

## 医工合作

# 摩擦纳米发电机可实现肿瘤的精确诊断和治疗

肿瘤分型复杂,准确的检测、诊断是开展治疗的基础。随着基因检测、靶向治疗等手段的普及,越来越多的肿瘤诊疗方式摆在医生和患者面前。但如果让你穿戴上一块“电子设备”就能监测身体的健康状况,并实时报告监测结果,还可实现肿瘤的精确诊断和治疗,你愿意尝试吗?

在第三届川渝科技学术大会暨四川科学技术大会上,由放射肿瘤学四川省重点实验室主任郎锦义、主任科学助理陈梅华与电子科技大学应用物理系教授张岩、博士研究生周远恺,英国 Swansea 大学教授李立杰组成的研究团队,依托放射肿瘤学四川省重点实验室和电子科技大学肿瘤医工研究院开展的“摩擦纳米发电机与人工智能促进肿瘤精准诊疗”研究荣获大会优秀论文一等奖。



■ 本报记者 陈兰

**论文题目:**摩擦纳米发电机与人工智能促进肿瘤精准诊疗

**论文作者:**陈梅华 周远恺 郎锦义 李立杰 张岩

**获奖等次:**一等奖

### 新发现让肿瘤治疗更精准

这究竟是一个怎样的“神器”?它又有些什么魔力呢?近日,记者来到四川省肿瘤医院,见到了论文第一作者陈梅华,听她为我们讲述摩擦纳米发电机与人工智能碰撞出的火花。

精准诊疗可以显著降低癌症死亡率,可穿戴、移动传感器技术在促进精准医学和抗肿瘤药物研发方面具有重要价值。“谈到摩擦纳米发电机与人工智能促进癌症的精准诊疗,我们最先要了解的就是摩擦纳米发电机。”陈梅华对记者说。

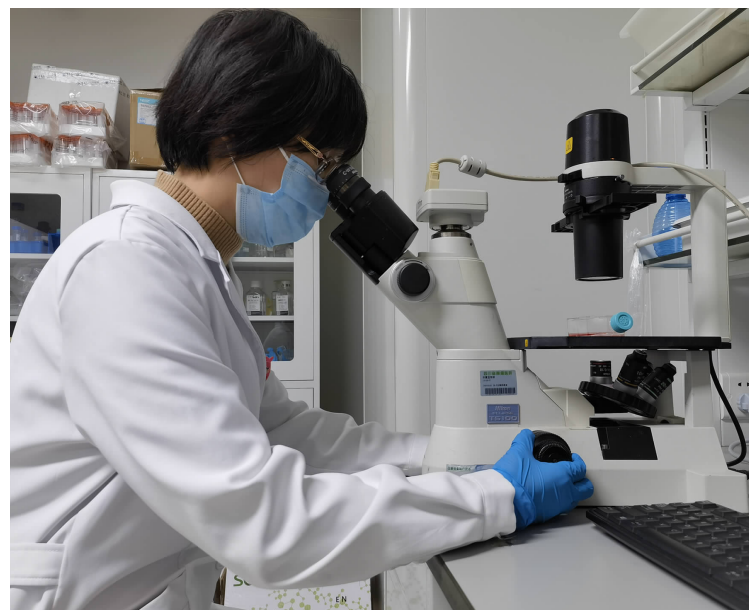
“这项研究是依据中国科学院外籍院士王中林发明的摩擦纳米发电机技术,结合张岩教授团队长期在微能源和工业领域的技术创新。”据陈梅华介绍,王中林院士发明的摩擦纳米发电机通过摩擦起电效应,可以将环境中广泛存在的微小机械能进行收集发电。“王中林院士团队利用生物体内的呼吸、心跳带来的机械能,通过摩擦纳米发电机把它转化成电能,给心脏起搏器供

电,完成了世界首例依靠摩擦纳米发电机驱动的心脏起搏器。”

陈梅华介绍,在我们日常生活中很多材料都可以摩擦起电,科学家可以选取轻便、柔性、生物相容性高、可降解的材料,制成不干扰病人生活、工作的穿戴式或植入式医疗设备,这样有利于提升肿瘤患者的生活质量。“因为目前很多的植入式医疗设备还是需要手术取出,这会对病人的身体造成二次伤害。”陈梅华进一步解释道。

一拍即合,研究团队随即根据摩擦纳米发电机所展示的前沿技术原理开展研究,主要研究方向为如何将摩擦纳米发电机的原理应用到穿戴式或植入式医疗设备中去,这样就能减少病人往返医院的次数,让病人在家实现实时监测,专家还可进行高效、精准、及时的治疗反馈。

