DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.0969　　**文章编号** 1671-8852(2025)10-1239-08

中国移植器官转运专家共识

中国肝移植注册中心　国家肝脏移植质控中心　国家人体捐献器官获取质控中心
国家骨科与运动康复临床研究中心　中国医师协会器官移植医师分会移植器官质量控制专业委员会
中国医院协会器官获取与分配工作委员会　国家创伤医学中心器官保护专业委员会

摘要　我国公民逝世后人体器官捐献与移植工作发展迅速，远距离、长时间捐献器官转运成为常态化工作。捐献器官进行高效、安全转运及数据管理是保障器官移植工作规范开展的核心环节。为贯彻落实《人体器官捐献和移植条例》相关规定，充分发挥“中国移植器官转运绿色通道”政策效能，规范及提升各移植单位及所在省级区域乃至全国整体器官转运工作质量水平，现组织业内专家制订《中国移植器官转运专家共识》，通过建立规范化的转运流程、技术指标体系和信息化平台，进一步提升捐献器官转运工作的标准化、规范化水平，推动我国器官捐献与移植工作高质量发展。

关键词　器官移植；器官保护；器官转运；专家共识
中图分类号　R617　　**文献标识码**　A

Chinese expert consensus on organ transportation

China Liver Transplant Registry; *National Center for Healthcare Quality Management in Liver Transplant*; *National Quality Control Center for Donated Organ Procurement*; *National Clinical Research Center for Orthopedics*, *Sports Medicine Rehabilitation*; *Committee on Transplant Organ Quality Control*, *Branch of Organ Transplant Doctor*, *Chinese Medical Doctor Association*; *Organ Procurement and Allocation Working Committee of the China Hospital Association*; *National Trauma Medical Center Organ Protection Committee*

Abstract

The development of donation after citizen′s death and transplantation in China has progressed rapidly, with long-distance and prolonged organ transportation becoming a routine practice. Efficient, safe organ transportation and data management are critical to ensuring standardized transplant operations. In accordance with the *Regulations on Human Organ Donation and Transplantation* and to maximize the efficacy of the National Organ Transportation Green Channel initiative, standardize and enhance the quality of organ transportation at transplant centers, provincial levels, and nationwide, a group of leading experts has developed the *Chinese Expert Consensus on Organ Transportation*. By establishing standardized transport protocols, technical benchmarks, and digital management platforms, this consensus aims to further improve the efficiency and standardization of organ transfer operations, promoting high‐quality development in China′s organ donation and transplantation.

Key Words　Organ Transplantation; Organ Protection; Organ Transportation; Expert Consensus

课题来源：中央高校基本科研业务费专项资金(2025ZFJH03)；中国医学科学院中央级公益性科研院所基本科研业务费(2023-PT320-02)；“春城计划”高层次创业创新团队项目(2022SCP002)；国家自然科学基金项目(62333014，62073211)
通信作者：李建辉，树兰(杭州)医院肝胆胰外科与肝移植中心(杭州 310006)；E-mail：1309004@zju.edu.cn；徐骁，杭州医学院(杭州 310001)，E-mail:zjxu@zju.edu.cn；郑树森，浙江大学医学院附属第一医院肝胆胰外科(杭州 310001)，E-mail:shusenzheng@zju.edu.cn

器官移植是治疗终末期器官功能衰竭的唯一有效方法。目前我国移植工作发展迅速,已跃居成为仅次于美国的世界第二捐献与移植大国[1]。但是器官供需不平衡,供器官数量尚不能满足广大等待移植病患的需求[2-4]。远距离、长时间器官转运成为目前捐献与移植工作的常态。国家卫健委及各级相关部门高度重视器官捐献与移植工作,目前已相继建立中国人体器官分配与共享计算机系统、肝移植注册中心、肾脏移植科学登记系统、心脏移植注册系统、肺移植注册系统以及国家人体捐献器官获取质量控制中心等,推动质控工作;每年定期开展飞行巡检,加强器官移植监管。2016年5月,国家卫生计生委(现为国家卫生健康委)、公安部、交通运输部、中国民用航空局、中国铁路总公司和中国红十字会总会联合印发《关于建立人体捐献器官转运绿色通道的通知》,建立人体捐献器官转运绿色通道,通畅器官转运,提高转运效率[5]。《人体器官捐献和移植条例》于2023年10月20日国务院第17次常务会议通过,自2024年5月1日起正式施行,标志着我国器官移植工作在法制化、规范化发展的轨道上迈向新台阶[6]。然而,在实际工作中,捐献器官转运全流程保障技术及体系仍有待进一步完善。

