

	2021
推荐奖种	医学科学技术奖
项目名称	面向神经重症 ICU 的无创休克监护技术
推荐单位	推荐单位：中国医学科学院 推荐意见： 该项目在国际上首次揭示了神经重症 ICU 监护过程中休克金标准部位的光子传输量化规律，并基于该发现构建了光学指标与休克金标准指标之间的数学模型，研制出光学无创监测休克技术和仪器，并提供了脑神经信号模式快速处理分析算法，利用非线性神经动力学或神经网络等算法快速计算识别脑功能活动异常或神经影像的病灶范围，实现重症监护休克病人脑功能变化测评。该项目研究还能够实现神经重症 ICU 长时监护中涉及的系统测量自动化校准与智能维护、数据智能分析、病人血栓预警以及抢救用血的快速检验品质等。该项目提出的神经重症 ICU 休克病人光学无创监护技术思路新颖，技术发明内容为国际首创，与国内外现有技术相比较，具有无创、实时、简捷的优势。该项休克的光学无创监测技术已经产生了较好的社会效益，研制的光学无创休克监测仪器得到国内外专家及同行的高度认可，获得国际危重医学顶刊专文好评，并且获得美国光学学会采访报道，得到国际物理、国际物理商业等科技媒体的转播。该项目依托的国家自然科学基金面上项目部分技术获得了很好的应用实施；无创休克监护仪转化中，极具经济效益潜力。我单位认为，该项目研究已达到国内外首创的重要技术发明标准，技术指标超越同类技术的水平，相关研究成果推动了监护技术、神经信号检测分析等国家重点发展领域的进步。 成果第一完成人李婷研究员，长期专注于光电子与医学交叉领域的新技术研究，在光传输理论、检测算法、仪器开发和应用等方面研究基础扎实，科研成果丰富，得到国内外生物医学及电子科学研究领域内专家认可。她 2019 年被提名授予 Melvin H. Knisely 奖（遴选率：每年 1 名/全球），2021 年被提名授予十佳中国电子学会优秀科技工作者等。 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 2021 年中华医学科技奖。
项目简介	休克是指一些原因（如大出血、创伤等）引起的急性血液循环障碍，微循环灌注严重不足，以至重要生命器官机能代谢紊乱和结构损伤的复杂全身性严重病理过程，是临床各科严重疾病中最常见的并发症。如果发生休克而得不到及时有效复苏，容易形成不可逆休克或死亡。即使现在病人在输运和治疗上有着先进的技术，死亡率依然高达 50%。而且，如果休克抢救延迟或不够，即使复苏了，也易伴随产生多种后遗症，且多为高致死率的病症，例如不可逆的系统缺氧、多器官功能障碍综合症（如神经功能障碍）、全身炎症反应综合症等。脑卒中、脑创伤等神经科疾病抢救中尤其常见休克的发生。因此，急需发展 ICU 休克预警监护技术，监测神经 ICU 患者脑功能变化及脑活动异常及其相关信号处理分析算法、脑神经图像处理与模式快速识别分析，长时监护过程中系统测量自动化校准及血栓预警管理策略等，实现神经 ICU 的休克病人高效监护。同时能够对其他必要解决的问题进行高效处理，如重症病人与监护医生的疲劳监测、连续长时监护系统的智能自动维护问题以及休克抢

