

心脏死亡器官捐献中器官获取的手术技巧

傅斌生 唐晖 易述红 李华 杨扬 陈规划

【摘要】 目的 探讨心脏死亡器官捐献(DCD)中供体器官切取手术技巧及效果。**方法** 回顾性分析 2012 年 7 月至 2014 年 12 月在中山大学附属第三医院行器官捐献的 64 例 DCD 供者临床资料。其中男 52 例,女 12 例;年龄 25 d~57 岁,中位年龄 31 岁。脑部损伤供者 42 例,脑血管意外 18 例,脑部神经系统疾病 4 例。供者家属均签署器官捐献同意书,符合医学伦理学规定。所有供者均采用原位腹主动脉-肠系膜上静脉快速灌注及肝肾联合快速切取分离的方法获取器官。**结果** 所有器官切取手术均顺利完成,器官切取手术时间中位数为 30(22~48) min。本组共获取 64 个肝脏、128 个肾脏,分别成功用于肝移植 58 例、肾移植 118 例,肝肾联合移植 2 例;弃用器官 12 个,包括肝脏 4 个、肾脏 8 个。移植术后移植器官功能恢复良好,仅 1 例出现原发性移植肝无功能。**结论** 在 DCD 器官切取手术中,快速灌注及肝肾联合快速切取法是保证高质量供体器官和提高手术疗效的关键。

【关键词】 器官移植; 定向组织捐赠; 组织供者; 组织和器官获得

Surgical techniques of organ procurement from donation after cardiac death Fu Binsheng, Tang Hui, Yi Shuhong, Li Hua, Yang Yang, Chen Guihua. Liver Transplantation Center, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China

Corresponding author: Chen Guihua, Email: chgh1955@263.net

【Abstract】 Objective To investigate the surgical techniques and effect of organ procurement from donation after cardiac death (DCD). **Methods** Clinical data of 64 DCD donors implementing organ donation in the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University from July 2012 to December 2014 were retrospectively analyzed. There were 52 males and 12 females, aged 25 d to 57 years with a median age of 31 years. Forty-two donors were with cerebral damage, 18 with cerebral vascular accidents and 4 with brain nervous system diseases. The agreement statement of organ donation signed by the family relatives of all donors were obtained and the local ethical committee approval had been received. Organ procurement was performed by in situ rapid perfusion of abdominal aorta-superior mesenteric vein and rapid retrieval and separation of liver-kidney. **Results** All the organ procurement operations were performed successfully. The median operative time was 30(22-48) min. Sixty-four livers and 128 kidneys were procured and successfully applied to 58 hepatic, 118 renal and 2 liver-kidney transplantations. Twelve organs including 4 livers and 8 kidneys were discarded. The graft function recovered well after operation except one developed primary graft failure. **Conclusion** In DCD organ procurement, rapid perfusion and retrieval of liver-kidney play a

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-3232.2016.01.004

基金项目: 国家自然科学基金(81370575, 81372243, 81172036); 十二五科技重大专项(2012ZX10002016-023, 2012ZX10002017-005); 广州市科技计划项目(201400000001-3, 2014J4100183)

作者单位: 510630 广州, 中山大学附属第三医院肝移植中心

通讯作者: 陈规划, Email: chgh1955@263.net

pivotal role in ensuring high-quality donated organs and enhancing surgical therapeutic effect.

【Key words】 Organ transplantation; Directed tissue donation; Tissue donors; Tissue and organ procurement

公民心脏死亡器官捐献 (donation after cardiac death, DCD) 已成为目前我国器官移植供体的主要来源,如何在有限的时间内完成高质量供体器官的切取显得尤为重要。本文回顾性分析实施器官移植的 64 例 DCD 供者临床资料,总结 DCD 供者器官获取的手术方法及技术要领。

资料与方法

一、一般资料

回顾性分析 2012 年 7 月至 2014 年 12 月在中山大学附属第三医院器官移植中心行器官捐献的 64 例 DCD 供者临床资料。其中男 52 例,女 12 例;年龄 25 d~57 岁,中位年龄 31 岁。体重指数 (body mass index, BMI) 23 kg/m^2 者 43 例, $>23 \text{ kg/m}^2$ 者 21 例。原发病:脑部严重损伤 42 例,脑血管意外 18 例,脑部神经系统疾病 4 例。血型 A 型 17 例, B 型 18 例, O 型 25 例, AB 型 4 例;HBsAg 阳性 10 例,抗-HBc 阳性 3 例;术前 ALT $<100 \text{ U/L}$ 45 例, $100 \sim 1\,000 \text{ U/L}$ 16 例, $>1\,000 \text{ U/L}$ 3 例。5 例供者因术前 Scr 水平较高行持续性肾替代治疗。64 例 DCD 供者器官获取流程均按照中国卫生与计划生育委员会发布的参考流程进行。患者家属均签署器官捐献同意书,并经医院伦理委员会讨论同意,符合医学伦理学规定。所有供者器官获取手术均在手术室进行。