与此同时,我国器官捐献与移植工作在各方面都取得了显著进展,先进的器官转运与机械灌注设备已在器官保存及转运实践工作中得以应用,对提升器官保存质量具有重要意义[7-11]。此外,我国网络信息化智能化建设,尤其在5G+(5G及以上移动通信技术)创新应用及北斗卫星导航系统领域发展突出,已走在世界前列,有助于提升移植器官转运智能化监测的信息化水平,保障器官转运质量[12-14]。在国家卫健委支持下,中国医师协会器官移植医师分会于2016年12月成立移植器官质量控制专业委员会,并推进成立中国移植器官转运及质控示范数据平台,以肝、肾、心、肺移植器官全程转运质控为主线并辐射各器官捐献和移植单位。

基于上述背景,现组织国内相关专业协会及多学科专家制订本共识,聚焦器官转运全流程标准化操作、区域协同机制优化及建设智能化信息平台,以进一步规范及提升器官捐献与移植医疗单位器官转运质量保障工作,为国家制定相关政策提供科学依据。

本共识已在国际实践指南注册与透明化平台(http://www.guidelines-registry.org)上以中英双语注册(注册号:PREPARE-2025CN1090)。

1 人体捐献器官转运定义与范畴

按照国家《人体器官捐献和移植条例》,器官转运指人体捐献器官自获取后至移植手术实施前所进行的保存与运输活动[6]。

2 人体捐献器官保存设备及耗材

人体捐献器官获取团队需配备相应的器官及生物样本储存装置,包括采血管、无菌试管、微生物培养瓶、活检标本瓶、活检标本固定保存液、器官保存袋、器官保存液、碎冰、专用冷藏箱或灌注修复设备等[15-16]。

3 人体捐献器官保存液

器官保存液可有效减缓细胞代谢并维持器官活性,但并非单一保存液适用于所有器官,其使用范围须获得国家许可[17]。人体捐献器官获取团队按国家规范获取器官后,需确认保存液数量、质量、温度及无菌状态:若采用低温静态冷保存或机械灌注保存,需维持低温环境(2~10 ℃)[18-22]。我国应用的肝脏保存液主要包括UW(University of Wisconsin)液、组氨酸-色氨酸-酮戊二酸盐液(histidine-tryptophan-ketoglutarate solution,HTK液)和Celsior液;移植肾脏静态冷保存建议使用UW液、HTK液、IGL-1(Institute Georges Lopez-1)液、Celsior液以及高渗枸橼酸盐嘌呤-Ⅱ溶液(hypertonic citrate adenine solution-Ⅱ,HC-AⅡ液);移植胰腺保存可使用UW液;移植小肠保存可使用UW液或HTK液;移植心脏保存可使用UW液、HTK液或Celsior液;移植肺脏保存可使用Perfadex液或Celsior液[23-26]。低温机械灌注保存液目前尚无统一标准,肾脏低温机械灌注保存常用KPS-1液,肝脏灌注可使用HTK液。此外,因我国尚无获得国家药品监督管理局(National Medical Products Administration,NMPA)批准的常温、亚低温灌注设备及对应保存液,所以如需临床应用常温、亚低温机械灌注保存技术,应依据相应法规进行申请[27-30]。器官保存液使用方法须符合国家医疗卫生规范,并严格遵循标准操作程序[6]。

4 人体捐献器官保存包装与转运标识

为保障移植器官安全保存和运输,人体捐献器官经航空、铁路、水路及公路运输,应使用符合要求

的运输专用容器(转运箱或机械灌注设备),并在容器外显著位置张贴人体器官运输专用标志(参照《关于建立人体捐献器官转运绿色通道的通知》及《人体器官捐献和移植条例》)[5-6]。建议采用具有5G+或北斗定位与温度、湿度、开箱、碰撞等实时监测的装置,并客观记录运输方式和路径,以便全程追溯[15-16,31]。器官抵达移植接收单位后,应检查在保存运输期间保存温度的合规性、容器完整性及溶液密封性,排除污染风险[31-32]。

