

集束化护理模式在规范化胸痛中心护理队伍建设中的效果分析

孟莎莎 王咏梅 童晓珊 沈芸 顾俊杰 金建芬

浙江大学医学院附属杭州市第一人民医院心内科(心导管室),浙江杭州 310006

通信作者:王咏梅, Email: ymwang0129@163.com

【摘要】 目的 探讨集束化护理模式在规范化胸痛中心(CPC)护理队伍建设中的效果。方法 选择2019年1月至2020年12月在杭州市第一人民医院心导管室接受急诊经皮冠脉介入治疗(PCI)的330例急性ST段抬高型心肌梗死(STEMI)患者作为研究对象,其中2019年1月到12月的165例患者作为对照组,2020年1月至12月的165例患者作为观察组。对照组给予常规护理(包括常规急救护理、按医嘱给予相关药物、心电监护、做好术前准备、术中严密监测生命体征和心电图变化、做好术后并发症监测、交接班和术后健康教育等);观察组在常规护理的基础上采用集束化护理方案[包括成立管理团队、组成护理单元、统一标准、统一培训、术中增加激活全血凝固时间(ACT)监测、准备物资和药品、对患者进行心理评估、术后转入冠心病监护室(CCU)密切监测、建立患者的健康档案、随访患者指导用药和整群健康宣教等]。比较两组患者术后主要的心血管不良事件(MACE)发生情况、PCI术后心电图抬高的ST段值下降幅度、术后冠脉心肌梗死溶栓试验(TIMI)血流分级、门-球时间(D-B时间)以及术后护理满意度。**结果** 在集束化护理模式下,CPC各部门包括急诊、心导管室和转运等护理工作的流程规范、清晰,患者救治效率显著提高,救治时间缩短。观察组术后患者D-B时间较对照组明显缩短($\text{min}: 87.74 \pm 50.12$ 比 $98.02 \pm 54.57, P < 0.05$); MACE发生率明显低于对照组[19.39% (32/165) 比 33.33% (55/165), $P < 0.05$]; ST段抬高值下降率 $> 50\%$ 的比例[84.24% (139/165) 比 61.82% (102/165)], 冠脉TIMI 3级血流改善率[90.91% (150/165) 比 80.00% (132/165)]均明显高于对照组(均 $P < 0.05$);观察组护理满意度也明显高于对照组[95.15% (157/165) 比 80.00% (132/165), $P < 0.05$]。**结论** 集束化护理较常规护理可提高护理人员工作质量及效率,术后的MACE总发生率明显降低;集束化护理对于规范化CPC护理队伍的建设具有较大的意义,值得临床推广应用。

【关键词】 集束化护理; 胸痛中心; ST段抬高型心肌梗死; 效果

基金项目:浙江省医药卫生科技计划面上项目(2020KY208)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.03.020

Analysis of the effect of the care bundle in the construction of nursing team in standardized chest pain center

Meng Shasha, Wang Yongmei, Tong Xiaoshan, Shen Yun, Gu Junjie, Jin Jianfen

Department of Cardiology (Cardiac Catheterization Room), Affiliated Hangzhou First People's Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310006, Zhejiang, China