	救用血的快速检验品质等。本项目能够实现对休克进行预警，对休克病情及脑功能活动影响进行实时测评，为病人的生存赢取抢救窗口，实时指导休克复苏，提高存活几率和疗后生活品质。 近几年来世界卫生组织将中央颈静脉血氧饱和度（ScvO₂）作为休克检测的金标准，然而，ScvO₂不能真正用于休克监护，源于它需要有创的和间歇性的采血及血气分析步骤，具有有创、不可连续监测、操作繁复的缺点。并且，由于不能连续监测，难以及时获取休克状态，医生也容易错过最佳抢救时机。因此，建立非侵入性地、可连续监测的技术及其可靠测量指标，用来在重症ICU中高效地预警休克并监测评价休克病情动态及其脑功能活动损伤情况，实时定量快速指导抢救和治疗护理方案，及时评测疗效，是当前亟待解决且非常有挑战性的重大问题。针对这一问题，历时9年研究，完成了如下创新成果： （1）休克金标准指标及休克病情相关的脑功能活动检测部位的光子传输量化规律，以及基于该规律的特定部位血液动力学指标无创检测光学设计；（2）绝对血氧量的连续波空间分辨近红外光谱检测技术及其基于NIRS的休克监护仪研制，ScvO₂与NIRS休克监护的血氧指标之间的数学关系及其检测算法；（3）脑神经信号模式快速处理分析算法，利用非线性神经动力学或神经网络等算法快速计算识别脑功能活动异常或神经影像的病灶范围，实现重症监护休克病人脑功能变化测评；（4）长时监护中涉及的系统测量自动化校准技术与智能维护、数据智能分析、病人血栓预警管理以及抢救用血的快速检验品质技术指标数据人工智能分析技术以及连续长时间监护的系统维护。 上述研究成果获得了美国光学学会、国际物理等科技知名媒体的播报，在Biomed. Opt Express、Sensors等期刊和光电子领域国际顶级学术会议论文20篇，获得重症医学顶刊专文正面评述，公开国家专利4项，制订国家标准1项和团体标准2项，受邀在国际顶会上报告5次。此外，项目第一完成人还被提名授予Melvin H. Knisely奖（遴选率：每年1名/全球；设奖39年来唯一中国获奖者；提名学会含近年诺奖获得者）、十佳中国电子学会优秀科技工作者等，受到国内外同行的赞誉。
--	---

知识产权证明目录

序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	发明人
1	中国发明专利	中国	ZL 201310727 464.8	2015-10-21	一种局部脑组织血氧容积绝对量检测装置及检测方法	李婷、赵越、李凯、孙云龙
2	中国实用新型专利	中国	ZL 201822080 931.3	2019-11-26	一种通用光学生理信号检测探头装置	李婷、高晨阳
3	中国实用新型专利	中国	ZL 201920535 481.4	2020-05-	基于小间距参考通道的表层干扰在线去除装置	高晨阳、李婷

				19		
4	中国实用新型专利	中国	ZL 201721623 363.6	2018-06-05	一种高精度的带有负反馈的三维智能平移台	李婷、王鹏波

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(含共同)	SCI他引次数	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位
1	Bedside monitoring of patients with shock using a portable spatially-resolved near-infrared spectroscopy	Biomed. Opt. Express	2015, 6(9):3431-3436	3.334	李婷, 阮正上	5	5	是
2	A Brief Review of OPT101 Sensor Application in Near-Infrared Spectroscopy Instrumentation for Intensive Care Unit Clinics	Sensors	2017, 17(8):1701	2.475	李婷	3	3	是
3	Monitoring tissue blood oxygen saturation in the internal jugular venous area by NIRS	Gene. Molecular Res	2015, 14(1):2920-2928	0.764	江来	6	6	是
4	重症监护场景下的神经血管响应监测技术研究	生命科学仪器	2018, 16: 3-15	0	李婷	0	0	是
5	Combined nonlinear metrics to evaluate spontaneous EEG recordings from chronic spinal cord injury in a rat model:a pilot study	Cognitive Neurodynamics	2016, 10.1,10(5):367~373	1.828	胡勇	4	4	是

6	Assessing Working Memory in Real-life Situations with Functional Near-infrared Spectroscopy	J. Innov. Opt. Health Sci	2009, 2(4): 423-430	0	龚辉	2	2	是
7	Pinpoint source location for ocular nonselective attention with combination of ERP and fNIRI measurements	J. Innov. Opt. Health Sci	2008, 1(2): 195-206	0	龚辉	1	1	是
8	Automatic tissue image segmentation based on image processing and deep learning	J. Healthcare Eng	2018. 2.12	0	李婷	0	0	是
9	A Cloud-Based Neuroinformation Database for Developing Neuronal Networks	Journal of Healthcare Engineering	2018. 7.3	1.295	蒲江波 , 李向宁	0	0	是
10	A novel method to estimate oxygen saturation of the internal jugular vein blood	Proc. of SPIE	2016, 96981 : 96981 F-7	0	李婷	0	0	是
11	Noninvasive optical monitoring multiple physiological parameters response to cytokine storm	Proc. of SPIE	2018, 10489 : 10489 ON	0	李婷	0	0	是
12	Which blood oxygen can sensitively indicate shock severity?	Proc. of SPIE	2016, 96981 : 96981 E-6	0	李婷	0	0	是
13	Near-infrared	IEEE	2016:	0	李婷	0	0	是

