

基因编辑猪肺，成功移植人体

世界首例！中国团队完成

中国研究团队8月25日在英国学术期刊《自然-医学》在线发表论文，报告世界首个将基因编辑猪肺成功移植到脑死亡人体内的案例。该成果有望帮助缓解肺移植供体短缺的难题，被国际专家誉为相关领域的“一个里程碑”。

广州医科大学附属第一医院教授何建行率领的研究团队，将一只经过基因编辑的巴马香猪左肺移植到一名脑死亡者体内，模拟临床常见的单肺移植手术。该供体猪经过6处基因编辑，以降低其器官移植到人体后的免疫风险。手术后，呼吸、血液、影像等监测数据显示，移植肺维持通气与气体交换功能长达9天，其间未发生超急性排斥反应，同步病原学监测也未发现活跃感染迹象。

“目前全球器官移植需求日益增大，异种器官移植被认为有望解决供体短缺的困境。”何建行对新华社记者介绍，“这项成果标志着异种肺移植领域迈出关键一步。”

他表示，接下来将进一步优化基因编辑策略与抗排斥治疗方案，延长移植器官

存活及功能维持时间，并将团队自主研发的无管技术应用于异种肺移植试验中，以减少机械通气对供体肺的损伤，推动异种肺移植向临床应用转化。

研究团队介绍，这项研究方案严格遵循国家有关法律法规和伦理准则，先后通过医院伦理委员会等机构的审查与监督。受试者有重型颅脑损伤，经多次独立评估确认已脑死亡。其家属出于支持医学进步的愿望，同意无偿参与研究。研究在第9天时应家属要求结束。

将动物器官移植给人类的异种器官移植是当今全球医学研究的前沿领域，国际专家高度评价本次研究成果。西班牙国家移植组织主任比阿特丽斯·多明格斯-希尔表示：“此前的异种器官移植试验限于肾脏、心脏和肝脏。与它们相比，异种肺移植面临更大的挑战。因为肺的生理平衡微妙，它接受大量血流，并且持续暴露在外界空气中，所以特别容易受损。”她说，中国团队的成果是相关研究领域的“一个里程碑”。

来源:新华网

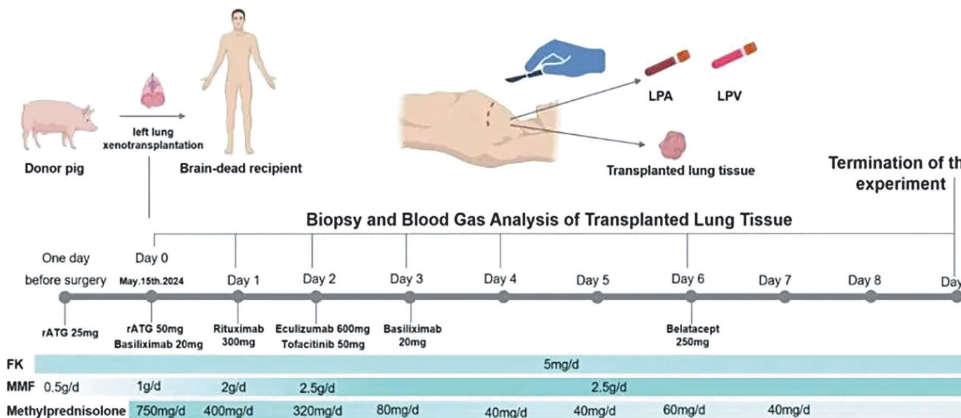


广西河池市巴马县“巴马香猪原产地保护基地”养殖的巴马香猪。(新华社签约摄影师图片)

延伸阅读

医学科普博主:对最难器官进行了人体初步验证

“这次手术是对肺这一最难的器官进行了人体初步验证。”内科硕士、资深科普博主阿源表示，从这次试验到未来真正被应用于挽救终末期肺病患者的生命，具体时间很难估算，“当前跨物种移植的核心难点仍集中在物种间的差异性上，如何为其构建更稳定、更有效的免疫系统控制方案，是亟待突破的关键。”