Corresponding author: Wang Yongmei, Email: ymwang0129@163.com

【Abstract】 **Objective** To explore the effect of the care bundle in the construction of nursing team in standardized chest pain center (CPC). **Methods** A total of 330 patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) who received emergency percutaneous coronary intervention (PCI) in the cardiac catheterization room of Hangzhou First People's Hospital from January 2019 to December 2020 were enrolled. Among them, 165 patients from January to December 2019 served as the control group, and 165 patients from January to December 2020 served as the observation group. The control group received routine nursing (including routine emergency care, according to the doctor's prescription to give relevant drugs, electrocardiogram monitoring, preoperative preparation, intraoperative monitoring of vital signs and electrocardiograph changes, postoperative complications monitoring, shift handover and postoperative health education, etc.). The observation group adopted bundles of care plan on the basis of routine nursing [including setting up the management team, composed of the nursing unit, unified standards, unified training, increasing the frequency of intraoperative activated clotting time (ACT) monitoring, preparing materials and medicines, psychological assessment of patients, transferring to coronary care unit (CCU) for close monitoring after operation, establishment of the patient's health records, guiding follow-up patients medication and group health education etc.]. The incidence of major adverse cardiovascular events (MACE), ST-segment decrease of ECG elevation after PCI, postoperative coronary blood flow of thrombolysis in myocardial infarction trial (TIMI) grade, door-to-balloon time (D-B time) and postoperative nursing satisfaction were compared between the two groups. **Results** Under the bundles of care, the nursing process of all departments in the CPC, including emergency department, cardiac catheterization room and transportation, were standardized and clear, and the treatment efficiency of patients was significantly improved and the treatment time was shortened. In the observation group, the incidence of MACE [19.39% (32/165) vs 33.33% (55/165)], the proportion of ST-segment elevation decreased $> 50\%$ [84.24% (139/165) vs 61.82% (102/165)], and coronary flow of TIMI 3 grade improvement rate [90.91% (150/165) vs 80.00% (132/165)] were significantly higher than those of the control group (all $P < 0.05$). The nursing satisfaction of the observation group was also significantly higher than that of the control group [95.15% (157/165) vs.

80.00% (132/165), $P < 0.05$]. **Conclusions** Compared with conventional nursing, the bundles of care can improve the quality and efficiency of nursing staff, and the total incidence of MACE after operation is significantly reduced. The bundles of care is of great significance for the construction of standardized CPC nursing team, and is worthy of clinical application.

【Key words】 Bundles of care; Chest pain center; ST-segment elevation myocardial infarction; Effect

Fund program: Project of Zhejiang Provincial Medical and Health Science and Technology (2020KY208)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.03.020

目前,我国已有大约 1 600 多家医院成立了胸痛中心(chest pain center, CPC)^[1], CPC 的建设能够提高急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI)患者的救治水平和救治效率,显著缩短胸痛的确证时间和 AMI 患者缺血/再灌注时间,减少并发症和病死率,改善患者预后,提高患者满意度^[2]。急性胸痛包括 AMI、急性肺栓塞、主动脉夹层等急诊科危急重症,这些疾病具有发病急、病情重、变化快,预后差等特点,其疗效及预后具有很强的时间依赖性^[3]。在 AMI 治疗过程中,护士面临着巨大的挑战,不仅要尽可能减少 AMI 患者在预检分诊、检查、转运、治疗、护理过程中时间的浪费,而且还要以最迅速的方式使患者在有效期得到治疗与护理,以提高抢救成功率^[4]。我国建立 CPC 的时间只有 10 余年, CPC 各个部门的护理人员经验和专业性还有待进一步提升。并且在 CPC 运行过程中,有较多的医疗诊治措施、处理方法、时间管理、人员培训和考核项目都需要护理部门的积极配合才能完成^[5-6]。因此,加强护理队伍建设十分重要。集束化护理最早由美国健康研究所提出,并在急危重症护理中得到了迅速推广和发展。这种护理模式是通过对有循证基础的干预措施进行集合,从而使护理服务质量得到提升,改善患者预后^[7-8],但其对 AMI 患者的近期和远期护理效果如何,患者预后如何还尚待研究。本中心从 2020 年开始在临床采用集束化护理模式取得了初步成效,现就该模式在 CPC AMI 患者救治效果和护理队伍建设中的应用效果进行分析,报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象:这是一项单中心回顾性病例对照研究,采用成组设计原则,选择 2019 年 1 月 2020 年 12 月本院 CPC 因 AMI 接受急诊经皮冠脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的患者共