二、DCD 器官获取过程

(一) 术前准备及终止生命支持

供者平卧位,聚维酮碘 (碘伏) 消毒后铺无菌手术单。消毒范围为:上至锁骨、下至大腿中上 1/3,两侧达腋后线水平。广东省红十字会代表及在场人员默哀后,由 ICU 医师撤除呼吸机及升压药物等生命支持措施,至心电图提示心跳停止,血氧为零。此过程中在场人员不能触碰供者,心跳停止后需继续等待 2 min 的 “no-touch” 时间。

(二) 灌注液选择及保存

灌注液选择高渗枸橼酸盐腺嘌呤溶液 (HC-A 液,上海医药公司) 5 000 ml 和 UW 液

(the University of Wisconsin solution) 或 Celsior 液 2 000~3 000 ml。上述液体均提前保存在 4°C 冰水中。

(三) 手术步骤

1. 供肝评估:采用纵切口上至剑突,下至耻骨联合上方,横切内经脐水平至两侧腋后线的大“十”字形切口进腹。进腹后剪开肝圆韧带及镰状韧带,暴露肝脏,并迅速对肝脏作出初步评估,判断是否适宜作为供肝使用,并将无菌冰屑撒在肝脏及双肾周围降温。

2. 腹主动脉插管及快速灌注:初步评估供肝合适后,迅速开始腹主动脉插管。用生理盐水湿沙布将骶骨上缘肠管向周围拨开,剪开后腹膜,迅速于脊柱左侧找到腹主动脉下段,尽量靠近髂总动脉分叉处上方迅速分离腹主动脉下段 $1 \sim 2 \text{ cm}$,并过两条 10 号丝线,靠近髂总动脉分叉处结扎腹主动脉远端,近端暂时予血管钳钳夹以控制出血,剪开腹主动脉前壁约周径 2/3,向近心端插入改良的尿管 $12 \sim 15 \text{ cm}$,将气囊充水 $15 \sim 20 \text{ ml}$ 以阻断胸主动脉,避免灌注液流向心脏,增加肝脏和肾脏的灌注量,丝线结扎固定尿管后,立即开启灌注液行腹主动脉灌注,灌注液为 4°C 的 HC-A 液 2 500 ml,灌注压约 $100 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($1 \text{ cmH}_2\text{O}=0.098 \text{ kPa}$)。在分离好的腹主动脉下段右侧迅速游离下腔静脉,同法插入引流管,将灌注液及血液引流至体外,避免影响手术操作视野。

3. 门静脉插管及快速灌注:为了避免损伤门静脉主干,门静脉插管常规经肠系膜上静脉插入。腹主动脉插管完成后,助手将横结肠向头侧提起,于横结肠系膜根部分离出肠系膜上静脉 $1 \sim 2 \text{ cm}$,分别过两条 10 号丝线,远端结扎,近端剪开血管前壁约周径 1/3,向门静脉方向插管,插入门静脉灌注管长度约 5 cm ,注意插管深度不要过浅亦不要过深以免插入门静脉分支,丝线结扎固定后迅速开启灌注液灌注,灌注液为 4°C 的 HC-A 液 2 500 ml,灌注压约 $100 \text{ cmH}_2\text{O}$ 。再次评估供肝和供肾的质量,检查灌注速度及肝脏肾脏质地、温度及色泽变化,以保

