

# 拟推荐第六届广东医学科技奖候选项目

## 公示内容

推荐奖种		医学科学技术奖
项目名称	中文	荧光可视化肝脏精准手术的关键技术研发及临床应用
	英文	Development of key technology and clinical application of fluorescence visualization on precision hepatic surgery
推荐单位		中山大学附属第五医院
推荐意见		<p>“精准外科”是目前肝脏外科发展的主流方向。该项目团队基于荧光可视化肝脏精准手术理念及技术优势，针对荧光可视化技术的临床应用推广、设备与器械研发以及荧光可视化多模态成像的医工交叉基础研究等方面开展了系列创新性探索与推广，取得以下主要成果：</p> <p>(1) 通过 2 项前瞻性随机对照临床研究的开展，项目团队首次评价了结直肠癌肝转移精准肝切除中荧光导航的有效性和荧光显影技术导航切除肝内胆管结石病灶的有效性，相关成果发表于美国外科学院官方期刊（JACS）和内镜外科领域的顶级期刊（Surg Endosc），获国外同行高度评价及特邀专题述评，有力推动了荧光可视化技术在结直肠癌肝转移、肝内胆管结石等领域的广泛应用。</p> <p>(2) 通过创新光路和光学元件设计、FPGA 图像处理技术与方法，同时自主研发基于神经网络模型的图像分割方法、新型光学治疗和多尺度配准策略技术，实现肝脏病灶术中荧光显影的准确、高效配准与融合。</p> <p>(3) 在结直肠癌肝转移中提出双靶点成像模式，在靶标筛选、探针合成、成果临床转化等领域进行了卓有成效的探索研究。</p> <p>该项目组共培养硕士、博士研究生 16 名、广东省杰出青年医学人才 1 名、美国外科学院 FELLOW（FACS）1 名，产出代表性论文 20 篇，获得实用新型专利 6 项、计算机软件著作权 4 项，获得国家级课题 3 项及省部级课题 5 项。项目成果在国内多家高水平大学附属医院及三甲医院应用推广，为手术患者带来广大获益。</p> <p>该项目有力推动肝脏精准手术理念的实践与进步，有广阔的应用前景和重要的推广价值。我单位认真审核项目填报各项内容，确保材料真实有效，经公示无异议，同意推荐其申报第六届广东医学科技奖。</p>
项目简介		<p>肝脏外科手术是治疗多种肝脏良恶性疾病的主要方式。在现代信息技术、影像技术以及外科技术的发展背景下，由董家鸿院士和黄志强院士首次提出，旨在实现最大化的病灶清除、最大化的肝脏保护和最小化的创伤侵袭的手术目标的肝脏外科也进入“精准外科”的时代。项目团队基于荧光可视化肝脏精准手术理念及技术优势，针对关键技术开展创新性前瞻性临床实践，在国家及广东省自然科学基金支持下进行系列设备研发及基础研究，取得以下成果：</p> <p>1、在荧光可视化手术的临床应用推广方面，前沿性创新性应用国</p>