据介绍,摩擦纳米发电机的应用可以实现三项技术的突破:一是摩擦纳米发电机作为肿瘤预防、早期诊断、精准治疗和管理的自供电设备;二是基于摩擦纳米发电机的自供电传感器,可以为肿瘤患者提



陈梅华进行细胞实验

供医内、院外实时病情监测;三是基于摩擦纳米发电机和压电纳米发电机的自供电移动,可穿戴设备用于增加临床试验样本量和数据的多样性。

而在肿瘤精准诊疗领域,将摩擦纳米发电机和人工智能相结合,可实现数据收集、数据分析和治疗反馈等。未来,利用摩擦纳米发电机和人工智能设计的自驱动可穿戴设备可为患者提供监测、诊断、干预、治疗一体化服务,开启肿瘤精准诊疗新篇章。

### 医工结合激发科技创新活力

值得一提的是,该项目是省肿

瘤医院与电子科大合作成立电子科技大学肿瘤医工研究院以来完成的首个肿瘤医工交叉研究成果。谈及第一次跨学科合作,陈梅华直言,既是一个磨合的过程又是一个学习的过程。

回忆起与张岩教授的相识,陈梅华说,缘起于2021年电子科技大学肿瘤医工研究院组织的一次专家研讨会。“在博士后合作导师郎锦义教授的指引和鼓励下,我将自己的研究方向聚焦到了肿瘤医工交叉研究。研讨会上,听了理工科专家们的报告后,最感兴趣的就是张岩教授所作的报告,所以我主动联系了张岩教授,他也对肿瘤领域的研究非常感兴趣,由此我们展开了首个医工结合的研究项目。”

在学科交叉融合中,虽然科学家可以提出很多很好的议题但是在项目实际的推进过程中可能会因学科间存在的知识空白走一些弯路。陈梅华介绍,长期以来,她致力于医学研究,对于物理学的器件知道的较少,所以实验过程中,常常遇到器件出问题的时候,就需要张岩教授团队的科技工作者来帮助解决;而当他们向张岩教授团队的科技工作者提到组织细胞等医学知识时,他们往往也会感到困惑。

“不过正因有了这次合作,才让我看到了工科科学家追求真理、善于思考的求实精神。”陈梅华如是说,“张岩教授是一个非常善于思考的人,很多时候他会去做许多深层次的思考,然后提出一个全新的理念。跟随张岩教授学习的这段时间,我最大的收获就是要把时间花在思考上,而不是一味地去模仿别人。”

同时,陈梅华也表示,党的二十大报告将科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略一体谋划、一体部署、一体推进、一体实施,体现了科教融合、创新发展的鲜明导向,必将形成系统支撑全面建设社会主义现代化国家的强大合力。通过此次学科交叉融合的经历,也深刻感受到科研不是闭门造车,要用好学科交叉融合的“催化剂”,大力锻造战略科学家成长梯队,激发科技创新活力。

# 电子科大研究团队将二氧化碳“变”葡萄糖和脂肪酸

将二氧化碳转化成“糖和油”,你敢想象吗?

电子科技大学可持续能源与催化团队带来的论文“Upcycling CO<sub>2</sub> into energy-rich long-chain compounds via electrochemical and metabolic engineering”(《电化学耦合生物合成实现二氧化碳转化制备葡萄糖和脂肪酸》)将这一想象变为现实,并获评第三届川渝科技学术大会优秀论文一等奖。此前,论文以封面文章形式发表于国际学术期刊《自然—催化》上。

据悉,这是团队依托电子科技大学材料学院开展的“基于新能源的电催化小分子转化制备高附加值化学品”研究,致力于利用清洁能源实现人工碳循环。成果由电子科技大学夏川课题组领衔,联合中国科学院深圳先进技术研究院于涛课题组、中国科学院大学曾杰课题组共同完成。

奇妙的转化是如何发生的?研究团队突破了哪些关键难题?记者采访了电子科技大学课题组夏川教授。



■ 本报记者 曾青瑶

**论文题目:**Upcycling CO<sub>2</sub> into energy-rich long-chain compounds via electrochemical and metabolic engineering

**论文作者:**郑婷婷 江秋 曾杰 于涛 夏川

**获奖等次:**一等奖

### 电还原+生物发酵将二氧化碳变成“糖”

“就像纱线织成布再做成衣,二氧化碳也要先转化成乙酸,再合成更复杂的化合物。”夏川简要类比其中原理,“第一步通过人工方法高效催化二氧化碳和水得到乙酸,第二步再用乙酸发酵活细胞转化为其它生物物质,就能实现‘用二氧化碳和水合成高能长链食品分子’的全过程。”

