021;53(10):1071-1087.

[19] Baillie J. Endoscopic retrograde cholangiopancreatography simulation[J].*Gastrointest Endosc Clin N Am*. 2006;16(3):529-viii.

[20] Hedenström P, Sadik R. The assessment of endoscopographers in training[J].*World J Clin Cases*. 2018;6(14):735-744.

[21] Gao J, Fang J, Jin Z, Wang D, Li Z. Use of simulator for EUS training in the diagnosis of pancreatobiliary diseases[J].*Endosc Ultrasound*. 2019;8(1):25-30.

[22] Carter FJ, Schijven MP, Aggarwal R, et al. Consensus guidelines for validation of virtual reality surgical simulators[J].*Simul Healthc*. 2006;1(3):171-179.

[23] Prystowsky JB, Regehr G, Rogers DA, Loan JP, Hiemenz LL, Smith KM. A virtual reality module for intravenous catheter placement[J].*Am J Surg*. 1999;177(2):171-175.

[24] Johnston S, Coyer FM, Nash R. Kirkpatrick's Evaluation of Simulation and Debriefing in Health Care Education: A Systematic Review[J].*J Nurs Educ*. 2018;57(7):393-398.

[25] Sutton, E., How important are simulators for endoscopy training?[J].*Endoscopy*, 2014. 46(9): 745.

[26] Walsh CM. In-training gastrointestinal endoscopy competency assessment tools: Types of tools, validation and impact[J].*Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2016;30(3):357-374.

【基金项目】湖南省教育科学“十三五”规划项目资助(编号:XJK19AGD001)

作者简介:

辛硕(2004.8-),男,中南大学湘雅医学院临床医学在读本科生,研究方向:消化内镜模拟培训;
唐岸柳(1983.12-),医学博士,副主任医师,主要从事消化系统炎症与肿瘤的基础与临床研究、教育教学研究。