	<p>产自主研发的近红外荧光显影设备，首次通过前瞻性随机对照临床研究评价荧光可视化导航在结直肠癌肝转移精准肝切除手术中的有效性及肿瘤学获益，发现近红外荧光显影技术可显著提高术中病灶的检出率（提高 32%），并显著降低了术后一年期复发率（降低 28%）。<b>获得国际同行同期特邀专题高度述评。</b>在此基础上，团队进一步开展全国共 20 余家多中心的临床研究，预期研究成果将会对荧光显影技术在结直肠癌肝转移中的临床应用推广发挥示范作用。另外，团队还报道了荧光可视化技术在肝内胆管结石肝切除手术中的应用，显示其在辅助肝胆管结石精准肝切除术的巨大潜力。此外，在配合肝脏可视化精准手术关键环节上，本团队获得授权多项相关国家专利，为肝脏精准手术提供了更为安全高效的系统性解决方案。</p> <p>2、在荧光可视化设备及技术研发方面，参与团队通过创新光路和光学元件设计、FPGA 图像处理技术与方法，同时自主研发基于神经网络模型的图像分割方法和新型的光学治疗以及多尺度配准策略技术，实现肝脏病灶荧光显影的准确、有效配准与融合。所研发的“近红外荧光成像术中导航系统”获科技部“数字诊疗装备研发”重点专项支持，<b>并实现荧光可视化腹腔镜手术产品上市并在全国多家医院临床使用。</b></p> <p>3、在医工交叉基础研究方面，以临床问题为驱动，创新性地肝癌及结直肠癌肝脏转移病变手术中提出双靶点互补成像模式理念，在靶标筛选、探针合成、数据处理分析、成果临床转化等相关研究领域进行了卓有成效的探索研究，<b>共获得国家级课题 3 项及省部级课题共 5 项，发表代表性论文 20 篇。</b></p> <p>项目实施过程中培养了广东省杰出青年医学人才 1 人，美国外科学院 FELLOW 1 名，博士后、博士、硕士生多名，2 人获“中山大学港澳专项资助计划”赴港大玛丽医院深造学习。所研发攻关的临床关键技术及荧光可视化设备在国内多家高水平三甲医院应用推广，有力推动了肝脏外科精准治疗理念的实践与技术进步。</p>
<p><b>客观评价</b></p>	<p><b>1、行业学会认可：</b></p> <p>(1) 团队荧光显影导航的精准肝切除手术相关成果在 2018 年世界分子影像大会（World Molecular Imaging Congress, WMIC）及中华医学会肝脏外科分会学术年会分别做专题演讲，2020 年再次于 WMIC 就荧光显影在肝移植供受体胆管吻合口的评估上以 Poster 进行展示，在国内外获得广泛认可。另外，本团队成功研制的近红外二区新型组蛋白脱乙酰酶 6（HDAC6）靶向荧光探针 IRDye800CW-SeCF3，能够精准成像肝脏原位肿瘤病灶，并进一步应用于荧光引导手术，具有广阔临床转化应用价值，该成果入选 2022 年第十六届生物医学光子学与成像技术国际学术研讨会(PIBM 2022) Poster 展示并获邀优秀学生论文奖评比。此外，关于肝癌与微环境整体双靶点成像的近红外荧光显影活体成像成果</p>

获邀参加 HKBIO2023（香港国际生物科技论坛暨展览）。

(2) 团队成员受邀撰写专家述评 1 篇：《**吡啶菁绿荧光显影导航技术在肝胆外科手术中的应用进展**》。

(3) 团队所研发产品“一种手持式分子影像导航装置及系统”获第二十三届全国发明展览会金奖，珠海市迪谱医疗科技有限公司入选珠海市培育引进高成长创新型企业（独角兽企业）培育库（2019）。2022 年 3 月 2 日，中国医学装备协会发布了《关于第八批优秀国产医疗设备遴选评审结果(技术参数、企业情况)公示的函》，团队研发的 DPM-ENDOCAM-01、DPM-ENDOCAM-02、DPM-ENDOCAM-03、DPM-LIGHT-01、DPM-LIGHT-02、DPM-LIGHT-03 六款产品入选。

## 2、国内外同行评价：

(1) 本团队通过开展前瞻性随机对照临床研究评价荧光可视化导航下结直肠癌肝转移肝切除的有效性 & 肿瘤学获益，证实荧光显影技术可显著提高术中病灶的检出率，尤其在术前影像及术中肉眼未见的额外微小隐匿病灶检出方面具有显著优势（平均检出病灶个数 3.03 vs 2.28，提高了 32%），并显著降低了术后一年复发率（19% vs 47%，下降了 28%），病理证实沿荧光边界切除均达到 R0 根治，是实施保留更多肝实质肝切除术并改善肠癌患者预后的有效利器（*J Am Coll Surgeons.2022,234(2):130-137*，代表性论文 7.4.01）。斯坦福医学院肿瘤外科主任、“Annals of Surgery”杂志编委 Jeffrey A Norton 在该期刊同期特邀专题评述中指出：“该研究提出的基于近红外荧光成像技术的肿瘤病灶可视化新方法是结直肠癌肝转移治疗的重大突破（a major breakthrough），对于患者预后具有巨大的潜在获益。每一位进行结直肠癌肝转移手术的外科医生都应将该方法置于他/她的‘工具箱’里！”（*J Am Coll Surg. 2022;234(2):138*）。此外，清华大学附属北京清华长庚医院董家鸿院士在第十三届岭南国际肝胆胰微创外科高峰论坛题为《精准肝脏外科范式与技术体系》的学术演讲中给予团队研究正面评价，认为本研究中荧光显影实时转移灶检测构成了现代精准肝脏外科范式与技术体系的一部分。