研究团队提供的论文中的示意图。图/新华社

【1】异种移植领域的最难器官

问：猪肺移植成功并保持呼吸功能9天，为什么其意义如此重大？它突破了哪些前所未有的难关？

阿源：这次手术是对肺这一最难移植的器官进行了人体初步验证。

这是人类第一次把基因编辑后的猪肺移植到人体里，它验证了一个猜想，就是移植之后，体内能够完成气体交换，并且能够度过最危险的超急性排斥的窗口期。

同时，它还系统地记载了9天内的免疫反应过程。首先是24小时内出现了严重的水肿，后面慢慢缓解，第三到第六天，又出现了抗体介导免疫损伤，就整个过程进行了一次记录和探索。而且没有检出猪源性病毒传播信号，相对来说也是一种安全的保证。

问：肺是异种移植领域“最难的器官”，它难在哪儿？

阿源：肺是人体一个基础的功能器官，主要负责供气，它通过我们的气道和外界直接相通，我们吸入的空气有很多微生物，我们的气道（尤其上呼吸道）常年也驻扎着很多微生物和污染物，本身很脏，另外，肺的供血很丰富，它的毛细血管网非常庞大，这就导致它很容易发生感染，它的炎症阈值也很低。

而且肺移植后，会出现缺血再灌注，引发原发性移植物功能障碍，也就是说在移植72小时内，它会出现低氧血症，需要支持治疗才能度过炎症反应导致的肺水肿和气体交换功能障碍时期，所以相对来说肺比较复杂。

而且猪和人毕竟是异种移植，会存在一定的物种差异，出现更强的免疫反应。这些原因加起来，导致它是“最难的器官”。

【2】猪的器官能较好匹配人类移植需求

问：能否通俗地解释一下什么是“异种移植”？与我们常听说的“捐肾救亲”这类同种移植相比，区别是什么？

阿源：最大的区别就是物种的区别，这一区别导致免疫系统会出现更强大的排斥反应。其次，不同物种之间还会存在其他病原体传播，我们要防止因异种移植出现跨物种传染病，所以相对来说它更加复杂。

为了解决这个区别造成的问题，首先，我们要进行基因编辑，把供体动物的器官做到跟人体更加接近。第二，要进行更强的免疫管理，术后观察以及服用的药物会比人与人之间移植更加复杂。第三，异种移植对于医院和患者也有要求，需要医院能够长期随访和观察患者，尤其是在这个技术才开始实行的时候，确保不会出现感染，不会造成新疾病的传播，确保移植器官不会在体内出现其他反应。

问：异种器官移植为什么会选择猪？在异种器官移植发展过程中，学界尝试过哪些物种？

阿源：学界曾于20世纪中期尝试以狒狒、黑猩猩等灵长类动物作为供体来源。从直观认知来看，它们与人类的接近度更高，器官结构的相似性也更高，但实践中却因多重关键问题逐渐被放弃：其一，即便亲缘关系接近，灵长类与人类仍属于跨物种范畴，器官移植后会引发强烈的免疫排斥反应；其二，灵长类与人类过于接近，使得将其作为器官供体时，疾病传播风险突出，灵长类身上携带的病原体更易传染给人类，会增加术前病原体筛查的难度，也提升了术后感染的风险。

相比之下，猪与人类器官适配性高，它的体型与人类接近，能较好地匹配人类的移植需求。另外，猪的基因组编辑技术相对成熟，相较于灵长类的基因编辑易出现脱靶、人类基因植入难度大等问题，猪的基因更易通过技术手段进行修饰。

【3】物种间的差异性仍是当前异种移植核心难点

问：异种器官移植应用在病人身上需要满足哪些条件？

阿源：首先需以充足科学数据为支撑：按此前提及的逐步试验、逐步扩大范围、逐步积累观察数据，待数据完善后提交至审批部门，由国家监管机构审核批准，再进入人体临床试验阶段。此阶段可通过同情用药、小范围试点等方式进行初步探索。