330 例,以 2019 年 1 月至 2019 年 12 月在本院 CPC 接受救治的 AMI 患者作为对照组,以 2020 年 1 月至 12 月在本院 CPC 接受救治的 AMI 患者作为观察组,两组患者各 165 例。对照组男性 130 例,女性 35 例,年龄 23~92 岁,平均(61.7±14.4)岁;观察组男性 132 例,女性 33 例,年龄 25~91 岁,平均(63.3±14.5)岁。两组一般资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$;表 1),有可比性。本研究为回顾性研究,所有患者住院期间均签署知情同意书,并经医院伦理委员会批准(审批号:2019-140-01)。

1.1.1 纳入标准:①符合中华医学会心血管病学分会 2019 急性 ST 段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)诊断和治疗指南中的相关诊断标准^[9];②具有急诊 PCI 的手术指征;③经患者和家属知情同意行急诊 PCI 治疗。

1.1.2 排除标准:①合并严重肝肾功能异常衰竭、凝血功能障碍或血栓性疾病者;②对造影剂有严重过敏反应者;③颅内出血或其他无法压迫止血的出血;④虽有手术指征但患者或家属不同意手术者。

1.2 护理方法

1.2.1 对照组:接受常规护理,具体内容包括:常规急救护理、按医嘱给与相关药物、心电监测,做好术前准备,术中严密监测生命体征和心电图变化,做好术后并发症监测、交接班和术后健康教育等。

1.2.2 观察组:在常规护理的基础上采用集束化护理方案,具体措施如下。

1.2.2.1 集束化护理方案的确定:CPC 成立管理团队,成员由分管院领导、医务部部长、护理部主任、心内科主任及护士长、急诊科主任及护士长、导管室主任及护士长、放射科主任、信息科主任、超声科主任等十几个科室的主要领导组成,并落实领导负责制。管理团队结合急诊介入护理相关规范和本院

表 1 不同护理方式两组 STEMI 患者一般资料比较

组别	例数 (例)	性别[例(%)]		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	高血压 [例(%)]	糖尿病 [例(%)]	高脂血症 [例(%)]	脑血管病史 [例(%)]	吸烟史 [例(%)]	入院时 KILLIP 分 级 > 3 级 [例(%)]	急诊 PCI 前 O 级 血流 [例(%)]
		男性	女性								
观察组	165	132(80.0)	33(20.0)	63.3±14.5	75(45.4)	28(16.9)	53(32.1)	39(23.6)	45(27.3)	25(15.2)	84(50.9)
对照组	165	130(78.8)	35(21.2)	61.7±14.4	81(49.1)	29(17.6)	46(27.9)	30(18.2)	50(30.3)	23(13.9)	86(52.9)
χ^2/t 值		0.031	0.019	0.094	0.030	0.087	0.963	0.057	0.029	0.829	0.741
P 值		0.785		0.219	0.508	0.884	0.400	0.223	0.543	0.755	0.826

的临床实际讨论并制订集束化护理方案和护理流程图。护理流程图以住院时间为横轴,以护理程序为纵轴,把 3~5 个相互关联的护理诊断、护理措施等程序组成一个护理单元,每项措施明确“是”或“否”以回答是否完成标准。

1.2.2.2 统一培训: 护理部组织急诊科、导管室、冠心病监护室(coronary care unit, CCU)和重症监护病房(intensive care unit, ICU)护士积极参与培训并实施细则中要求的内容。培训内容包括 CPC 的相关管理制度、分诊流程、救治流程图、时间管理、数据采集及急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)发病机制、诊断和治疗指南、溶栓流程、各种抢救器材的使用。CPC 还利用信息技术建立 AMI 患者快速转运制度:现场急救人员和协作单位在第一时间将患者的病情、心电图及检查检验报告通过电话或微信等手段及时传递到胸痛群里,以便中心提前做必要的准备;并在转运过程中简化治疗流程,同时对各项流程进行质量化的管理^[10-11]。在实施集束化护理前由护理部负责组织护理人员培训工作,使整个团队达到同质化标准^[12]。