5　人体捐献器官保存转运方法

5.1　静态冷保存转运　经专业培训的人体器官获取组织(organ procurement organization,OPO)工作人员负责准备、包装和转运捐献器官。器官内包装需符合无菌规范,无菌屏障须具备一定强度,保护器官免受外部压迫,可加用缓冲层进行包裹,或使用硬质容器作为内包装。不同的器官,应配备相应大小的保存袋,保存器官需依次完成至少三层包装[31],先将获取的器官浸泡在首层无菌袋(已加入足量的低温器官保存液)中,排出空气后妥善结扎封口;接着将首层无菌袋装入次层无菌袋(可加入低温生理盐水)中并妥善结扎封口;最后整体装入无液体及空气的外层包装中,妥善结扎封口。应注意,最内层无菌袋应避免锐利冰块划破保存袋,引发溶液泄漏或污染。避免包装层中遗留过多空气,以防运输过程中气压骤降致包装膨胀破裂,损伤和污染转运器官。如袋内同时装入器官较多(如上腹部肝-胰-十二指肠多器官),应注意器官摆放,选择合适大小保存袋,避免挤压折叠、空间狭小或保存液不足等,引起器官损伤。

建议使用符合国家相关法规认证的器官保存转运装置与设备,并按其使用说明妥善操作。转运器官放置在隔热的器官运输箱或控温保存装置中,以实现良好保存,如通过足量的冷却介质(如冰水混合物等)进行低温保存转运。器官保存装置应为具有绝热、抗压、防渗透的惰性材质,可承受运输冲击、气压变化及其他可能的干扰因素。

5.2　机械灌注保存转运　机械灌注器官保存转运已逐步进入临床实践,根据灌注温度与携氧方式可分为低温机械灌注(低温非携氧与低温携氧)、常温机械灌注和亚低温机械灌注[33-37]。

低温机械灌注,须确保器官保持在2～10 ℃的温度范围内[24,38-39]。器官室应包含足够的保存液,以防止器官与冷却元件或碎冰的直接接触。目前我国尚无离体器官常温机械灌注与携氧机械灌注设备获NMPA医疗器械注册许可,相应设备使用的技术规范有待进一步完善。若在临床中应用,应依据其标准操作程序使用,并确保符合国家现行相关医疗卫生法规管理规定。

6　人体捐献器官保存转运时间

器官缺血时间(热缺血和冷缺血)越短,对器官功能与活性影响越小,缩短保存时间有助于改善移植术后器官功能,因此所有转运器官都应尽快移植至受者体内[40-42]。目前在临床器官保存实践中,一般建议供肝的保存时限不超过12～15 h,供肾灌注保存时限不超过24 h,供心冷缺血时间不超过6 h,供肺冷缺血时间应小于8 h,质量较好的供肺可适当延长至10～12 h,小肠移植冷缺血时间尽量控制在9 h以内[24,26,43-45]。然而,临床实践中,器官移植工作中最长冷缺血时间受多重因素制约,如供者年龄、合并症、器官类型、器官质量和器官保存方法[不同保存液与保存技术(如静态冷保存或机械灌注)]等。因此,在缺乏对捐献器官质量、获取及保存方式的综合评估时,尚难制订统一的最长缺血时间标准。因此本共识对最长冷缺血时间不建议设定刚性上限,以避免因机械化的时间限制导致潜在可用的移植器官被不合理弃用。

7　人体捐献器官保存转运过程保障

人体捐献器官的获取、保存和转运是影响器官质量的重要环节。移植器官质量应得到全流程保障[27]。因此,各OPO及移植中心应依据国家法规与技术标准建立完善的器官获取、保存和转运方案,同步构建包含质量反馈、效能评估和实时监测的全流程质控体系。建议组建由经验丰富的多学科专业人员组成的器官获取团队,通过标准化协作流程确保全环节质量风险可识别、可干预。在转运过程中如发生严重不良事件或潜在风险(如保存条件异常、机械损伤等),需立即启动预警机制,及时向供受双方医疗团队同步通报并协同处置。如器官转运过程中,因不良天气或人为因素等导致器官运输受阻,无法准时抵达机场、高铁站等交通枢纽,应依据《关于建立人体捐献器官转运绿色通道的通知》及时联系相关部门进行协助交通疏导或引导[5-6]。器官植入前,建议在无菌条件下对保存液进

行规范化采样,送微生物培养或检测,为术后感染防控提供依据。所有操作均需保留完整记录,形成可供质量追溯与持续改进的数据基础。

在现有信息网络高度覆盖的背景下,建议具备条件的OPO或移植中心采用集成GPS/北斗定位模块的智能转运设备,实时监测并记录器官保存箱的温度、湿度、异常震动或开箱状态等关键参数,完整记录运输方式和位移轨迹。所有数据应可通过加密传输实现数据云端同步,实时掌握器官运输状态。当监测数据超出预设安全阈值时,系统须自动触发多级报警并生成事件报告,为后续质量回溯及风险研判提供客观依据。