(2) 团队自 2018 年常规开展荧光可视化肝脏精准手术并积极开展与肝脏各类传统手术的对照研究。通过前瞻性随机对照研究评价了基于荧光显影导航的肝内胆管结石肝切除精准手术的研究，术后病理证实病变胆管的残留率由传统技术的 26% 下降至 0%，炎症反应更轻，住院时间显著缩短（*Surg Endosc.2020,34(11):4975-4982*，代表性论文 7.4.02）。该成果有效拓展了荧光可视化在肝胆外科中的应用范围，获得日本德岛大学 Maki Sugimoto 教授的肯定，“这种新的导航技术有助于改善手术结果”（*Ann Gastroenterol Surg 2022; 6 (2): 190-196*）。中国科学院院士、香港中文大学刘允怡院士在 2020 年发表的有关 ICG 及

	<p>相关纳米材料在肝癌治疗中应用的综述中引用本文，肯定了 ICG 作为临床使用良好的荧光染料，在肝脏代谢中由其独特途径，可用于手术中导航标识，实现肿瘤显影 (<i>Am J Transl Res. 2020;12(6):2344-2352</i>)。</p> <p>中国人民解放军空军军医大学第一附属医院窦科峰院士在院士论坛《肝胆管结石治疗理念变迁及技术进步》一文中引用成果并指出：“三维可视化技术联合 ICG 分子荧光影像技术在复杂肝胆道疾病的诊疗中展现出良好的应用前景，利用 ICG 成像技术进行肝部分切除术可以减少术中出血，改善术后检验指标，缩短住院时间”。</p> <p>(3) 团队成员发表于 CANCER SCIENCE 期刊中的论文“Hsa-microRNA-370-3p targeting Snail and Twist1 suppresses IL-8/STAT3-driven hepatocellular carcinoma metastasis” (代表性论文 7.4.03) 在发表后立即受到了全球学者们的广泛关注，在发表后的三个月内即获得了 387 次下载，位居该期刊中国作者 2022 年第四季度发表文章三月内下载量前五，荣获 2022 年第四季度“Wiley 威立中国开放科学高贡献作者”。</p> <p>(4) 荧光可视化技术在肝移植手术中的应用报道不多，且主要集中在 ICG 引导下的活体肝移植供肝的肝段获取、供体-受体胆道吻合口成像、ICG 荧光显影成像对肝移植供肝质量的评估等方面。团队积极开展前沿探索，在肝移植术中胆管吻合后，经外周静脉注射 ICG 后检测供受体胆管断端微循环显影情况，通过人工智能方法评估荧光强度、信背比及显影均匀度，显著降低了术后吻合口狭窄及胆漏等并发症的发病率。相关成果在 2018 年世界分子影像大会(WMIC)上以 Poster 形式进行分享。</p> <p>(5) 靶向 HDAC6 的肝癌小分子探针在 NIR-II 显影的理化特性及初步成像参数的相关工作在 2022 年第十六届生物医学光子学与成像技术国际学术研讨会 (PIBM 2022) 获得 Poster 并受邀参加 PIBM 2023 优秀学生论文奖评比。此外，关于肝癌与微环境整体双靶点成像的近红外荧光显影活体成像成果获邀参加 HKBIO2023 (香港国际生物科技论坛暨展览)。</p> <p><b>3、成果鉴定意见：</b>该项目有较好的开拓和创新，立题科学、新颖、实用性强，有明显突破和创新，社会效益显著，对指导、规范和引领珠海市肝脏精准手术的创新与推广应用有重要价值。综上所述，评委会对该项目研究成果的科技水平、应用价值、成果效益等方面综合量化评价优秀，同意推荐申报省、市级医学科学技术奖。(粤医评[2022]24 号)。</p> <p><b>4、知识产权：</b>团队创新工作成果共申请专利 10 项，其中国家实用新型专利 6 项，计算机软件著作权 4 项。</p>
推广应用情况	(1) <b>医疗机构的应用推广：</b> 团队的临床技术应用及设备使用方面