1.2.2.3 术中护理: 对患者心电图及有创血流动力学进行严密监控,及时发现并避免并发症的发生。进行溶栓治疗后行介入治疗者重点观察出血情况,及时复查激活全血凝固时间,以确定手术所需要肝素抗凝的剂量;术前准备好呼吸机、主动脉内球囊反搏仪、负压吸引器、抢救车等各种抢救器材,以及硝普钠、溶栓药等抢救药物。

1.2.2.4 对患者进行心理状况评估, 对其进行疾病相关知识的宣教,充分提高患者治疗的信心。针对性对患者进行宣教,进一步提升患者对 AMI 相关知识的认知水平。

1.2.2.5 术后护理: 急诊 PCI 术后将患者转入 CCU,给予特级护理及心电、血压、血氧饱和度(oxygen saturation, SO₂)监测,术后密切观察病情变化并做好相关并发症护理,及时观察患者体征、心电图、生化指标等,发现异常及时告知医师并遵医嘱给予有效处理。

1.2.2.6 评估患者并建立健康档案: 对患者进行具

有针对性、个性化的健康宣教^[13],患者出院后由责任护士通过问卷调查及电话、微信随访,对患者进行用药指导,开展整体的健康宣教活动^[14]。

1.3 观察指标及方法: ① 采用本院自制的住院患者满意度调查问卷,患者对 CPC 护理人员满意度进行打分。采用百分制分为非常满意(≥90 分)、满意(≥60 分)、不满意(<60 分)。② 统计所有患者 PCI 术后主要不良事件、冠脉心肌梗死溶栓试验(thrombolysis in myocardial infarction trial, TIMI) 血流分级、心电图 ST 段抬高值下降率[(术前 ST 段抬高值-术后 ST 段抬高值)/术前 ST 段抬高值 × 100%]、门-球时间(door to balloon, D-B 时间)、手术护理期间护理满意率,将两组间的数据进行对比。

1.4 统计学方法: 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析。计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验;计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 系统培训和应急演练结果: CPC 团队护理人员中 90% 具备独立应急能力和较高专业水准,而导管室护理人员 100% 具备独立应急能力和较高专业水准,达到了规范化 CPC 的护理工作要求。

2.2 两组护理满意度比较(表 2): 观察组护理满意度明显高于对照组,差异有统计学意义(*P* < 0.05)。

表 2 不同护理方式两组 STEMI 患者护理满意度比较

组别	例数 (例)	满意 [例(%)]	基本满意 [例(%)]	不满意 [例(%)]	满意度 [% (例)]
观察组	165	68(41.21)	89(53.94)	8(4.85)	95.15(157)
对照组	165	56(33.94)	76(46.06)	33(20.00)	80.00(132)
χ^2 值					11.164
<i>P</i> 值					<0.05

2.3 两组 D-B 时间及 PCI 术后院内主要心血管不良事件(major adverse cardiovascular events, MACE)发生率比较(表 3): 观察组 D-B 时间明显短于对照组,恶性心律失常、MACE 发生率均明显低于对照组,术后 TIMI 3 级血流改善率及 ST 段抬高值下降率 > 50% 的比例均明显高于对照组(均 *P* < 0.05)。

表 3 不同护理方式两组 STEMI 患者 PCI 术后院内 MACE 发生率比较

组别	例数 (例)	D-B 时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	恶性心律失常 [例(%)]	心功能不全 [例(%)]	心源性死亡 [例(%)]	MACE 发生率 [例(%)]	术后 TIMI 3 级血流 改善率[例(%)]	ST 段抬高值下降率 >50% [例(%)]
观察组	165	87.74 ± 50.12	18(10.91)	12(7.27)	2(1.21)	19.39(32)	90.91(150)	139(84.24)
对照组	165	98.02 ± 54.57	31(18.79)	21(12.73)	3(1.82)	33.33(55)	80.00(132)	102(61.82)
<i>t</i> / χ^2 值		2.524	2.267	2.013	0.125	4.764	2.124	4.206
<i>P</i> 值		0.012	0.044	0.099	1.000	0.004	0.005	<0.001