8 人体捐献器官转运过程数据管理

移植器官转运与质量监测数据平台是集器官质量以及器官转运过程中的相关数据采集、存储、传输、分析及远程控制于一体的智能大数据平台[46-48]。依托平台进行器官转运质量监控信息化管理,包括捐献器官获取、转运事件处置及信息化监测等。通过采集转运过程原始数据及对关键性指标的计算,形成各移植中心器官转运质量监测数据并横向比较结果,反馈给各OPO及移植中心,以提高器官获取与转运质量和管理水平。移植器官转运与监测工作由专职人员承担,通过对转运过程实施科学评估、数据汇总与综合分析,保障器官捐献与移植工作的质量与安全。

8.1 转运数据采集类别及系统管理维护 移植器官转运数据采集类别包括转运过程中的转运终端设备实时采集数据,转运现场数据,转运器官基础数据以及转运器官功能质量数据四大类别。转运终端设备数据:必要数据包括设备终端编号、所属单位信息、电池信息、通讯和各类传感器运行状态等。转运现场数据:必要数据包括标准化转运装置内温度、相对湿度、异常加速度碰撞记录、转运装置内开闭记录、转运装置地理坐标以及转运交通工具和方式等。转运器官基础数据:必要数据包括转运器官段号、实际获取器官信息、血液信息、组织样本信息、起终点和转运负责人信息等。转运器官功能数据:如转运设备配备机械灌流模块,则需要额外采集灌流溶液种类、容量、温度、灌流模式、动静脉灌流流速、灌注压力和异常状态(如流速中断、压力波动)等数据,以及在条件具备的情况下,记录保存溶液pH值、氧合和生化指标等数据。

8.2 数据安全规范 器官转运过程中涉及的供者(包括器官捐献者)与受者的相关信息,均属敏感医疗数据,必须严格按照国家相关法律法规进行管理和保护[49]。根据《中华人民共和国网络安全法》、《中华人民共和国数据安全法》、《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》、《公安部信息安全等级保护管理办法》、信息安全等级保护三级标准以及信息安全测评机构安全要求等对移植器官转运数据库进行管理。平台应通过访问权限控制、身份认证、数据加密、日志审计和容灾备份等多重安全措施,实现对关键数据的全生命周期保护,防止数据泄露、篡改、非法访问及其他安全风险,确保器官转运信息的合规性、完整性。

9 总结

人体捐献器官的安全保存与高效转运是确保器官移植成功的关键环节。我国OPO的规范化建设及相关政策的落地,为器官捐献与移植工作的系统化、标准化发展奠定了坚实基础。器官转运是一项多部门、多系统协同参与的复杂工作,需在全流程中不断完善和规范。随着先进器官保存、智能化修复及信息化监测技术在器官转运中的深入应用,器官转运标准正不断完善与优化,旨在提升器官安全性、转运效率及移植质量。

本共识的制订,以标准化、科学化和高效化为导向,为我国公民逝世后捐献器官转运工作提供权威指导和实践依据。通过助力国家"移植器官转运绿色通道"建设及数字化赋能,进一步强化全流程保障体系,推动我国器官捐献与移植事业的高质量发展。

《中国移植器官转运专家共识》编审委员会成员名单

主审专家:

郑树森 浙江大学医学院附属第一医院
窦科峰 空军军医大学西京医院
夏 强 上海交通大学医学院附属仁济医院
叶啟发 武汉大学中南医院
薛武军 西安交通大学第一附属医院
徐 骁 杭州医学院
霍 枫 中国人民解放军南部战区总医院
孙煦勇 广西医科大学第二附属医院
杨家印 四川大学华西医院
刘连新 中国科学技术大学附属第一医院