均在如中山大学肿瘤防治中心等国内多家高水平大学附属医院及三甲医院推广。在团队设备和技术革新理念下，推广医院在结直肠癌肝转移、原发性肝癌、肝内胆管结石、肝移植等多种疾病肝脏外科手术应用获得显著效果，为手术患者带来获益。在前期荧光可视化在结直肠癌肝转移精准肝切除的单中心前瞻性随机对照临床研究获得显著肿瘤学获益的前提下，团队进一步设计了多中心前瞻性随机对照临床研究，探讨荧光可视化技术优势是否确实可转化为肿瘤患者生存获益，为临床提供更优的循证医学证据。目前前瞻性多中心临床研究项目

（ChiCTR2300073634）共联合了中国科学技术大学附属第一医院等全国共 8 个知名医疗中心，项目已通过伦理审批，进入招募入组阶段。同时，团队参与牵头全国多中心前瞻性临床随机对照研究

（ChiCTR2200058961）也已经开始招募入组，着重探讨荧光可视化技术优势对肠癌肝转移中期肿瘤学获益的影响。目前全国 30 家中心已入组近 300 例患者（项目预计入组 420 例患者），项目完成人单位入组患者人数处于前三，是执行该项目的主要研究单位。**至此，本团队针对肠癌肝转移荧光可视化手术技术优势与肿瘤学短期、中期及长期获益的研究已经形成立体全链条，研究参与单位也由单中心拓展至全国多个高水平肝脏外科中心，主导了共识前该领域的临床实践及高级别证据的前瞻性 RCT 研究，事实上推广了荧光可视化技术的广泛应用。**

**（2）学术交流及人才培养：**项目团队在 2018 年世界分子影像大会（WMIC）就荧光显影在肝移植供受体胆管吻合口的评估上以 Poster 形式展示，2020 年再次于世界分子影像大会就荧光显影导航的精准肝切除手术做专题演讲，本团队成功研制的近红外二区新型组蛋白脱乙酰酶 6（HDAC6）靶向荧光探针 IRDye800CW-SeCF3，能够精准成像肝脏原位肿瘤病灶，并进一步应用于荧光引导手术，成果入选 2022 年第十六届生物医学光子学与成像技术国际学术研讨会（PIBM 2022）Poster 展示并获邀参加 PIBM 优秀学生论文奖评比。此外，关于肝癌与微环境整体双靶点成像的近红外荧光显影活体成像成果获邀参加香港国际生物科技论坛暨展览。项目组成员就“荧光显影导航肝脏精准手术技术”话题与美国加州大学进行专题交流。项目开展培养了大量医学专科人才，其中包括博士生导师 2 名，硕士生导师 3 名。博士后、博士、硕士生多名，培养广东省杰出青年医学人才 1 人，美国外科学院 FELLOW(FACS) 1 名。

**（3）荧光可视化设备产业化：**参与单位团队所研发的“近红外荧光成像术中导航系统”获科技部“数字诊疗装备研发”重点专项（项目编号：2019YFC0120800）支持。“一种手持式分子影像导航装置及系统”获第二十三届全国发明展览会金奖。珠海市迪谱医疗科技有限公司入选珠海市培育引进高成长创新型企业（独角兽企业）培育库（2019）。

	<p>公司产品已获得 11 项荧光可视化产品的医疗器械注册证和 2 项 CE 认证，计算机软件著作权 4 项，并在全国 300 多家医院临床使用。2022 年 3 月 2 日，中国医学装备协会发布了《关于第八批优秀国产医疗设备遴选评审结果（技术参数、企业情况）公示的函》，团队共六款研发产品入选。</p>
--	--

