

仅硬币大小！ 可循环供电活体电池实现精准血压调控

生物电池也被称为微生物燃料电池,是一种利用电活性微生物的代谢活动来发电的新型生物能源装置。这种“活体电池”具备超强的环境适应性和良好的生物相容性,在生理监测、植入式医疗设备供电、解决可持续能源供应等方面发挥了重要作用。通过微型化和便携化改造,微生物电池有望为智能手表、心脏起搏器等毫瓦级低功耗设备提供电力支持。

近日,中国科学院深圳先进技术研究院(简称“深圳先进院”)定量合成生物学全国重点实验室钟超团队联合深圳先进院集成所神经工程中心刘志远团队、深圳大学王任衡团队在《先进材料》上发表最新研究成果。他们利用3D打印活体水凝胶技术,成功研制出直径仅20毫米的微型便携式微生物燃料电池,创新性地整合了生物电刺激装置,通过刺激神经元实现了对电生理和血压的精准调节,在疾病治疗方面有较大应用潜力。该研究推动了便携式生物器件的发展,拓展了活体能源材料的研究前沿。

跨学科开发可循环供能的生物电池

在该研究中,研究团队基于希瓦氏菌,开发了一种创新的3D打印活体水凝胶材料。这种生物材料具有独特的弹性特性,使其能够通过3D打印技术形成包括精细的蜘蛛网状、叶片状等涵盖一维到三维的复杂结构。为确保微生物在装置中保持活性,研究人员首先将处于溶液状态的微生物封装在藻酸盐水凝胶中,并通过添加纳米纤维素、氧化石墨烯对体系进行优化,显著提升了材料的机械强度和导电性能。

设计并制作生物电池需要融合多学科知识,涉及合成生物学、材料科学和生物医学等领域。在深圳先

进院,跨学科合作具有天然优势,钟超团队基于突破性材料,与深圳先进院集成所神经工程中心研究员刘志远团队合作,共同开发微型生物电池系统。

受传统锂电池制造技术启发,研究团队采用阴阳极分离的优化设计:以活体水凝胶作为“阳极”,含铁氰化钾的藻酸盐水凝胶作为“阴极”,通过3D打印技术制备出高性能电极结构,最终成功构建了直径仅20毫米的微型生物电池系统。

实验结果表明,这块微型电池可稳定输出450毫伏电压,并实现长达10次完整的“自充电—放电”

的供能循环。文章通讯作者钟超研究员表示:“电池供能循环结束后,细菌存活率高达97%,且连续运行100小时后仍保持90%以上的高存活率,这充分证明了其优异的生物相容性。”进一步的性能测试表明,生物电池具有出色的循环稳定性,能量损失极低,同时完全避免了传统电池中钴、锂等稀缺金属以及有毒电解质的使用,在环保方面具有显著优势。尽管其当前能量密度(0.008瓦时每升)和功率密度(8.31微瓦每平方厘米)较商业锂离子电池仍有差距,但已基本满足低功耗设备的供电需求。

实现精准血压调控

“研究需要突破‘纸面创新’,同时要找到切实可行的应用场景。”研究论文第一作者王新宇介绍,尽管生物电池的技术概念新颖,但存在功率和输出电压波动(受细菌活性影响)两大局限,使得生物电池难以胜任需要持续稳定供电的场景。