李　立　昆明市第一人民医院
冉江华　昆明市第一人民医院
郭文治　郑州大学第一附属医院
刘　军　山东省立医院
蒋文涛　天津市第一中心医院

编审专家(按姓氏汉语拼音排序)：

白燕南　福州大学附属省立医院
蔡金贞　青岛大学附属医院
柴　伟　中国人民解放军总医院第四医学中心
陈超群　郑州大学第一附属医院
陈静瑜　浙江大学医学院附属第二医院
陈　峻　浙江省人民医院
陈　实　福州大学附属省立医院
陈知水　华中科技大学同济医学院附属同济医院
代贺龙　中南大学湘雅二医院
董念国　华中科技大学同济医学院附属协和医院
窦　剑　河北医科大学第三医院
丰贵文　郑州大学第一附属医院
傅志仁　上海交通大学医学院附属瑞金医院
高良辉　海南医科大学第一附属医院
顾　民　南京医科大学第二附属医院
郭　华　树兰(杭州)医院
郭志勇　中山大学附属第一医院
何晓顺　中山大学附属第一医院
胡宗强　云南楚雄州人民医院
季　茹　中国人民解放军南部战区总医院
蒋国平　树兰(杭州)医院
姜　楠　厦门大学附属第一医院
焦作义　兰州大学第二医院
寇玉辉　北京大学人民医院
李启勇　树兰(杭州)医院
李伟栋　浙江大学医学院附属第一医院
李玉民　兰州大学第二医院
廖吉祥　广西医科大学第二附属医院
刘治坤　浙江省人民医院
刘致中　内蒙古包钢医院
陆才德　宁波市李惠利医院
吕国悦　吉林大学第一医院
吕　毅　西安交通大学第一附属医院
欧阳青　中国人民解放军南部战区总医院
彭心宇　石河子大学第一附属医院
邱　涛　武汉大学人民医院
饶　伟　青岛大学附属医院
尚文俊　郑州大学第一附属医院
寿张飞　树兰(杭州)医院
司　晶　福建医科大学孟超肝胆医院
司　伟　山东省立医院
宋瑞鹏　中国科学技术大学附属第一医院
吐尔干艾力·阿吉　新疆医科大学第一附属医院
屠振华　浙江大学医学院附属第一医院
汪　恺　浙江省人民医院
王长希　中山大学附属第一医院
王继洲　中国科学技术大学附属第一医院
王海峰　吉林大学第二医院
王立明　大连医科大学附属第二医院
王　琳　空军军医大学西京医院
王　硕　树兰(杭州)医院
王彦峰　武汉大学中南医院
王正昕　上海复旦大学附属华山医院
卫　强　浙江省人民医院
魏　来　华中科技大学同济医学院附属同济医院
魏绪勇　西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院
温培豪　郑州大学第一附属医院
吴　昊　浙江大学医学院附属第一医院
吴基华　广西医科大学第二附属医院
吴向未　石河子大学第一附属医院
吴忠均　重庆医科大学附属第一医院
谢海洋　浙江大学医学院附属第一医院
谢琴芬　树兰(杭州)医院
徐　剑　海南医科大学第一附属医院
许亚宏　西南交通大学附属成都市第三人民医院
姚自勤　中国科学技术大学附属第一医院
杨洪吉　四川省人民医院
杨　扬　中山大学附属第三医院
杨　岳　常州市第一人民医院
杨昭旭　空军军医大学西京医院
杨　喆　树兰(杭州)医院
叶少军　武汉大学中南医院
易述红　中山大学附属第三医院
于光圣　山东省立医院
张嘉凯　郑州大学第一附属医院
张建军　上海交通大学医学院附属仁济医院
张建政　中国人民解放军总医院第四医学中心
张水军　郑州大学第一附属医院
张　蕙　福建医科大学附属协和医院
张宏伟　石河子大学第一附属医院
张升宁　云南省第一人民医院

张　武　树兰(杭州)医院
张英才　中山大学附属第三医院
钟　林　南昌大学第二附属医院
钟　林　深圳市第三人民医院
钟自彪　武汉大学中南医院
周　华　山西省第二人民医院
周江桥　武汉大学人民医院
周育成　浙江省人民医院
朱有华　海军军医大学附属长海医院
朱志军　首都医科大学附属北京友谊医院
庄　莉　树兰(杭州)医院

执笔专家：

李建辉　树兰(杭州)医院
丁晨光　西安交通大学第一附属医院
范晓礼　武汉大学中南医院
周　威　武汉大学中南医院
董建辉　广西医科大学第二附属医院
蓝柳根　广西医科大学第二附属医院
许磊波　中山大学孙逸仙纪念医院
孙纪三　天津市第一中心医院
辛立明　上海大学
谭晓宇　中国人民解放军南部战区总医院
乔银标　浙江省人民医院
李浩宇　浙江大学医学院附属第一医院

参考文献

[1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 2022年国家医疗服务与质量安全报告[M]. 北京:科学技术文献出版社,2023.
National Health Commission of the People's Republic of China. 2022 Report on National Medical Services and Quality Safety[M]. Beijing: Science and Technology Documentation Press, 2023.

[2] ANDERSON D J, LOCKE J E. Progress towards solving the donor organ shortage[J]. Nat Rev Nephrol, 2023, 19(2):83-84.