证灌注有效。明确供肝肾适宜移植后,于腹主动脉、门静脉分别再灌注 UW 液或 Celsior 液各 1 000 ml。

4. 胆道灌注:剪开胆囊底部,吸引器吸尽胆汁,用装满 4℃ HC-A 液的 50 ml 注射器反复冲洗胆道,直至胆囊中抽出的液体变清,10 号丝线结扎。

5. 肝肾联合快速切取:器官灌注完成后,在双侧髂窝处找到双侧输尿管,靠近膀胱处剪断输尿管,小弯血管钳夹输尿管断端,助手向上提起,钝性分离约 10 cm,后放置显眼部位以避免后续操作损伤。助手提起回盲部,紧靠结肠壁将升结肠、结肠肝曲及横结肠离断结肠系膜,离断胃结肠韧带,沿左侧结肠旁沟将降结肠、乙状结肠和结肠脾曲离断结肠系膜,将结肠移出腹腔。分别切断脾胃韧带、脾结肠韧带、脾肾韧带和脾膈韧带,游离胰腺和脾脏。沿回盲部逆行离断小肠系膜至 Treiz 韧带远端水平,将所有肠管移出供体左下腹壁切口外,游离十二指肠,离断胰头及肠系膜根部,用装有 4℃ HC-A 液的 50 ml 注射器接平针头插入胆总管断端冲洗胆道。助手将胃向左侧牵引,沿胃小弯侧游离肝胃韧带及食管,沿食管剪开膈肌,术者于膈肌上方切断胸主动脉和肝上下腔静脉,予大弯血管钳夹住腔静脉和胸主动脉作为牵引,自腹主动脉插管处切断腹主动脉,分离下腔静脉,于肾静脉下端切断下腔静脉,顺逆结合法紧贴脊柱沿下腔静脉和主动脉后方将肝脏、双侧肾脏、胰腺和脾脏从后腹壁整块游离,紧贴脊柱向上游离、剪开肾周及肝周后腹膜组织及膈肌,将肝、肾联合切取。器官切取后再次检查器官灌注是否满意,如有必要继续离体灌注。

6. 肝肾快速分离:将整块切取的器官放入肝锅内,将离体的器官翻转,术者及助手用血管钳将腹主动脉后壁展平,正中剪开腹主动脉后壁,仔细辨认双侧肾动脉开口及肠系膜上动脉、腹腔干开口后,游离剪开双侧肾动脉与肠系膜上动脉、腹腔干开口的腹主动脉片。此时,助手双手抱住双肾及肾动脉所在的腹主动脉片向下牵拉,术者左手托起胰腺、肝脏及肠系膜上动脉、腹腔干开口的腹主动脉片,右手以剪刀沿胰腺下缘,双肾上腺上缘处,剪开肝肾间组织,完成肝肾快速分离。完成肝肾快速分离后,将切取及分离的肝脏、肾脏分别或一起置入装有 4℃ 的 UW 液器官保存袋内浸浴,并保存在冰水混合物的保温冷藏箱内。常规切取双侧髂动

脉、静脉备用。

三、观察指标

分析供者临床资料及器官移植手术完成情况,追踪移植后的器官质量和移植手术疗效。

结 果

供者器官的热缺血时间中位数为 5 (1~10) min,器官切取手术顺利,器官切取手术时间 30 (22~48) min。本组共获取 192 个器官,其中 180 个器官成功用于移植,包括肝移植 58 例,肾移植 118 例,肝肾联合移植 2 例;12 个器官被弃用,分别为重度脂肪肝 1 例、肝脏撕裂伤 1 例、肝纤维化 2 例,因急性肾衰竭弃用 4 例共 8 个肾脏。60 例供肝中肝动脉变异发生率为 17% (10/60),70% (7/10) 的变异动脉起自胃左动脉和肠系膜上动脉。肝移植手术方式为附加腔静脉整形的改良背驮式肝移植 58 例,经典原位肝脏移植 2 例。所有移植手术均顺利完成,移植器官的功能恢复良好,术后仅 1 例出现原发性移植肝无功能。究其原因,考虑与供者在器官获取前出现心跳骤停 2 次,缺血-再灌注损伤引起移植肝功能不良有关。

讨 论

肝移植是终末期肝病的唯一有效治疗方法。目前我国供体的匮乏促使移植医疗机构重新转向 DCD 供体,以扩大供体来源。中国肝移植注册系统 (China Liver Transplant Registry, CLTR) 的数据显示,从 1993 年 1 月 1 日起至 2013 年 3 月 26 日,中国大陆累计实施肝移植术 24 025 例,其中 DCD 供肝肝移植 906 例,DCD 在一定程度上扩大了移植器官的来源^[1-3]。随着 DCD 供肝肝移植的逐步展开,其疗效日益凸显,通过严格筛选的 DCD 供肝可成为肝移植的重要来源。

为保证器官质量,缩短其热缺血时间,必须采用快速切取技术,开腹后首先尽快行低温灌注,然后游离切取器官并保存于低温环境中^[4]。这要求手术步骤简单、快捷,且要求操作者技术娴熟、动作迅速、准确,最大限度地减少器官的热缺血时间,才能确保器官切取手术的成功。结合以往的临床经验,笔者认为在手术过程中须注意以下问题:

1. 迅速评估器官质量:在行上腹部切口时,手术刀用力不要过猛,切开皮肤后可以使用组织剪逐

层进腹,以免手术刀片划伤肝脏左叶。进腹后,应迅速判断供体器官质量,尽管术前有超声或 CT 检查供体器官的质量,还应在肉眼直视下重新评估肝脏完整程度,有否严重不可修复的表面被膜撕裂伤或血肿,是否为脂肪肝及其严重程度,尤其是肥胖供者^[5]。对年龄较大的供者,特别是合并 HBsAg 阳性的供者,须注意肝脏纤维化程度^[6]。本组 1 例因重度脂肪肝,2 例肝脏纤维化,1 例肝脏严重撕裂伤而弃用。同时触诊肝脏,以排除肝脏内是否有肿瘤、结核等病变;剪开双肾脂肪囊,检查肾脏是否有多囊肾等病变,再决定是否行器官切取^[7-8]。

2. 充分快速有效的灌注:在行动脉系统灌注时,自制尿管前端的气囊内充水 15~20 ml 即可,以免气囊充水过多破裂。过大的气囊可能导致腹腔干和左右肾动脉开口堵塞而造成灌注不良。腹主动脉插管的深度一般为 12~15 cm^[9],结扎固定尿管的线结既要扎实又不要太紧,以免影响灌注速度。灌注高度一般在 100~120 cm 为宜,高压灌注会导致肝脏水肿、肝窦破裂及动静脉瘘的产生,而低压灌注会导致灌注不良^[10]。下腔静脉通畅的引流是充分有效灌注的必要条件,同时可保持术野清晰,尤其是针对肝脏热缺血时间较长的供者,可以先行下腔静脉插管引流减压,以避免循环衰竭后对肝脏有害的物质堵塞在肝脏,流出道引流管不要插入太深,其管口应位于肾静脉开口水平以下,以免压迫右肾动脉和阻塞肾静脉流出道而导致肾脏灌注不良。

门静脉插管是灌注的重要环节,也是切取过程中的限速步骤。通常经肠系膜上静脉插入门静脉灌注管,应避免过深而进入门静脉分支,影响对肝脏的灌注,插管的深度宜 5 cm 左右,可将左手放在网膜孔处以掌控管路的走向和深浅,适宜位置是在门静脉主干内,并以一悬空结固定,防止翻动时滑脱。同时在插管过程中助手不要过度牵拉肠系膜上静脉后壁的牵引线,管路的尖端应制成圆钝形,防止将管路插至门静脉血管鞘外,或管路尖端从门静脉后壁或侧壁戳出而损伤门静脉。

3. 快速肝肾联合切取:在游离胃肠道时,应避免损伤周围重要结构和组织,尤其是在分离胃小弯和胃窦、十二指肠时,助手适度牵拉胃肠道,保持一定的张力。术者在直视下尽量靠近消化道的管壁离断肠管,避免损伤其他重要结构和组织。尤其在分离十二指肠降段,注意切勿损伤右肾。如果不慎

剪破肠管,应立即用血管钳夹住破裂处,避免污染术野。肝肾的游离过程中,助手勿过分牵拉肝脏和双肾,以防肝脏被膜撕裂伤;双肾组织脆弱,尤其是瘦弱供者肾脏脂肪囊浅薄者,助手更应小心,防止肾静脉撕裂伤。在游离肝脏时,注意网膜或肠管组织粘连,应小心锐性分离,避免助手在牵拉过程中,撕裂肝脏被膜。另外,助手双手轻微牵拉抱起肝脏和双肾即可,切勿用力过猛^[11-12]。

4. 变异肝动脉的保护:因肝动脉解剖变异较多,以来源于肠系膜上动脉和胃左动脉的动脉解剖变异最为常见,所以其损伤发生率也较高^[13]。在器官切取过程中尽可能减少对肝动脉系统损伤和丢失的安全有效方法是肝肾联合切取后再分离,可避免损伤肠系膜上动脉和腹腔干来源的变异肝动脉;在切断肝胃韧带时应紧贴胃小弯,完整保留肝胃韧带,避免损伤胃左动脉来源的变异肝动脉^[14]。在肝肾分离时将腹主动脉后壁纵向垂直劈开,在直视下辨认双肾动脉、肠系膜上动脉、腹腔动脉干的开口,仔细辨认是否有出入肝的变异肝动脉,发现任何可疑血管应仔细追踪走向,避免变异肝动脉损伤和丢失。本组供体肝动脉变异发生率为 17%,远低于文献报道的 42%^[15]。