第一步,研究团队首先需要把二氧化碳转化为可供微生物利用的“原料”才能方便微生物发酵。”夏川介绍,清洁、高效的电催化技术是实现这一过程的理想选择。

至于要转化为哪种“原料”,研究团队将目光瞄准了乙酸,因为乙酸不仅是食醋的主要成分,也是一种优秀的生物合成碳源,可以转化为葡萄糖等其它生物物质。夏川介绍,常规的电解质装置产出的乙酸混合很多电解质盐,无法直接用于微生物发酵,微生物直接“食用”会“中毒”,变得“无精打采”甚至死亡。所以,为了“喂饱”微生物,不仅要提升转化效率,保证“食物”的数

量,还要得到不含电解质盐的纯乙酸,保证“食物”的质量。

于是,研究团队设计了一款新型固态电解质装置,能将二氧化碳高效催化成一氧化碳,再通过晶界铜将一氧化碳催化合成纯乙酸,为微生物提供稳定可靠的“食物”。

得到乙酸后,研究团队开始尝试利用酿酒酵母这一微生物来合成葡萄糖。

“酿酒酵母主要用于奶酪、馒头、酒等食品的发酵,同时也常被用作微生物制造与细胞生物学研究的模式生物。”夏川介绍,利用酿酒酵母通过乙酸来合成葡萄糖的过程,就像是微生物在“吃醋”,酿酒酵母通过不断地“吃醋”来合成葡萄糖。

但在第二步利用酿酒酵母将乙酸转化为葡萄糖时,研究团队发现其自身在合成葡萄糖的同时也在代谢葡萄糖,就像做菜时如果一边做一边吃,永远无法上满一桌子菜。于是,研究团队敲除酵母菌5个代谢葡萄糖的基因,废除其代谢葡萄糖的能力,同时插入两个外源基因,使细胞中其它物质也转化为葡萄糖,大大增加了酵母菌积累葡萄糖的能力。

除了生产葡萄糖,研究人员还



夏川(中)在实验室指导学生

通过类似的思路,增加了酵母细胞生产脂肪酸的能力。中国科学院院士、上海交通大学微生物代谢国家重点实验室主任邓子新认为,这项工作开辟了电化学结合活细胞催化制备葡萄糖等粮食产物的新策略,为进一步发展基于电力驱动的新型农业与生物制造业提供了新范例,是二氧化碳利用方面的重要方向。

### 新型催化方式助力高附加值化合物生产

近年来,随着新能源发电的迅速崛起,二氧化碳电还原技术已具备与依赖化石能源的传统化工工艺竞争的潜力。因此,研究关于二氧化碳电还原制备高附加值化学品及燃料的高效工艺,被学界认为是实现零碳排放的重要研究方向

之一。目前,如何高效、可持续地将二氧化碳转化为富含能量的长链分子仍是巨大挑战。夏川告诉记者:“为了规避二氧化碳电还原的产物局限性,可考虑将二氧化碳电还原过程与生物过程相耦合,以电催化产物作为电子载体,供微生物后续发酵合成成长碳链的化学产品,进而用于生产和生活。”

合适的电子载体对微生物发酵至关重要。由于二氧化碳电还原的气相产物均难溶于水,生物利用效率低,因此优先选择二氧化碳电还原的液相产物作为生物发酵的电子载体。然而,普通电化学反应器中所得的液体产物是与电解质盐混在一起的混合物,不能直接用于生物发酵。鉴于此,研究团队开发的固态电解质反应器有效解决了二氧化碳电还原液体产物分离

的问题,可以连续稳定地为微生物发酵提供液态电子载体。

中国科学院大学课题组曾杰教授介绍,微生物的优点是产物多样性很高,能够合成许多无法通过人工生产或人工生产效率很低的化合物。研究团队将继续联合研究电催化与生物发酵这两个平台的同配性和兼容性,“未来如果要合成淀粉、制造色素、生产药物等,只需保持电催化设施不改变,更换发酵使用的微生物就能实现。”

中国科学院院士、中国催化专业委员会主任李灿认为,这一研究耦合人工电催化与生物酶催化过程,发展了一条由水和二氧化碳到含能化学小分子乙酸,后经工程改造的酵母微生物催化合成葡萄糖和游离的脂肪酸等高附加值产物的新途径,为人工和半人工合成“粮食”提供了新技术。