知识产权目录

序号	知识产权具体名称	类别	发明人	授权号	授权时间
7.1.1	一种抽吸吸引器	实用新型专利	李坚	ZL202120745130.3	2022-01-11
7.1.2	一种肝门阻断器	实用新型专利	李坚	ZL202121338871.6	2022-01-11
7.1.3	手术穿刺装置	实用新型专利	李坚	ZL202121368855.1	2022-02-08
7.1.4	一次性使用血管悬吊器	实用新型专利	蔡潮农、李坚	CN215960069U	2022-03-08
7.1.5	一种4K荧光一体化腔镜系统用镜头校正装置	实用新型专利	尹大龙、刘连新、蔡伟、许建国、王燕利、王明、朱冠兰	ZL202220370279.2	2022-10-28
7.1.6	一种角度可调的4K荧光内窥镜	实用新型专利	尹大龙、刘连新、丁帅、张树庚、王浩、张艳茹、王明、朱源波、朱冠兰	ZL2022218219079.0	2022-07-15
7.1.7	静脉显影仪软件 V1.0	计算机软件著作权	-	2019SR0914208	2019-06-01
7.1.8	内窥式荧光分子影像系统软件 V1.0	计算机软件著作权	-	2019SR0912870	2019-06-01
7.1.9	近红外二区荧光成像系统软件 V1.0	计算机软件著作权	-	2020SR0437017	2020-03-25
7.1.10	内窥一体机荧光分子影像系统软件 1.0	计算机软件著作权	-	2020SR1602978	2020-11-06

代表性论文目录

序号	论文名称	刊名	年卷（期） 及页码	影响 因子	通讯作 者	单位名称	SCI 他 引次 数	他引 总次 数
01	Efficacy of Near-Infrared Fluorescence-Guided Hepatectomy for the Detection of Colorectal Liver Metastases: A Randomized Controlled Trial	Journal of the American College of Surgeons	2022; 234(2):130 -137	5.2	李坚	中山大学 附属第五 医院	15	20
02	A new method of near-infrared fluorescence image-guided hepatectomy for patients with hepatolithiasis: a randomized controlled trial	Surgical Endoscopy	2020; 34(11): 4975-4982	3.1	李坚, 单鸿, 田捷	中山大学 附属第五 医院, 中国科学 院自动化 研究所	17	24
03	Hsa-microRNA-370-3p targeting Snail and Twist1 suppresses IL-8/STAT3-driven hepatocellular carcinoma metastasis	Cancer Science	2022; 113 (12): 4120-4134	5.7	李坚, 曾林涓	中山大学 附属第五 医院	9	9
04	Predictive value of intratumour inflammatory cytokine mRNA levels of hepatocellular carcinoma patients and activation of two distinct pathways govern IL-8 induced epithelial-mesenchymal	Cytokine	2019; 119: 81-89	3.8	李坚, 曾林涓	中山大学 附属第五 医院	12	14
05	HIF-2 $\alpha$ upregulation mediated by hypoxia	Aging	2019; 11(23):108	5.2	郭辉, 蔡潮	中山大学 附属第五	60	64

	promotes NAFLD-HCC progression by activating lipid synthesis via the PI3K-AKT-mTOR pathway		39-10860		农, 李坚	医院		
06	SSR2 overexpression associates with tumorigenesis and metastasis of Hepatocellular Carcinoma through modulating EMT	Journal of Cancer	2020; 11 (19): 5578-5587	3.9	黄晓芳, 李坚	中山大学附属第五医院	12	12
07	C14orf166 Is a Biomarker for Predicting Hepatocellular Carcinoma Recurrence	Journal Of Investigative Surgery	2020; 33(10):914-923	1.9	李坚	中山大学附属第五医院	3	3
08	Efficacy of Adjuvant Transarterial Chemoembolization after Radical Hepatectomy in Solitary Hepatocellular Carcinoma Patients: A Retrospective Study	Journal Of Investigative Surgery	2022; 35(6):1208-1216	1.9	蔡潮农, 李坚	中山大学附属第五医院	3	3
09	吡啶菁绿荧光显影导航技术在肝胆外科手术中的应用进展	岭南现代临床外科	2022; 22(4):315-320	-	李坚	中山大学附属第五医院	-	3
10	Follistatin Alleviates Hepatic Steatosis in NAFLD via the mTOR Dependent Pathway	Diabetes Metab Syndr Obes	2022; 15:3285-3301	3.3	邹宝嘉, 李坚	中山大学附属第五医院	6	6
11	Magnesium Supplementation Stimulates Autophagy to	Biol Trace Elem Res	2022; doi: 10.1007/s12011-022-03438-6	3.9	李坚, 曾映娟	中山大学附属第五医院	5	5