[3] SYKES M, SACHS D H. Progress in xenotransplantation: Overcoming immune barriers[J]. Nat Rev Nephrol, 2022, 18(12):745-761.

[4] MATAS A J, MONTGOMERY R A, SCHOLD J D. The organ shortage continues to be a crisis for patients with end-stage kidney disease[J]. JAMA Surg, 2023, 158(8):787-788.

[5] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会, 公安部, 交通运输部, 等. 关于建立人体捐献器官转运绿色通道的通知[EB/OL]. (2016-05-06)[2025-06-10]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100175/201605/261e980903fb40bbbe3f84ef486a7aeb.shtml.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China, Ministry of Public Security of the People's Republic of China, Ministry of Transport of the People's Republic of China, et al. Notice on Establishing a Green Channel of Human Organ Transport [EB/OL]. (2016-05-06) [2025-06-10]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100175/201605/261e980903fb40bbbe3f84ef486a7aeb.shtml.

[6] 中华人民共和国国务院. 人体器官捐献和移植条例[EB/OL]. (2023-12-14)[2025-06-10]. https://www.gov.cn/zhengce/content/202312/content_6920195.htm.
State Council of the People's Republic of China. Regulations on Human Organ Donation and Transplantation [EB/OL]. (2023-12-14) [2025-06-10]. https://www.gov.cn/zhengce/content/202312/content_6920195.htm.

[7] ZHANG Q Y, TONG J, ZHOU W, et al. Antibacterial and antioxidant chitosan nanoparticles improve the preservation effect for donor kidneys *in vitro*[J]. Carbohydr Polym, 2022, 287: 119326.

[8] ZHOU W, ZHONG Z B, LIN D N, et al. Hypothermic oxygenated perfusion inhibits HECTD3-mediated TRAF3 polyubiquitination to alleviate DCD liver ischemia-reperfusion injury[J]. Cell Death Dis, 2021, 12(2): 211.

[9] LIANG H, ZHANG P, YU B, et al. Machine perfusion combined with antibiotics prevents donor-derived infections caused by multidrug-resistant bacteria[J]. Am J Transplant, 2022, 22(7):1791-1803.

[10] LUO J, HU Y, QIAO Y, et al. Hypothermic oxygenated machine perfusion promotes mitophagy flux against hypoxia-ischemic injury in rat DCD liver[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(6):5403.

[11] QIAO Y B, LI J H, BIAN S C, et al. Application of biocompatible custom ceria nanoparticles in improving the quality of liver grafts for transplantation[J]. Nano Res, 2023, 16(4): 5176-5188

[12] 中华人民共和国卫生健康委、国家中医药局、国家疾控局. "十四五"全民健康信息化规划EB/OL]. (2022-11-09)[2025-06-10]. https://www.nhc.gov.cn/wjw/c100176/202211/1d6ea1b49ca84f5cb76a6966744ac6be.shtml.
National Health Commission of the People's Republic of China, National Administration of Traditional Chinese Medicine of the People's Republic of China, National Disease Control and Prevention Administration of the People's Republic of China. The 14th Five-Year Plan for National Health Informatization [EB/OL]. (2022-11-09) [2025-06-10]. https://www.nhc.gov.cn/

wjw/c100176/202211/1d6ea1b49ca84f5cb76a6966744ac6be.shtml.

[13] 宋伟,刘谋友,杨余富,等. 北斗卫星导航系统在卫勤保障中的应用探讨[J]. 医疗装备,2012,25(2):17-19.
SONG W, LIU M Y, YANG Y F, et al. Discussion on the Application of Beidou Satellite Navigation System in Medical Support [J]. Medical Equipment, 2012, 25(2): 17-19.

[14] 张秋军,孙婕,王泽阳,等. 基于移动物联网的健康管理平台在医疗设备智能化管理中的应用[J]. 中国医疗设备,2025,40(8):58-63.
ZHANG Q J, SUN J, WANG Z Y, et al. Application of health management platform based on mobile Internet of Things in intelligent management of medical equipment[J]. China Med Devices, 2025, 40(8): 58-63.

[15] Centers for Medicare and Medicaid Services. State operations manual appendix Y-organ procurement organization (OPO) interpretive guidance[EB/OL]. (2018-01-05) [2025-06-10]. https://www.cms.gov/Regulations-and-Guidance/Guidance/Transmittals/downloads/R115SOMA.pdf.