同时，技术应用还需满足多方面要求：供体猪需在专门饲养场进行严格饲养，且其遗传结构需保持稳定，避免因繁殖过程中基因变异导致后续批次不合格；开展相关临床操作的医院须具备足够管理能力，不可随意开放资质，以防出现患者与医院管理脱钩的问题。

问：设想一下，如果未来猪肺移植技术完全成熟，它最先会应用于哪些疾病的治疗？

阿源：猪肺移植与人类肺移植的适用场景基本一致，主要针对经其他治疗手段难以奏效的终末期肺病，具体包括不可逆呼吸衰竭、进展期间质性肺病、特发性肺纤维化、极重度慢性阻塞性肺疾病（COPD）、囊性纤维化、肺动脉高压等。通过跨物种移植，可在一定程度上解决终末期肺病患者因无法等待人类供体而失去生命的困境。

来源：九派新闻



资讯

海洋酸化现象

破坏鲨鱼牙齿结构

受气候变化影响，不断加剧的海洋酸化现象正在系统性破坏鲨鱼的牙齿结构。根据德国杜塞尔多夫大学的模拟实验预测，若碳排放问题未得到有效改善，海水pH值将持续降低，从目前的8.1降至7.3，将导致鲨鱼牙齿磨损速度超过其自然更新能力，进而危及整个海洋食物链的稳定。

研究人员采用60枚黑鳍礁鲨自然脱落的牙齿，通过人工海水箱分别模拟当前与未来酸化环境对鲨鱼牙齿的影响。经过为期8周的对照实验，结果显示，高酸度环境（pH7.3）中的牙齿出现显著腐蚀现象：牙根损伤程度达对照组两倍，锯齿状边缘结构发生明显变形。这种机械性损伤将直接削弱鲨鱼的捕食效率，尤其对牙齿更新速率较慢的鲨鱼物种造成致命打击。

值得注意的是，这项研究首次证实了酸化对顶级捕食者的直接影响，鲍姆强调，减少人为二氧化碳排放是缓解海洋酸化的关键。此前研究已证实酸化会破坏鲨鱼的盾鳞及贝壳、珊瑚等生物结构，本次实验则首次量化其对大型捕食者的直接冲击。

尽管挑战严峻，但科学家并非全然悲观。鲍姆强调，鲨鱼也可能通过加速牙齿更新周期、增强牙齿矿化度等机制逐步适应环境变化。美国宾夕法尼亚州阿勒格尼学院教授、鲨鱼专家惠特纳克表示，未来研究应聚焦鲨鱼受损的牙齿是否仍能维持切割与穿刺功能，以评估海洋酸化对鲨鱼捕食效率的长期影响。

来源：环球时报

深圳-香港-广州集群

跃居全球第一大创新集群



中国散裂中子源。黄政正 摄

9月1日，世界知识产权组织在香港发布《2025年全球创新指数》，“深圳—香港—广州”创新集群首次超越日本“东京—横滨”，成为全球第一大创新集群，展现了粤港澳大湾区科技创新的强劲活力及国际科技创新中心建设的澎湃动能。

“深圳—香港—广州”创新集群在2020—2024连续五年位居全球第二，2025年首次登顶世界百强榜首。同时值得关注的是，“澳门—珠海”创新集群连续第二次入围世界百强榜。此次全球创新指数的最新排名显示了粤港澳大湾区在全球科技创新领域的领先地位，充分体现了大湾区在打造具有全球影响力的国际科技创新中心方面的积极成效。

今年全球创新指数的排名，在往年的PCT国际专利申请量、“科学引文索引拓展版”论文量2个核心指标基础上，新增了“风险资金投资交易量”核心指标，既强调知识产权的产出与布局，又突出创新成果的转化运用与价值实现。本次排名体现了粤港澳大湾区作为蓬勃创新的热土和科技成果转化的高地，在推动全球创新生态系统有序优化的重要作用。

