

## 复旦科研团队发布重大原创成果

# AI“精准治疗” 让锂电池更长寿

如今,锂电池已经成为人们生活中不可或缺的能源产品,尤其在新能源汽车上被广泛使用,但它的性能还有相当的提升空间。目前,新能源汽车上的电池大多只能保证6—8年或1000—1500次充放电的使用寿命,且在低温等极端工作条件下会加速电池的老化与损坏。而即将到来的电池大面积退役与回收,也带来了潜在的环境污染与资源浪费的风险。

面对这些实际且紧迫的问题,复旦大学高分子科学系彭慧胜/高悦团队一直在思考如何通过基础研究创新来提供解决方案。2月13日,相关研究成果以《外部供锂技术突破电池的缺锂困境和寿命界限》为题在《自然》主刊上发表。

### 给电池“打针”

电池中的活性锂离子是由正极材料提供的,锂离子损失消耗到一定程度后,电池就会失效,这是锂离子电池自1990年问世以来一直遵循的基本原则。活性锂离子失效,通常表现为电池容量衰减、内阻增加、充放电效率降低以及循环寿命缩短等,这些失效现象直接影响新能源汽车的续航里程和使用寿命。

彭慧胜/高悦团队深入分析了电池的基本原理,并进行了大量实验验证,发现电池衰减和人生病一样,是某个核心组件发生了异常,而其他部分却基本保持完好。“那

为什么不像治病一样,开发变革性功能材料,对电池也进行精准、原位无损的锂离子补充,从而大幅延长它的寿命和服役时间,而不是简单地判定‘死亡’、报废回收呢?”

团队提出了打破电池基础设计原则中锂离子依赖共生于正极材料的理论,通过人工智能(AI)和有机电化学的结合,设计出从未被报道的锂载体分子,将电池活性载流子和电极材料解耦。这种载体分子就像药物一样,可以通过“打一针”的方式注入到废旧衰减的电池中,精准补充电池中损失的锂离子,实现容量恢复,对电池进行“精准治疗”而不是“宣布死亡”,为退役电池的处理提供了新模式。使用这一技术,电池在充放电上万次后仍能恢复到接近出厂时的健康状态,循环寿命从目前的500—2000次提升到12000—60000次,这在国际上尚无先例报道。此外,电池材料必须含锂的束缚规则也被打破,使用绿色、不含重金属的材料构筑电池成为可能。

### 不走“寻常路”

要实现锂载体分子,就需要分子具备严格且复杂的物理化学性质,涉及分子电学活性、分解电压的范围、溶解度、空气稳定性、化学稳定性、酸碱性和分解产物的成分、反应动力学、分子可合成性和成本等等。这种分子机制之前没有报道

过,无法通过传统研究范式即依靠理论和经验来设计。

为此,团队利用AI结合化学信息学,将分子结构和性质数字化,通过引入有机化学、电化学、材料工程技术方面的大量关联性质,构建数据库,利用无监督机器学习,进行分子推荐和预测,成功获得从未被报道的锂离子载体分子——三氟甲基亚磺酸锂(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>Li)。

经过艰苦努力,团队合成出这种分子,并且验证了其具备各种严苛的性能要求,且成本低、易合成,与各类电池活性材料、电解液以及其他组分有良好的兼容性,成功在软包、圆柱、方壳和纤维状锂离子电池器件上实现应用。

为推动学术科研向工程应用转化,去解决实际问题,科研团队始终沿着“分子—机制—材料—器件”的全链条工作路径推进。研究相关的验证实验都是在真实电池器件而非模型上完成的,以充分暴露可能的问题并予以解决,从而推动下一步的产业转化。比如,提升分子反应动力学,以避免影响电池的化成速度;探索化学制备反应路径,能够低成本、精准合成高纯度分子。目前,团队正在开展锂离子载体分子的宏量制备,并与国际顶尖电池企业合作,力争将技术尽快转化为产品和商品,助力国家在新能源领域的引领性发展。