[16] Transplantation Society of Australia and New Zealand. National Standard Operation Procedures-Packaging, Labelling, Storage & Documentation of deceased donor vessels [EB/OL]. (2020-04-01) [2025-06-10]. https://tsanz.com.au/storage/documents/National-SOP--Packaging-labelling-and-storage-of-donor-vessels_Version-50.pdf.

[17] DE BEULE J, FIEUWS S, MONBALIU D, et al. The effect of IGL-1 preservation solution on outcome after kidney transplantation: A retrospective single-center analysis[J]. Am J Transplant, 2021, 21(2):830-837.

[18] PANAYOTOVA G G, LUNSFORD K E, QUILLIN R C, et al. Portable hypothermic oxygenated machine perfusion for organ preservation in liver transplantation: A randomized, open-label, clinical trial[J]. Hepatology, 2024, 79(5):1033-1047.

[19] VAN RIJN R, SCHURINK I J, DE VRIES Y, et al. Hypothermic machine perfusion in liver transplantation-a randomized trial[J]. N Engl J Med, 2021, 384(15): 1391-1401.

[20] MALINOSKI D, SAUNDERS C, SWAIN S, et al. Hypothermia or machine perfusion in kidney donors[J]. N Engl J Med, 2023, 388(5):418-426.

[21] SCHLEGEL A, MERGENTAL H, FONDEVILA C, et al. Machine perfusion of the liver and bioengineering[J]. J Hepatol, 2023, 78(6):1181-1198.

[22] SCHLEGEL A, PORTE R, DUTKOWSKI P. Protective mechanisms and current clinical evidence of hypothermic oxygenated machine perfusion (HOPE) in preventing post-transplant cholangiopathy[J]. J Hepatol, 2022, 76(6):1330-1347.

[23] KANG X Y, CHENG J Y, GE W Y, et al. Revolution in organ preservation: technological exploration[J]. Acta Biomater, 2025, 199:50-73.

[24] 中国肝移植注册中心,国家肝脏移植质控中心,国家人体捐献器官获取质控中心,等. 中国移植器官保护专家共识(2022 版)[J]. 武汉大学学报(医学版),2022,43(3):345-359.
China Liver Transplant Registry, National Center forHealthcare Quality Management in Liver Transplant, National Quality Control Center for Donated Organ Procurement, et al. Chinese Expert Consensus on Organ-Protection of Transplantation (2022 edition) [J]. Medical Journal of Wuhan University, 2022,43(3):345-359.

[25] NIROOMAND A, LINDSTEDT S. Current challenges in lung transplantation[J]. J Intern Med, 2025, 297(4):355-365.

[26] 陈国振,刘海平,项和立,等. 遗体捐献器官获取工作指南[J]. 中国医学前沿杂志:电子版,2024,16(11):1-16.
CHEN G Z,LIU H P,XIANG H L, et al. Guidelines for organ procurement from cadaveric donors[J]. Chin J Front Med Sci Electron Version, 2024, 16(11): 1-16.

[27] HOSGOOD S A, CALLAGHAN C J, WILSON C H, et al. Normothermic machine perfusion versus static cold storage in donation after circulatory death kidney transplantation: A randomized controlled trial[J]. Nat Med, 2023, 29(6):1511-1519.

[28] LASCARIS B, DE MEIJER V E, PORTE R J. Normothermic liver machine perfusion as a dynamic platform for regenerative purposes: What does the future have in store for us? [J]. J Hepatol, 2022, 77(3): 825-836.

[29] MARKMANN J F, ABOULJOUD M S, GHOBRIAL R M. Impact of portable normothermic blood-based machine perfusion on outcomes of liver transplant: The OCS liver protect randomized clinical trial[J]. JAMA Surg, 2022, 157(3):189-198.

[30] HANN A, LEMBACH H, NUTU A, et al. Outcomes of normothermic machine perfusion of liver grafts in repeat liver transplantation (NAPLES initiative) [J]. Br J Surg, 2022, 109(4):372-380.

[31] OPTN. Organ Procurement and Transplantation Network (OPTN) Policies[EB/OL]. (2020-06-18)[2025-06-10]. https://optn.transplant.hrsa.gov/governance/policies/.

[32] ROZA B A, PAIM S M S, LEITE R, et al. Safe transport of organs and tissues for transplants: technological innovation product validation method[J]. Rev Assoc Med Bras, 2023, 69(6): e20221537.

[33] SCHLEGEL A, MUELLER M, MULLER X, et al. A multicenter randomized-controlled trial of hypothermic oxygenated perfusion (HOPE) for human liver

grafts before transplantation[J]. J Hepatol, 2023, 78(4): 783-793.