	Reduce Lipid Accumulation in Hepatocytes via the AMPK/mTOR Pathway							
12	Combined Treatment of Tanshinone I and Epirubicin Revealed Enhanced Inhibition of Hepatocellular Carcinoma by Targeting PI3K/AKT/HIF-1 $\alpha$	Drug Des Devel Ther	2022; 16:3197-3 213	4.8	邹宝 嘉, 李 坚	中山大学 附属第五 医院	5	5
13	Combined HIF-1 $\alpha$ and SHH Up-Regulation Is a Potential Biomarker to Predict Poor Prognosis in Postoperative Hepatocellular Carcinoma	Journal of Investiga tive Surgery	2022; 35(8):1660 -1667	1.9	邹宝 嘉, 李 坚	中山大学 附属第五 医院	3	3
14	Nuclear GAPDH is vital for hypoxia-induced hepatic stellate cell apoptosis and is indicative of aggressive hepatocellular carcinoma behaviour	Cancer Manage ment and Research	2019; 30:11:494 7-4956	3.3	蔡潮 农, 李 坚	中山大学 附属第五 医院	15	16
15	The expression of FAP in hepatocellular carcinoma cells is induced by hypoxia and correlates with poor clinical outcomes	Journal of Cancer	2018; 9(18):3278 -3286	3.9	曾林 涓, 李 坚	中山大学 附属第五 医院	41	42
16	A novel 12-marker panel of cancer-associated fibroblasts involved in progression of	Cancer Manage ment and Research	2018 Nov 5;10:5303- 5311	3.3	张百 萌, 李 坚	中山大学 附属第五 医院	17	34

	hepatocellular carcinoma							
17	Precise hepatectomy guided by minimally invasive surgery: a novel strategy for liver resection	Hepato-Gastroenterology	2012,59(18):1951-1959	0.907	刘连新	中国科学技术大学附属第一医院	7	7
18	A study of generalization and compatibility performance of 3D U-Net segmentation on multiple heterogeneous liver CT datasets	BMC Med Imaging	2021 Nov 24;21(1):178	1.93	刘连新, 贾富仓	中国科学技术大学附属第一医院, 中国科学院深圳先进技术研究院	0	0
19	Morphologic Change of In Vivo Porcine Liver Under 13 mm Hg Pneumoperitoneum Pressure	Surg Laparosc Endosc Percutan Tech	2021 Aug 23;31(6):679-684	1.719	刘连新, 贾富仓	中国科学技术大学附属第一医院, 中国科学院深圳先进技术研究院	2	4
20	Supramolecular J-aggregates of aza-BODIPY by steric and $\pi$ - $\pi$ interactions for NIR-II phototheranostics	Journal of Materials Chemistry B	2022; 10(10):1650-1662	7	闫立峰	中国科学技术大学附属第一医院	29	30

**完成人情况表**

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李坚	1	中山大学附属第五医院	中山大学附属第五医院	教授、主任医师	普外科主任、肝胆外科与肝移植科主任
对本项目的贡献	<p>1、负责项目总体设计、组织和实施。主持的前瞻性随机对照临床研究成果发表于业内权威期刊（JACS 2022，代表性论文 7.4.01；SURG ENDOSC 2020，代表性论文 7.4.02），获得国内外专家的特邀专题述评高度肯定。</p> <p>2、在配合肝脏可视化精准手术关键环节上，创新性提出并发明了相关国家专利 4 项。</p> <p>3、广东省杰出青年医学人才，美国外科学院 FELLOW；获得国家级课题 2 项、省部级课题 4 项，培养大量医学人才。</p>				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务