本报记者 张炯强

## 胃肠癌预警：“菌”能报准信

### 上海科研团队探索应用菌群筛查癌症方法

让胃肠癌发现更早一点、愈后更好一点!上海交通大学医学院附属仁济医院消化科房静远教授团队对胃肠癌预警、预防和治疗不断探索,在传承和创新中不断开拓消化病学的边界:在国际上首次发现粪便中星座链球菌或咽峡炎链球菌升高可能是胃癌的高危因素,目前,他们的专利成功转让,通过粪便菌群预警胃癌的试剂盒也在开发中。

团队还率先证实了肠道菌群可用于结直肠癌治疗效果和预后评估,并提出了新的诊断方法。而我们所熟悉的叶酸、黄连素、他汀等传统经典药物,也可以为胃肠癌的预防提供新策略。

胃癌、大肠癌的发生发展除与遗传因素相关外,还特别受微生物及其代谢物组成的胃肠微生态调控影响,而肠道菌群是值得探究的“预警信号源”。团队在胃癌病人的粪便和癌组织里率先发现肠道菌群里的两个细菌浓度很高的“宝藏”——咽峡炎链球菌及星座链球菌,可能成为用于预警和筛查胃癌及其癌前病变的无创生物标志物。通过粪便菌群预警胃癌的试剂盒在开发中,具有潜在的临床应用价值。目前,星座链球菌检测技术已获得国家发明专利的授权,并

完成了成果转让。

至于大肠癌何时会来“袭击”?团队研究发现,低膳食纤维导致粪便丁酸盐含量降低,提示进展性腺瘤发生的高风险,从而首次证明了我国人群中低膳食纤维是大肠肿瘤发生的高危因素。“我们认为,如联合应用癌胚抗原和粪便隐血试验,共生梭菌丰度早期预警大肠肿瘤效果更佳,这也是易于推广的方式,各基层医疗机构也可通过相关筛查,尽早通过肠道菌群的特殊变化预警大肠腺瘤的发生,帮助百姓及早诊断。”

更难得可贵的是,他们还创新性地提出了传统药物治疗胃肠癌前疾病和阻断癌进展的新观点,让叶酸、黄连素、他汀、甲硝唑等传统药品被重新激活,焕发新生。

“传统药物价廉、安全性好,更为重要的是,具有基层医院普及的可能,能让更多的老百姓用得上。”房静远说:“叶酸和β胡萝卜素都被认为是对消化道的健康具有一定保护作用的物质。我们尝试使用叶酸、β胡萝卜素等物质进行实验。通过试验,我们希望找到能够有效预防消化道肿瘤的方法。”对房静远而言,通过科研创新,希望为更多患

者提供早期诊断和治疗的方案,从而降低癌症的发病率和死亡率。

在前辈的指导下,团队首先证明了在根除幽门螺杆菌的前提下,叶酸有一定的治疗萎缩性胃炎而部分阻断其进展的作用,该成果被写入指南。此后团队又在国际上首先通过临床干预防证实叶酸可减少腺瘤的初次发生,该成果作为结直肠癌一级预防的重要突破被纳入国内共识意见。

团队对内镜下摘除腺瘤的病人干预两年以上,发现盐酸小檗碱(即黄连素)可降低腺瘤复发率22.3%,特别是对高危的进展性腺瘤防治效果更佳,被编入《2021中国结直肠癌综合防治共识意见》中。常用药他汀,也可能阻断结直肠腺瘤摘除后复发,具有潜在的预防结直肠癌的作用。

团队的研究成果在国际上产生了广泛的影响,他们首先证实通过分析肠菌判断大肠癌术后化疗效果与预后。此外,团队还发现了一种名为具核梭杆菌的细菌,它在大肠癌手术标本中含量高的人化疗效果很差。这一发现为大肠癌的治疗提供了新的靶点,也为患者带来了更多的治疗希望。