[34] HUSEN P, BOFFA C, JOCHMANS I, et al. Oxygenated end-hypothermic machine perfusion in expanded criteria donor kidney transplant: A randomized clinical trial[J]. JAMA Surg, 2021, 156(6):517-525.

[35] MERGENTAL H, LAING R W, KIRKHAM A J, et al. Transplantation of discarded livers following viability testing with normothermic machine perfusion[J]. Nat Commun, 2020, 11(1):2939.

[36] MESZAROS A T, HOFMANN J, BUCH M L, et al. Mitochondrial respiration during normothermic liver machine perfusion predicts clinical outcome[J]. EBioMedicine, 2022, 85: 104311.

[37] GRĄT M, MORAWSKI M, ZHYLKO A, et al. Routine end-ischemic hypothermic oxygenated machine perfusion in liver transplantation from donors after brain death: A randomized controlled trial[J]. Ann Surg, 2023, 278(5):662-668.

[38] KARANGWA S, PANAYOTOVA G, DUTKOWSKI P, et al. Hypothermic machine perfusion in liver transplantation[J]. Int J Surg, 2020, 82S:44-51.

[39] KNIJFF L W D, VAN KOOTEN C, PLOEG R J. The effect of hypothermic machine perfusion to ameliorate ischemia-reperfusion injury in donor organs[J]. Front Immunol, 2022, 13:848352.

[40] PUTTARAJAPPA C M, JORGENSEN D, YABES J G, et al. Trends and impact on cold ischemia time and clinical outcomes using virtual crossmatch for deceased donor kidney transplantation in the United States [J]. Kidney Int, 2021, 100(3):660-671.

[41] PLACONA A M, HUMPHRIES C, CURRAN C, et al. Association of transit time with cold ischemic time in kidney transplantation[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(12):e2141108.

[42] GORBACHEVA V, FAN R, BEAVERS A, et al. Anti-donor MHC class Ⅱ alloantibody induces glomerular injury in mouse renal allografts subjected to prolonged cold ischemia[J]. J Am Soc Nephrol, 2019, 30(12):2413-2425.

[43] 丁晨光,董建辉,高宝山,等. 中国遗体器官捐献供肾体外低温机械灌注保存指南[J]. 器官移植, 2024, 15(6):837-845.
DING C G, DONG J H, GAO B S, et al. Guidelines for *ex vivo* hypothermic machine perfusion preservation of donor kidney from deceased organ donation in China [J]. Organ Transplant, 2024, 15(6): 837-845.

[44] 黄启恒,汪国营. 供肝的质量评估与保存策略[J]. 器官移植,2025,16(4):609-619.
HUANG Q H, WANG G Y. Quality assessment and preservation strategies of donor liver[J]. Organ Transplant, 2025, 16(4): 609-619.

[45] 胡春晓,邵景博,赵晋,等. 移植供肺的保存与功能维护[J]. 器官移植,2023,14(2):213-219.
HU C X, SHAO J B, ZHAO J, et al. Preservation and functional maintenance of lung allograft[J]. Organ Transplant, 2023,14(2):213-219.

[46] 郑树森. 中国器官移植发展方向——注重质量、严格规范、谋求精准、融汇大数据[J]. 手术,2016,1(1): 1-2,7.
ZHENG S S. The future direction of Chinese organ transplantation: Focus on quality, norms, accuracy, integrated big data[J]. Surg, 2016, 1(1): 1-2,7.

[47] 石炳毅,刘志佳. 构建质量提升计划系统,促进器官移植转型发展[J]. 器官移植,2020,11(1): 1-7.
SHI B Y, LIU Z J. To construct of quality improvement program system and to promote the transition development of organ transplantation[J]. Organ Transplant, 2020, 11(1): 1-7.

[48] 赵辉,杨扬,徐骁. 肝脏移植标准数据集[J]. 器官移植, 2020,11(1):126-175.
ZHAO H,YANG Y,XU X. Standard data set for liver transplantation[J]. Organ Transplant, 2020, 11(1): 126-175.

[49] 中华人民共和国卫生健康委. 关于进一步加强医疗机构电子病历信息使用管理的通知[EB/OL]. (2025-06-23) [2025-06-24]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202507/content_7030265.htm.
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on Further Strengthening the Management of Electronic Medical Record Information in Medical Institutions [EB/OL]. (2025-06-23) [2025-06-24]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202507/content_7030265.htm.

(2025-08-26收稿)
编辑 袁 靓