在本组 64 例 DCD 供体器官中,除 4 个肝脏及 8 个肾脏弃用外,其余器官均质量良好,手术切取过程顺利,未造成医源性损伤,移植后器官功能恢复总体满意。这说明在 DCD 供体器官获取中应用腹主动脉联合门静脉快速灌注肝肾联合快速切取法,适合血液循环状态不稳定或无心跳供者,可同时保护肝肾器官的质量,获取方法简单快捷、安全可靠^[16],近期移植疗效满意,值得在临床上推广。目前,DCD 供肝仍然被视为“边缘性供肝”,尽管它使供体数量总体上增加了 10%~20%^[17],但其发生原发性移植肝无功能及移植肝功能障碍的风险仍较大。

总之,在 DCD 器官切取手术中,快速灌注肝肾联合快速切取法是保证高质量供体器官和提高手术疗效的关键。

参 考 文 献

- [1] Elgharably H, Shafii AE, Mason DP. Expanding the donor pool: donation after cardiac death[J]. Thorac Surg Clin, 2015, 25(1): 35-46.

- [2] Zhang L, Zeng L, Gao X, et al. Transformation of organ donation in China[J]. *Transpl Int*, 2015, 28(4): 410-415.
- [3] Chang HL, Qu K, Liu C, et al. Liver transplantation using DCD donors: the current strategy to expand the organ donor pool in China[J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(7):1939-1940.
- [4] Doyle MB, Collins K, Vachharajani N, et al. Outcomes using grafts from donors after cardiac death[J]. *J Am Coll Surg*, 2015, 221(1): 142-152.
- [5] van der Hilst CS, Ijtsma AJ, Bottema JT, et al. The price of donation after cardiac death in liver transplantation: a prospective cost-effectiveness study[J]. *Transpl Int*, 2013, 26(4):411-418.
- [6] Firl DJ, Hashimoto K, O'Rourke C, et al. Impact of donor age in liver transplantation from donation after circulatory death donors: a decade of experience at Cleveland Clinic[J]. *Liver Transpl*, 2015, DOI: 10.1002/lt.24316[Epub ahead of print].
- [7] Xia W, Ke Q, Wang Y, et al. Donation after cardiac death liver transplantation: graft quality evaluation based on pretransplant liver biopsy[J]. *Liver Transpl*, 2015, 21(6): 838-846.
- [8] Ye H, Wang DP, Zhang CZ, et al. Pathological characteristics of liver allografts from donation after brain death followed by cardiac death in pigs[J]. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci*, 2014, 34(5):687-691.
- [9] Bae C, Pichardo EM, Huang H, et al. The benefits of hypothermic machine perfusion are enhanced with Vasosol and α -tocopherol in rodent donation after cardiac death livers[J]. *Transplant Proc*, 2014, 46(5):1560-1566.
- [10] Hessheimer AJ, Billault C, Barrou B, et al. Hypothermic or normothermic abdominal regional perfusion in high-risk donors with extended warm ischemia times: impact on outcomes?[J]. *Transpl Int*, 2015, 28(6):700-707.
- [11] Neyrinck A, Van Raemdonck D, Monbaliu D. Donation after circulatory death: current status[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2013, 26(3):382-390.
- [12] Schlegel A, Rougemont Od, Graf R, et al. Protective mechanisms of end-ischemic cold machine perfusion in DCD liver grafts[J]. *J Hepatol*, 2013, 58(2):278-286.
- [13] Brockmann JG. Liver damage during organ donor procurement in donation after circulatory death compared with donation after brain death[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(3):381-386.
- [14] Gruttadauria S, Foglieni CS, Doria C, et al. The hepatic artery in liver transplantation and surgery: vascular anomalies in 701 cases[J]. *Clin Transplant*, 2001, 15(5):359-363.
- [15] Frongillo F, Lirosi MC, Nure E, et al. Diagnosis and management of hepatic artery complications after liver transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2015,47(7):2150-2155.
- [16] Morrissey PE, Monaco AP. Donation after circulatory death: current practices, ongoing challenges, and potential improvements[J]. *Transplantation*, 2014, 97(3): 258-264.
- [17] Chan SC, Fan ST, Lo CM, et al. Toward current standards of donor right hepatectomy for adult-to-adult live donor liver transplantation through the experience of 200 cases[J]. *Ann Surg*, 2007, 245(1):110-117.

(收稿日期:2015-12-20)

(本文编辑:曾宇虹 杨扬)

傅斌生,唐晖,易述红,等. 心脏死亡器官捐献中器官获取的手术技巧 [J/CD]. 中华肝脏外科手术学电子杂志, 2016, 5(1): 11-15.