基于这些特性,团队瞄准了瞬时神经刺激这一精准医疗领域——通过集成电容器系统实现电能的精准调控,成功开发出适用于神经调控的生物电池应用方案。

大鼠坐骨神经刺激实验结果显示,随着生物电池输出强度的梯度增加,诱发的动作电位和肌电信号幅度呈现显著剂量依赖性增强。此外,通过调节生物电池的输出,大鼠

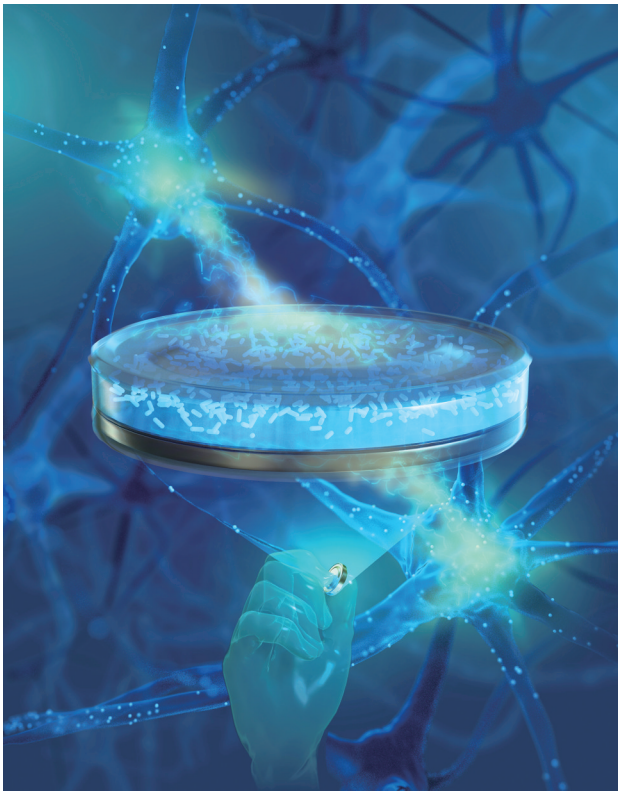
血压成功出现明显下降,收缩压(高压)降低23.5%,舒张压(低压)降低18.7%。刺激停止后,大鼠血压自主恢复基线水平。

这些数据不仅验证了生物电池在神经干预治疗中的有效性,更揭示其独特优势——细菌代谢的自然波动特性反而与瞬时神经刺激的需求高度契合,为高血压等疾病的精准神经调控提供了创新解决方案。

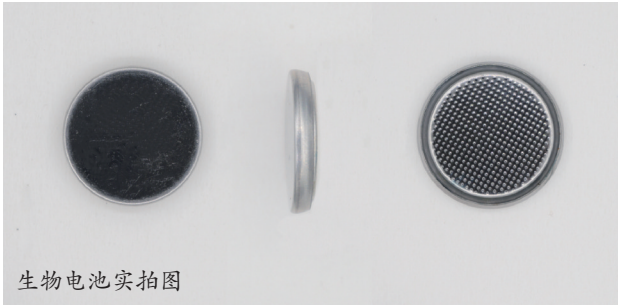
据王新宇介绍,团队未来计划开发基于活体水凝胶的植入式生物电池,利用人体血糖作为持续能源,实现医疗设备的自供能运行。这项研究不仅体现了合成生物学与材料科学的交叉创新,也为发展环境友

好的可持续能源技术提供了新思路,在医疗植入设备和环境监测传感器等领域展现出重要应用前景。未来,研究团队将通过优化菌种选择、改进材料配方和精细调控电池结构,提升生物电池性能,推动该技术向实际应用转化。

深圳先进院合成所钟超课题组副研究员王新宇为论文第一作者和共同通讯作者。深圳先进院合成所研究员钟超、深圳先进院集成所研究员刘志远、深圳大学物理与光电工程学院教授王任衡为该论文的共同通讯作者。深圳先进院集成所刘志远课题组副研究员韩飞、高级工程师周小猛,深圳大学博士生肖哲为论文共同第一作者。



微型便携式生物电池产生的电能可以传递至神经细胞,实现对其精准调控



生物电池实拍图

本报记者 刘肖勇 通讯员 朱诗颖
本文图片由研究团队提供

本人陈奕霖于2025年3月27日不慎遗失身份证,证号:350425199709010012,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。
倪荣生(身份证号:440301196205204413)退休证丢失,声明作废。
遗失声明:阳光财产保险股份有限公司广东省分公司遗失以下单证,单证代码:ABK066F32014A,单证名称:意健险全打格式保单(2014),印刷流水号为2942000;共1份。声明作废。
遗失声明:本人何舒琳于2025年2月不慎遗失身份证件,证号:441224199001070023,现声明作废。
遗失声明:郭宝芳于2025年3月29日不慎遗失身份证件,证号:450502198809251526,现声明作废。
遗失声明:张碧娴于2025年3月29日不慎遗失身份证件,证号:441224200102281722,现声明作废。
遗失声明:邹小优于2025年2月18日不慎遗失身份证件,证号:441424199804016304,现声明作废。
遗失声明:谢子超于2023年1月1日不慎遗失身份证件,证号:445224199405291838,现声明作废。
遗 失 声 明 : 邓 菲 (身 份 证 号 :