	spectroscopy-based detector in specified clinics	International Nanoelectronics Conference (INEC)	1-2					
14	多通道神经电生理刺激软件的设计与实现	国际生物医学工程杂志	2018.4, 41(2): 154~159	0	李向宁	0	0	是
15	Charactering baseline shift with 4th polynomial function for portable biomedical near-infrared spectroscopy device	Proc. of SPIE	2018, 10486 : 10486 16	0	李婷	0	0	是
16	Smartphone-based assessment of blood alteration severity	Proc. of SPIE	2018, 10485 : 10485 02	0	李婷	0	0	是
17	Automatical and accurate segmentation of cerebral tissues in fMRI dataset with combination of image processing and deep learning	Proc. of SPIE	2018, 10485 : 10485 0A	0	李婷	0	0	是

主要完成人和主要完成单位情况

主要完成人情况	姓名：李婷 排名：1 职称：研究员 行政职务：实验室负责人 工作单位：中国医学科学院生物医学工程研究所 对本项目的贡献：设计并主持项目的整体方案，负责休克相关的空间分辨式血氧绝对量检测算法、技术实现、测试与校准；休克金标准指标检测部位的光子传输规律分析及其检测探头的光学设计实现；整机硬软件设计与实现；设计实验方案，寻求
---------	--

	并联系临床实验验证仪器的可靠性。探索神经信号与影像数据的快速分析方法。 (对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.1, 1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 和 1.8; 对应附件 4-1 至 4-4, 4-6 至 4-8, 4-10 至 4-13, 4-16 至 4-17。) 姓名：蒲江波 排名：2 职称：副研究员 行政职务：无 工作单位：中国医学科学院生物医学工程研究所 对本项目的贡献：项目技术所属的穿戴式传感监测国家标准制订、新监测指标数据人工智能分析及相关团队标准制订的工作。硬软件联调。临床实验。神经信号的非线性动力学及神经网络分析。(对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.4, 1.5 和 1.9; 对应附件 4-5, 4-9, 4-14。) 姓名：赵轲 排名：3 职称：其他 行政职务：无 工作单位：电子科技大学 对本项目的贡献：光子传输特性计算，基于指标优选的临床实验数据分析和研发长时监测的偏差在线校准技术，将仪器拓展应用到神经 ICU 的其他方面。(对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.10; 对应附件 4-15。)
主要完成单位情况	单位名称：中国医学科学院生物医学工程研究所 排名：1 对本项目的贡献：中国医学科学院生物医学工程研究所，作为本项目的第一完成单位，在项目研究、研制、开发、应用和推广等方面提供了大力支持，具体包括： 1、充分保障了项目研究的实验条件，提供了良好的实验室资源和部分实验设备，在科研资源共享、科研人才交流和科研基金协助等方面给与支持。 2、提供了项目开展必要的技术辅助支持，包括仪器研制与可靠性验证、算法建立、光子传输规律分析、临床实验方案设计与临床实验完成、神经信号与神经影像的快速分析与智能分析，以及相关国家/团体标准制订等。(对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 和 1.9) 3、提供了优质的医院资源和充足的被试条件，保障了临床数据足够有力地用于分析研究。(对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.8) 4、在项目推广阶段，借助中国医学科学院生物医学工程研究所的优势平台，本项目推广工作能够顺利进行，与各大医院，设备需求机构开展良好的合作推广。 单位名称：电子科技大学 排名：2 对本项目的贡献：电子科技大学在本项目预研、申请及执行阶段均发挥了作用。本项目依托已结题的国家自然科学基金面上项目“休克的光学无创监护技术及监测指标研究”，该面上项目依托电子科技大学为完成单位申请。电子科技大学薄膜与器件集

	成国家重点实验室和医学信息中心，为该面上项目的前期预研工作提供较好的实验条件和技术支持。该面上项目的第三主要完成人赵轲为电子科技大学博士生（已毕业，现工作单位电子科技大学），负责项目的光子传输特性计算、测量偏差在线校准与指标优选、在神经 ICU 的应用拓展（对应“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”所述的 1.10）。该项目执行期间，申请人所在单位中国医学科学院生物医学工程研究所与电子科技大学开展了紧密的合作，在实验开展、仪器研制、合著论文等方面进行合作，保证了项目的顺利进行。
--	---