



主管单位：中国科学院
主办单位：中国科学报社
学术顾问单位：
中国人体健康科技促进会
国内统一连续出版物号：CN11-0289

学术顾问委员会：(按姓氏笔画排序)

中国科学院院士 卞修武
中国工程院院士 丛斌
中国工程院院士 吉训明
中国科学院院士 陆林
中国工程院院士 张志愿
中国科学院院士 陈凯先
中国工程院院士 林东昕
中国科学院院士 饶子和
中国工程院院士 钟南山
中国科学院院士 赵继宗
中国工程院院士 徐兵河
中国科学院院士 葛均波
中国工程院院士 廖万清
中国科学院院士 滕皋军

编辑指导委员会：

主任：
张明伟
夏岑灿

委员：(按姓氏笔画排序)

丁佳 王岳 王大宁 计红梅
王康友 朱兰 朱军 孙宇
闫洁 刘鹏 祁小龙 安友仲
邢念增 肖洁 谷庆隆 李建兴
张思玮 张海澄 金昌晓 赵越
赵端 胡学庆 胡珉琦 栾杰
钟时音 薛武军 魏刚

编辑部：

主编：魏刚
执行主编：张思玮
排版：郭刚、蒋志海
校对：何工芳
印务：谷双双
发行：谷双双
地址：
北京市海淀区中关村南一条乙3号
邮编：100190
编辑部电话：010-62580821
发行电话：010-62580707
邮箱：ykb@stimes.cn

广告经营许可证：

京海工商广登字 20170236 号
印刷：廊坊市佳艺印务有限公司
地址：
河北省廊坊市安次区仇庄乡南辛庄村
定价：2.50 元
本报法律顾问：
郝建平 北京灏礼默律师事务所

窦科峰院士团队在“基因编辑猪-人” 肝脏异种移植取得重大突破

● 本报记者 严涛 ● 张行勇

近日，空军军医大学西京医院异种肝脏移植临床研究取得重大突破——成功将一只多基因编辑猪的全肝以辅助的方式移植到一位脑死亡患者体内。术中，移植的肝脏恢复血流后即刻分泌胆汁，未见超急性排斥反应，且术后持续工作。经文献检索，国内外未见同类报道，属世界首例。

异种器官移植的关键一步

中国科学院院士窦科峰、空军军医大学西京医院肝胆外科主任陶开山团队在长达 11 年的“猪猴异种肝移植动物实验”研究的基础上，开展了此次基因编辑猪至脑死亡受体肝移植。他们以多基因编辑猪作为供体，脑死亡患者作为受体，实施了保留移植患者自身肝脏的辅助性肝移植，模拟了临床肝衰患者的替代支持治疗过程。据陶开山介绍，移植的基因编辑猪肝胆汁分泌、血供和病理结果均良好，手术效果超出团队预想。

该实施方案先后通过学术委员会、伦理委员会、器官移植委员会和动物委员会论证，严格按照国家有关规定逐项进行。据介绍，供体猪为 O 型血，23 公斤，敲除了 3 种会引起“超急性排斥和急性体液性排斥”的猪抗原，转入了 2 种人补体调节蛋白、1 种人凝血调节蛋白。移植受体系一例重型闭合性颅脑损伤患者，经过医院全力抢救，3 次评估均被认证为脑死亡，家属同意无偿参与异种肝移植科学研究，为人类医学进步作出贡献。

目前，国际上关于异种肝脏移植的研究，尚处于使用狒狒、猕猴等动物作为移植受体阶段。窦科峰表示，相对于肾脏和心脏，肝脏具备合成、分解、凝血、解毒和免疫等功能，解剖结构和生理功能更为复杂。因此，基因编辑猪的肝脏还不能完全替代人类肝脏发挥功能，异种肝脏移植技术难度大，其科学意义更大。推动异种肝移植走向临床，是医学临床的一个难点。

“这是医学界第一次将基因编辑猪肝脏植入人体内，据目前观察，移植



窦科峰(左二)等在手术中。

空军军医大学西京医院供图

基因编辑猪的肝脏还不能完全替代人类肝脏发挥功能，异种肝脏移植技术难度大，其科学意义更大。推动异种肝移植走向临床，是医学临床的一个难点。

的基因编辑猪肝脏在人体内能够发挥生理功能、正常分泌胆汁，说明有可能替代人类肝脏。”据窦科峰介绍，该研究的顺利开展是异种器官移植领域的重大突破，也是异种肝移植向临床迈进的关键一步，为下一步的临床应用提供了理论依据和数据支撑。

该研究首次探索了“基因编辑猪-人”肝脏异种移植的可行性，在科学理论创新、核心技术攻关、军事医学应用等方面取得原创性突破，将在救治修复、功能重建、移植替代，特别是重要脏器移植中发挥重要作用。

回答了三个科学问题

窦科峰介绍，这项临床试验研究回答了三个科学问题。

第一，异种器官移植采用狒狒、猕猴等动物作为移植受体是进行临床前研究必需的，因为它们的结构和生

理与人类最相近。对于以狒狒、猕猴为受体的异种移植，敲除了某些猪抗原的六基因编辑猪，可能会加重移植肝脏的排斥反应，但对以人体为受体的移植手术来说却是有益的。因此，采用脑死亡受体进行异种器官移植临床试验，能更好地反映移植器官的功能，检测猪的基因编辑策略是否合适，也能积累更多临床经验。

第二，尽管动物研究中，异种肝移植受体的存活时间没有异种肾脏和心脏移植存活时间长，但却有着非常迫切的临床急救需求。特别是对于急性暴发性肝功能衰竭患者，肝移植是唯一救命方式。因此，现阶段将异种肝移植作为一种暂时的同种肝移植替代治疗手段，或能帮助患者恢复自身肝脏功能。从这个层面来讲，异种肝移植有非常大的临床应用价值，这是该研究采用辅助性肝移植方式的原因。

第三，采用狒狒、猕猴等动物进行异种器官移植研究，往往会使用一些还处于研究阶段的新型免疫抑制药物，这些药物没有实现临床应用，并不能直接用于疾病治疗。因此，动物研究中优化的免疫抑制方案，并不一定适合人类受体。但以脑死亡患者为移植受体，则可使用临床免疫抑制药物，继而制定出最优化的临床异种器官移植免疫抑制策略。