尹大龙	2	中国科学技术大学 附属第一医院	中国科学技术 大学附属 第一医院	主任医师	副院长
对本项目的 贡献	1、重点参与项目肝脏可视化精准手术新技术、新设备的研究探索，提高了临床医生对肝脏肿瘤、血管等重要结构的识别，推动了“精准手术”理念的发展。 2、在配合肝脏可视化精准手术关键环节上，提出并改进了腹腔镜相关设备，相关成果获批国家专利 2 项。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
洪晓鹏	3	中山大学附属第五医院	中山大学附 属第五医院	医师	无
对本项目 的贡献	1、重点参与项目的整体设计并组织开展大部分临床研究工作，组织并参与了多个荧光可视化临床研究试验。 2、以共同第一作者首次发表 ICG 荧光显影导航的结直肠癌肝转移肝切除精准手术的论文 ( <i>J Am Coll Surgeons.2022; 234 (2):130-137</i> , 代表性论文 7.4.01)。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
蔡潮农	4	中山大学附属第五医院	中山大学附 属第五医院	主任医师	普外科副主任
对本项目 的贡献	1、重点参与临床研究的手术操作； 2、协助肝脏手术相关专利的构思及修改，并在临床研究中应用。 3、收集术中影像、组织标本，交由团队成员进一步研究。 4、观察、随访患者，对比技术实施后，对患者的生活质量、疾病缓解、生存率等等的影响。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李培平	5	中山大学附属第五医院	中山大学附 属第五医院	主治医师	无
对本项目 的贡献	1、重点参与临床研究患者的管理及一线随访。 2、随机化信封的管理回收及患者分组，参与手术。 3、博士研究生期间课题重点为荧光可视化靶点筛选及探针合成。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
迟崇巍	6	珠海市迪谱医疗科技有限 公司	珠海市迪谱 医疗科技有 限公司	教授级高级 工程师	首席执行官
对本项目 的贡献	1、负责研发的系列化光学分子影像手术导航设备，获得 11 项国家医疗器械注册证，以及 2 个 CE 欧盟证书；“一种手持式分子影像导航装置及系统”获第二十三届全国发明展览会金奖（2019）；珠海市培育引进高成长创新型企业（独角兽企业）培育库（2019）。 2、是迪谱公司荧光腹腔镜产品首席执行官，为产品上市后临床研究开展协调设备与临床对接。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
何坤山	7	珠海市迪谱医疗科技有限 公司	珠海市迪谱 医疗科技有	无	技术总监

			限公司		
对本项目的贡献	<p>1、负责研发的系列化光学分子影像手术导航设备，获得 11 项国家医疗器械注册证，以及 2 个 CE 欧盟证书；“一种手持式分子影像导航装置及系统”获第二十三届全国发明展览会金奖（2019）；珠海市培育引进高成长创新型企业（独角兽企业）培育库（2019）。</p> <p>2、是迪谱公司荧光腹腔镜产品技术总监，为产品上市后临床研究开展协调设备与临床对接。</p>				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
邹宝嘉	8	中山大学附属第五医院	中山大学附属第五医院	副主任医师	无
对本项目的贡献	<p>1、主要参与荧光可视化肝脏精准手术医工交叉的基础研究。组织标本病理检测及统计学分析。</p> <p>2、参与荧光可视化肝脏精准手术的临床探索及应用。</p>				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
刘夏磊	9	中山大学附属第五医院	中山大学附属第五医院	主治医师	无
对本项目的贡献	<p>1、协助参与技术路线方案的实施；按既定技术方案，组织实施，将技术方案成功在患者的手术中有效应用，并不断改进。</p> <p>2、收集术中影像、组织标本，交由团队成员进一步研究。</p>				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
朱耿隆	10	中山大学附属第五医院	中山大学附属第五医院	主治医师	无
对本项目的贡献	<p>1、协助参与技术路线方案的实施；按既定技术方案，组织实施，将技术方案成功在患者的手术中有效应用，并不断改进。</p> <p>2、观察、随访患者，对比技术实施后，对患者的生活质量、疾病缓解、生存率等等的影响。</p>				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈家帆	11	中山大学附属第五医院	中山大学附属第五医院	医师	无
对本项目的贡献	<p>1、协助肝脏微创手术专利申请及改进。</p> <p>2、收集手术素材并制作学术交流视频，撰写微创技术相关视频论文。</p>				
<b>完成单位情况表</b>					
单位名称	中山大学附属第五医院			排名	1
对本项目的贡献	<p>本单位团队率先通过前瞻性随机对照临床研究评价结直肠癌肝转移（CRLM）精准肝切除的荧光导航的有效性，获得国际同行同期特邀专题高度述评。在此基础上，团队进一步开展全国共 20 余家区域医疗中心参与的前瞻性随机对照临床研究，针对技术优势与患者长期生存获益进一步验证，预期研究成果将会对荧光显影技术在结直肠癌肝转移中的临床应用推广发挥示范作用。</p> <p>此外，在配合肝脏可视化精准手术关键环节上，本团队创新性发明相关国家专利，极大地提高了手术效率，简化了手术操作流程，为肝脏精准手术提供了更为安</p>				