本报记者 左妍



### 寒假觅书香 迎接新学期

昨天,在松江区图书馆新馆,许多小朋友在家长的陪伴下来此畅游书海,为自己“充电”,迎接即将到来的新学期。

本报记者 陶磊 通讯员 姜辉辉 摄影报道

## 中学班级有了 “心理小助手”

### 倾听学生心事,让校园“心防”更有效

新学期即将到来,在上海市西南位育中学,有生物反馈按摩椅、VR眼镜等新装备的“暖心小屋”亮相,将为师生提供更好的心理按摩。这是该校与上海市精神卫生中心合作的产物。校党委副书记何君介绍,传说中的“600号”将在新学期继续为校园提升“读心术”,构建家校社协同育人“教联体”。

### 消除“神秘感”

去年底,该校聘请上海市精卫中心副院长王振担任“心理副校长”。“如果一个孩子有童年创伤或不好的经历,青少年期是特别好的修复时期;另一方面,这也是引发各种心理问题的危险期。”王振介绍,如今医疗机构的使命已从原先的“以疾病(诊治)为中心”拓展为“以健康(促进)为中心”。心理健康专业机构和专业人员走进校园,既是为校园心理健康护航,也是让医生团队和更大样本的青少年群体及其家长有更真实的接触。在他看来,与其等孩子病了再去医院,远不如在尚处健康状态时为其增加防御力,未病先防。

目前,西南位育中学拥有从预科到高三共七个年级。“我们希望每个老师都是心理老师,将心理成长理念融入教育过程之中,掌握早期识别的方式和方法。也希望师生,尤其是孩子家长对心理健康问题‘祛魅’,勇于自助和互助,包括寻求专业帮助。”多次走入校园的上海市精神卫生中心主任医师乔颖感叹。

在这所中学,每个班级都有一名“心理小助手”,协助老师倾听同学们的心事。这两年,“600号”很“出圈”,但对绝大部分师生来说,还是颇有神秘感。作为高一(5)班的“心理小助手”,女生陆芷洲第一次来到位于宛平南路600号的精卫中心,参观“600号画廊”,也谈

出了暖意。“我们了解到病人眼中的世界是怎样的,也看到了其他参观者对病人的鼓励,感到人性的温暖与光辉,更懂得了理解和尊重。”

### 问卷“找风险”

从上学期起,“600号”医护团队举办了线上线下十余场主题讲座。老师们最大的感受是:更懂学生了,和家长沟通更顺了。“比如,原先我们看到学生趴在桌上睡觉,只是觉得孩子可能累了,晚上没睡好,现在会多想一步,他是不是最近情绪低落,甚至会有抑郁的可能。睡不好、睡不着会给心理健康埋下隐患。”预初年级组长李婴当了20年的班主任,对精卫中心介绍的“PHQ-9患者健康问卷”印象深刻。“如果一个孩子一到考试就喊头痛、肚子痛,或者干脆请病假,可能他真的没有说谎,而是需要心理支援。通过问卷的9个问题,有望尽早发现学生潜在的心理风险,及时介入。”

另一方面,李婴觉得,从教多年来,自己接触的学生不少,但专业医生给出的方法,让她从理论层面,更有条理、更成系统地整理出一些经验和方法,让工作变得更有效。根据乔颖医生在讲座中提到的“积极心理学”概念,她将缓解考前紧张情绪分解为“建立信任关系,倾听与共情”“引导发现优势、增强自我效能感”“教授深呼吸、10分钟正念冥想等情绪调节方法”“设定合理目标、分解任务”等“四步走”方法。“有时候,我们看到学生在发呆会很难受,觉得他在浪费时间;家长有时候也会纠结,到了初三高三,是否要让孩子放弃运动时间,多刷一会题。现在知道,其实不用纠结,医学研究表明,适度‘放空’才能帮助孩子完成自我调节。”李婴说。

本报记者 陆梓华