3 讨论

CPC 概念最早由美国学者 Raymond Bahr 提出,于 1994 年开始在美国全面运作^[15]。STEMI 患者是 CPC 最主要的救治对象^[16]。CPC 是一个多学科、多单位协作的基于区域协同的医疗急救服务模式^[1]。CPC 的人员、设备等资源分属于不同部门,需建立有效的协调机制才能保证高效、顺利运行。护理团队是 CPC 救治团队中重要组成部分,目前护理模式已经从入院前扩展到术后康复的整个围手术期,同时,护理科学性在不断提高,从最初的经验式护理模式到目前依据循证制定的临床护理实践指南^[17]。如今,很多护理研究者开始关注急诊 PCI 中护士所扮演的角色及承担的任务^[18]。2015 年,美国更新版高危胸痛治疗指南^[19]指出,护士在高危胸痛护理中能够识别患者病情对于缩短救治时间起关键作用,这既是对护理团队重要作用的肯定,也对其提出了更高的要求。为进一步发挥 CPC 对心梗患者的救治效率,提升救治水平,护理人员应积极配合医技人员进行信息化建设,改进 CPC 就诊流程^[20]。只有多学科紧密协作,才能真正提高 CPC 急诊 PCI 患者的救治水平^[21]。2019 年我国急性 STEMI 诊断和治疗指南^[9]也对急诊 PCI 术前、术中及术后的护理实践提出了规范性要求,包括立即监测患者的心电图、血压和 SO₂,观察生命体征,及时发现恶性心律失常,缓解患者疼痛和焦虑。另外,指南还对吸氧、转运、是否配合急诊手术备皮、是否行碘过敏试验等内容进行了循证研究,并给出了相应的推荐及指导意见。

本中心结合指南规范和本院实际情况,对 CPC 各部门的护理单元,包括急诊、导管室、CCU 和 ICU 护理人员统一进行集束化培训后,切实提升了护理人员的能力和责任意识,减少了护理工作失误,提高 CPC 的救治效率。本研究的观察组患者术后 MACE 发生率低于对照组,且无护理差错事件发生,说明采用集束化护理模式提高了急诊 PCI 手术的安全性,术后患者生活质量更佳,且对护理工作的满意度更高(达到 95% 以上),说明集束化急救护理流程对 CPC 护理队伍的建设具有较大的意义。此外,我们的集束化护理通过成立护理小组、为患者建立健康档案、实施健康宣教等方法,为每一位患者制定具有针对性的护理及健康教育方案,提高了患者和家属对疾病的认识;对出院患者随访,也能保证患者在出院后仍然能够得到照顾^[22]。此外,CPC 还定期开展质量分析会,查找问题与不足之处,并提出切