441881200005301429)遗失普通高等学校(南宁师范大学师园学院)毕业证书和学位证书,毕业证书编号为:136421202305000258,学士学位证编号为:1364242023000258,特此声明。
周常永遗失广东省深圳蓝生脑科医院住院结算单原件1份,发票号为:24952000000135075348,金额:150840.9元,病历号为:0001228,声明作废。
遗失声明:范琳琳于2025年3月28日不慎遗失身份证件,证号:411322199109300027,现声明作废。
惠州市惠城区安品五金商店遗失财务章(编号:4413020340784)一枚,现声明作废。
遗失声明:杨明昊于2025年2月10日不慎遗失身份证件,证号:430726200004211816,现声明作废。
深圳市龙华区养老儿童服务协会遗失社会团体法人登记证书副本,统一社会信用代码:51440300MJL205492H,声明作废。
遗失声明:李龙轩于2025年3月28日不慎遗失身份证件,证号:44132220000922331X,现声明作废。
陈 圣 涛 遗 失 身 份 证 , 证 号 : 441827200304216445,声明作废。
丢失声明:佛山市南海区时代广场丢失深圳百果园实业(集团)股份有限公司(发卡企业)

发行的好吃卡【16】张,卡号:861001190552、861001190541、861001190538、861001190528、860501790859、860501790831、860301003237、860300871834、860300708650、860201552661、860201552659、860101111587、860101111578、860101111567、860101111557、290899853020。现声明丢失并已通知发卡企业停止兑付。
黄春红不慎将中山市东风明珠幼儿园收费收据丢失,收据号0005753,金额7450元,开票日期2025年2月9日,特此声明。
遗失声明:曾燕春于2025年3月28日不慎遗失身份证件,证号:44152119680923002x,现声明作废。
黎伟,2025年2月17日因保管不善遗失广东省司法厅2022年6月7日颁发的律师执业证书,律师执业证书号:14403200810926100,执业证书流水号:11924954,现声明作废。
深圳市蓝信电源技术有限公司(统一社会信用代码:91440300MA5H5LJ310)遗失合同章(编号:4403090493942)一枚,现声明作废。
遗失声明:叶芷晴于2025年3月29日不慎遗失身份证件,证号:440305200512230026,现声明作废。
刘科(身份证号码:440921198302136034)遗失《医师资格考试报名表暨授予医师资格申请表》;遗失执业助理医师资格证书,编码:

201544241440921198302136034;遗失执业助理医师执业证书原件一本,编码:241440983000122,声明作废。
本人肖培不慎遗失出租人邓永贤和承租人黄广智的房屋租赁合同,编号为:0012114号,房屋坐落于广州市花都区罗仙安置区5栋1梯2101房屋,特此声明遗失的房屋租赁合同作废。声明人:肖培。
广州富文科技有限公司遗失财务章一枚,现声明作废。
褚振祥身份证遗失,证号:4116242*****,自见报之日起不承担被人冒用而引发的一切法律责任,特此声明。
杨燕萍于2025年3月18日不慎遗失身份证,证号:445221199812245944,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。
遗失声明:周浩宜于2025年4月1日不慎遗失身份证件,证号:450722200204025661,现声明作废。
注销公告:惠州市惠城区星虎青少年体育俱乐部(统一社会信用代码52441302MJM044723D),经主管单位决议,拟向登记机关申请注销。请债权人于见报之日起45日内到我单位申报债权债务,特此公告。
珠海市福旺贸易有限公司关于召开股东大会的通知:根据相关法律法规及(公司章程)等规定,因本公司成立后一直未开展业务,并且已被登

记机关吊销,现提议于2025年4月20日,在珠海市拱北区艾特商业大厦一楼大堂召开股东大会,对以下事项进行表决:1.鉴于公司长期未开展业务,且已被登记机关吊销,决定解散公司、成立清算小组,对公司进行清算。2.公司公告、营业执照已遗失,已于2021年7月16日,在《广东科技报》刊登公告并声明作废,今后有文书需要加盖公司公章时,由股东陈俊签名替代。
深圳携程国际旅行社有限公司:本人年芳于2024年4月23日与贵公司签订了经营期限至2027年6月30日的《“携程旅游”门市经营管理责任协议书》,现因个人原因,终止协议。门店名称:深圳携程国际旅行社有限公司宝安大仟里营业部,统一社会信用代码:91440300MADK904K7Q。

跑政通:



全国登报、公证认证、公众号迁移、AAA信用认证、企业信用修复、律师函代发、翻译、正规备案刻章,一键式线上办理,咨询热线:4001081766、17364579989