来源：科技日报

无创无辐射高精度

全球首个零磁介入医学实验室在沪成立



揭牌仪式现场。复旦大学附属浦东医院供图

8月30日，澎湃新闻记者从复旦大学附属浦东医院获悉，该院与北京航空航天大学大科学装置研究院、杭州极弱磁场国家重大科技基础设施研究院、杭州零磁医疗设备有限公司近日签署四方战略合作协议，零磁介入医学共建实验室在复旦大学附属浦东医院揭牌成立，这也是全球首个零磁介入医学共建实验室。

零磁医学，即极弱磁场功能信息医学，这是在近零磁环境，利用量子自旋磁测量，精准检测人体组织器官自身磁场信号，如心脑磁信号，实现人体功能信息的高精度获取与高分辨成像，实现疾病超早期无创诊断，属未来前沿医学。而零磁介入医学，则是最前沿零磁医学与先进介入医学的结合，在国内外首次提出基于人体自旋量子传感的功能结构医学和生物信息学，实现器官组织的超早期干预与修复，完成组织结构、生理功能和生物信息学的一体化诊疗，具有无创、无辐射、高精度等显著优势。

中国科学院院士房建成对此表示，强磁场催生了核磁共振等革命性技术，极弱磁作为磁场是“从0到1”的新科学发现，零磁无损检测人体功能信息（如心脑磁），与结构成像技术互补，构建完整的人体健康检测体系。

来源：澎湃新闻

我国自主研发植入式临床脑机接口技术获突破

精准定位脑深部肿瘤边界

记者8月28日从中国科学院空天信息创新研究院（空天院）获悉，空天院传感器技术全国重点实验室与哈尔滨医科大学附属第一医院（哈医大一院）神经外科联合完成“基于植入式微电极阵列的脑深部肿瘤边界精准定位”临床试验。这是全球范围首个脑机接口应用于脑深部肿瘤术中边界精准定位的临床试验，标志着我国自主研发的植入式临床脑机接口技术实现重要突破。

该临床试验采用了空天院自主研发的临床脑机接口微电极（NeuroDepth），以及多层次调控与高通量神经信号同步检测仪（AIRCAS-128）。前者通过实时信号检测，高精度获取肿瘤边界特征信号；后者则可同步采集、分析海量神经信号，将电极捕捉的原始信号转化为精准的“病灶导航”，为肿瘤术中边界判断提供实时数据。

空天院特聘研究骨干、副研究员王蜜霞介绍，NeuroDepth临床微电极实时捕捉单细胞水平的神经活动信号，优势体现为：探测范围更广、定位精度更高、信息维度更全。

“该技术不仅突破了传统神经电极仅能检测脑表面和浅层的局限，可探测包含脑表面、浅脑与脑深部的全脑任意区域；还可同步检测化学信号如多巴胺、谷氨酸等神经递质，为区分肿瘤组织与正常组织提供更全面的依据。”王蜜霞解释，这些性能为及时发现病灶、精准识别病灶边界提供关键技术支撑，从而用于确定脑肿瘤边界、科学开展手术规划，可在保护大脑运动、语言、认知等功能区的同时，精准切除恶性肿瘤。

据悉，本次临床试验针对一位胶质瘤患者开展。该患者术前由于脑肿瘤压迫，

出现癫痫频发症状。

“我们结合影像数据，通过NeuroDepth临床微电极实时反馈的单细胞水平神经信号，成功精准识别肿瘤边界，在最大程度保护功能区的同时，完整切除了肿瘤。”哈医大一院神经外科主任史怀璋介绍说，NeuroDepth临床微电极应用解决了术中动态识别难题，有望重塑神经外科手术中导航与精准切除的技术范式，为推动脑机接口领域医工融合与临床转化应用提供有力示范。

空天院学术院长、传感器技术全国重点实验室学术委员会主任吴一戎院士指出，本次临床试验的成功落地，是脑机接口技术走向临床转化与产业化发展的关键一步，希望双方团队在技术迭代、临床应用拓展等方面持续发力，为保障人民生命健康、提升国家科技竞争力提供重要科技支撑。

来源：科技日报



中国科学院空天院自主研发的多层次调控与高通量神经信号同步检测仪(AIRCAS-128)。

中国科学院空天院供图