实可行的对策,每一项指标及流程的优化均有助于提升医疗护理质量,使患者在最短时间内获得最佳的治疗^[23]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 霍勇. 从胸痛中心到新型心血管疾病防治体系建设[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2021, 29 (3): 124-126. DOI: 10.3969/j.issn.1004-8812.2021.03.002.
- [2] “胸痛中心”建设中国专家共识组.“胸痛中心”建设中国专家共识[J]. 中国心血管病研究, 2011, 9 (5): 325-334. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5301.2011.05.002.
- [3] 张芹, 邹利群, 张伟, 等. 胸痛中心成立对急性心肌梗死患者治疗效率和效果的影响[J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (7): 640-642. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.07.014.
- [4] 陈建娟. 急性心肌梗死患者急诊护理中的易疏忽环节及对策[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2012, 19 (3): 191-192. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2012.03.027.
- [5] 杨菁, 金明, 高斌, 等. 实施胸痛中心护理机制对心血管疾病患者抢救效率的影响[J]. 广西医学, 2019, 41 (4): 533-535. DOI: 10.11675/j.issn.0253-4304.2019.04.36.
- [6] 刘凤刚, 王娟娟, 刘小平, 等. 优化护理流程对减少急诊冠状动脉支架术中介入护士辐射的效果[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018, 38 (8): 617-620. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.08.011.
- [7] Brooks-Carthon JM, Lasater KB, Rearden J, et al. Unmet nursing care linked to rehospitalizations among older black AMI patients: a cross-sectional study of US hospitals [J]. Med Care, 2016, 54 (5): 457-465. DOI: 10.1097/MLR.0000000000000519.
- [8] Kobayashi M, Lyman MM, Francois Watkins LK, et al. A cluster of group A streptococcal infections in a skilled nursing facility—the potential role of healthcare worker presenteeism [J]. J Am Geriatr Soc, 2016, 64 (12): e279-e284. DOI: 10.1111/jgs.14505.
- [9] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47 (10): 766-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003.
- [10] 文晓雷. 胸痛中心建设对 NSTE ACS 患者救治的影响[D]. 遵义医科大学, 2019.
- [11] 李林林, 朱翠平. 规范化胸痛中心护理队伍建设探讨护理在规范化胸痛中心建设中的作用[J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7 (38): 98, 101. DOI: 10.16281/j.cnki.joeml.2020.38.083.
- [12] 于利伟, 傅勇. 心内科冠心病急诊介入手术护理安全管理措施研究[J]. 家庭医药, 2018 (11): 254. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4954.2018.11.330.
- [13] 陈文. 集束化护理结合临床路径对冠心病慢性心力衰竭生活质量的影响[J]. 心血管病防治知识, 2019, 9 (27): 63-65. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3015(x).2019.27.025.
- [14] 汪钰, 郑小燕. 集束化护理干预对冠脉支架植入术后患者心脏康复的效果观察[J]. 饮食保健, 2019, 6 (46): 158-159.
- [15] Oetker D, Cole C. Improving the outcome of emergency department patients with a chief complaint of chest pain [J]. J Nurs Care Qual, 1996, 10 (2): 58-74. DOI: 10.1097/00001786-199601000-00009.
- [16] 秦培培, 李庆印. 胸痛中心规范化建设下护理团队在 STEMI 救治中的作用研究进展[J]. 中华现代护理杂志, 2018, 24 (11): 1352-1356. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2018.11.028.
- [17] 李庆印, 刘裕文, 郝云霞, 等. 急诊经皮冠状动脉介入治疗护理现状与思考[J]. 中华危重症护理杂志, 2021, 2 (1): 32-36. DOI: 10.3761/j.issn.2096-7446.2021.01.005.
- [18] 柏晓玲, 仲朝阳, 周诗维, 等. 国内急性心肌梗死患者急诊经皮冠状动脉介入治疗术前护理文献分析及研究进展[J]. 中国实用护理杂志, 2017, 33 (9): 713-716. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2017.09.019.
- [19] Wessler JD, Stant J, Duru S, et al. Updates to the ACCF/AHA and ESC STEMI and NSTEMI guidelines: putting guidelines into clinical practice [J]. Am J Cardiol, 2015, 115 (5 Suppl): 23A-28A. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.01.004.
- [20] 林薇, 许敬华, 盛慧球, 等. 信息化流程改进在胸痛中心的应用[J]. 解放军护理杂志, 2019, 36 (8): 76-79. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9993.2019.08.0020.
- [21] 许玮, 王凯, 汪刚, 等. 胸痛中心的多学科协作管理与评估[J]. 中国卫生经济, 2018, 37 (11): 71-72. DOI: 10.7664/CHE20181119.
- [22] 韩磊. 集束化护理干预在机械辅助通气治疗冠心病患者中的应用[J]. 医疗装备, 2019, 32 (8): 174-175. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2019.08.115.
- [23] van Rijt SH, Bölükbas DA, Argyo C, et al. Protease-mediated release of chemotherapeutics from mesoporous silica nanoparticles to *ex vivo* human and mouse lung tumors [J]. ACS Nano, 2015, 9 (3): 2377-2389. DOI: 10.1021/nn5070343.

(收稿日期: 2021-05-12)