	<p>全面高效的系统性解决方案。</p> <p>在医工交叉基础研究方面，创新性地 在结直肠癌肝脏转移病变手术中提出双靶点互补成像模式理念，针对 HDAC-6、VEGF、CEACAM5/PRL3 等多个靶标进行了筛选、探针合成、理化特性优化、近红外一区及二区成像的系统优化、数据处理分析、动物模型预临床验证等相关领域均做了深入探索，已通过研发新型 VEGFR 靶向荧光探针 ICG-PEG5000-Bev 实现了结直肠癌小鼠 NIR-I 及 NIR-II 精准显影，获得国家级课题及省部级课题共 6 项，发表论文 16 篇，培养博士后 1 人，博士研究生 8 人，硕士研究生 10 余人。</p>		
单位名称	中国科学技术大学附属第一医院	排名	2
对本项目的贡献	<p>本单位团队率先在国内外对腹腔镜肝切除手术进行系统性摸索、总结并提出“精准肝切除术（precise hepatectomy, PH）”手术策略（代表性论文 7.4.17）。团队长期致力于肝脏精准手术理念的践行与推广，通过在动物模型进行探索性实验，摸索腹腔镜手术中包括气腹在内等因素对术前肝切除手术规划的影响，大大提高了手术精准度和安全性，对于肝切除术前规划和术中精准切除有实际指导意义。</p> <p>团队与第一完成单位在荧光可视化精准肝切除方面长期保持合作交流学习。双方共同参与牵头荧光成像导航结直肠癌肝转移精准肝切除相关的全国多中心、前瞻性、随机对照临床试验 2 项（ChiCTR2300073634; ChiCTR2200058961）。此外，就“结直肠癌肝转移精准手术”主题，双方联合申报并成功获批了 2023 年度合肥综合性国家科学中心先导医学与前沿技术研究所合作项目。其中，项目第一和第二完成人分别为各自子课题项目负责人。</p> <p>在配合肝脏可视化精准手术关键环节上，团队提出并改进了腹腔镜相关设备，相关成果获批国家专利 2 项，为肝脏荧光可视化新技术的诞生和新设备的研发做出一定程度探索。</p>		
单位名称	珠海市迪谱医疗科技有限公司	排名	3
对本项目的贡献	<p>承接中科院研发团队研究成果进行转化，负责荧光可视化技术和设备的研发，通过创新光路和光学元件设计、FPGA 图像处理技术与方法，同时自主研发基于神经网络模型的图像分割方法、新型的光学治疗和多尺度配准策略技术，实现肝脏病灶术中荧光显影的准确、高效配准与融合。“一种手持式分子影像导航装置及系统”获第二十三届全国发明展览会金奖。已获得 11 项荧光可视化产品的医疗器械注册证和 2 项 CE 认证，计算机软件著作权 4 项，研发的荧光腹腔镜产品已在全国 300 多家医院临床使用，成为目前国内该类市场的主流产品，并且与临床团队积极对接开展临床研究，涵盖肝癌、肠癌肝转移、胃肠癌及妇科肿瘤等疾病的荧光显影应用。</p>		