

# 肝移植术前影像学评价

陈卫霞, 周翔平, 李昌宪, 袁元, 毛芸

【中图分类号】R814.42; R445.2; R657.3 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2007)02-0114-05

肝移植主要用于治疗重症或终末期肝病, 早期肝细胞癌患者行肝移植术, 预后亦较好。术前需详细了解受体肝内有无占位性病变及其性质, 肝动脉、门静脉、肝静脉及胆道情况, 侧支循环血管开放程度、部位, 肿瘤有无肝外转移等<sup>[1]</sup>, 以帮助抉择是否合适行肝移植并制订详细的手术方案。

活体供肝移植在一定程度上缓解了肝源紧张的情况, 其临床应用已经积累了一些经验, 术前需了解供体肝脏体积, 肝实质有无异常, 肝动脉起源及分支有无变异, 肝门静脉分支及其供血范围, 肝静脉汇入下腔静脉的方式等<sup>[2,3]</sup>, 以帮助选择合适的供体、制订详细的肝叶切除计划, 最大限度降低手术风险和术后并发症。影像学检查在受体与供体的评价方面均发挥了重要作用, 外科手术的发展对影像学的需求增多、要求提高, 因此, 影像诊断医师应明确临床的需求。本文详细介绍肝移植受体及活体肝移植供体术前影像学检查应重点观察的内容, 且这些影像学评价方法和指标也适用于因肝脏肿瘤等病变需行肝叶切除的患者<sup>[4]</sup>, 如术前测量肿瘤切除体积、残肝体积, 评价肿瘤与肝静脉、门静脉、下腔静脉及肝门区血管、胆管的关系, 以及肿瘤与邻近组织器官的关系等, 可以帮助临床制订详细的手术计划。

## 肝移植受体术前影像学评价

### 1. 肝实质

肝硬化程度: 需详细分析肝脏体积, 各叶比例, 尾叶增大程度及与下腔静脉的关系。如尾叶明显增大、包绕下腔静脉的病例, 则肝移植术中暴露下腔静脉和切除位于下腔静脉后方的肝组织难度增大。因此对需保留下腔静脉的患者, 应准确评估肝尾叶增大的程度及与下腔静脉的关系。

肝内占位性病变: 终末期肝病合并肝内良性肿瘤不影响肝移植的实施。但如果合并恶性肿瘤, 则肿瘤的大小、数量及其解剖部位决定是否适合接受肝移植。因为恶性肿瘤易复发和远处转移, 选择病例应兼顾延长患者生存期、提高生活质量和减轻经济负担、合理利用供肝资源。根据国内外积累的经验, 胆管细胞癌, 尤其是肝门胆管癌, 由于复发率高、较早发生区域淋巴结转移, 一般不选择肝移植。对肝细胞癌患者, 可参考文献<sup>[5,6]</sup>提出的标准(表 1)选择肝移植受体。术前根据患者的 CT、MRI 表现, 结合乙肝病史、血清 AFP 水平、反复发作的慢性胆管炎病史等, 可鉴别肝细胞癌与胆管细胞癌<sup>[7,8]</sup>。

肝细胞癌患者合并腹腔及腹膜后淋巴结肿大并非肝移植

表 1 肝细胞癌肝移植参考指标

项目	指标
适应证	I 期: 单个病灶, 病灶直径 < 1.9 cm II 期: 单个病灶, 病灶直径 > 2 cm 且 < 5 cm; 或最多 3 个病灶, 每个病灶直径 < 3 cm
相对禁忌证	单个病灶直径 > 5 cm, 多个病灶但直径均 < 3 cm, 无肝外转移, 门静脉、肝静脉癌栓形成
绝对禁忌证	肝外转移

的禁忌证, 由于我国肝细胞癌患者大多数有乙型肝炎、肝硬化的基础, 淋巴结肿大发生率较高, 因此, 不能以淋巴结的大小作为判断是否有肿瘤转移的依据<sup>[9-11]</sup>, 但 CT、MR 增强扫描显示增大的淋巴结在动脉期强化, 则提示为转移。

### 2. 门静脉

门静脉血栓: 接受肝移植术的患者中门静脉血栓发生率为 2.1%~13.0%, 门静脉血栓已不再是肝移植禁忌证, 但其存在增加了手术难度, 术后并发症和病死率升高, 而且门静脉血栓范围和部位亦影响手术方式的选择<sup>[12-14]</sup>。如慢性门静脉血栓或门静脉管径小于 4 mm, 根据供肝门静脉长度、管径等情况, 有多种血管吻合方式可供选择, 如受体脾静脉-肠系膜上静脉汇合处吻合, 或与肠系膜上静脉或脾静脉吻合等; 此外, 肝硬化患者可能存在自发门-体交通或过去曾行门-体分流术, 需要在肝移植过程中作相关处理, 如血栓切除、血管重建等; 门静脉钙化虽然少见, 但可使血管吻合困难甚至失败。因此, 术前应准确评价血栓范围和侧支循环血管开放程度, 测量脾静脉、肠系膜上静脉直径, 以便制订供体-受体门静脉吻合方式(图 1、2)。

门静脉高压: 门静脉高压、侧支循环开放, 可能导致手术中大量出血、术后移植肝血供不足等, 因此, 术前应重点了解侧支循环开放程度和部位<sup>[15]</sup>, 以帮助选择合适的病例并制订详细的手术方案。如: 门静脉海绵样变时术前应选择好与供肝门静脉吻合的血管, 肝周、下腔静脉周围静脉曲张时应注意术中结扎以减少出血, 其它区域, 如腹膜后间隙、食管胃底、脐周围静脉曲张, 脾肾静脉自发交通等, 可能影响术后移植肝的血供。

### 3. 肝静脉、下腔静脉

肝静脉或/和下腔静脉内是否有癌栓、血栓形成, 是判断能否进行肝移植的重要指标之一, 并影响供体和受体相应血管吻合的部位和方式。因此, 术前应详细了解肝静脉、下腔静脉内有无栓塞并判断其性质。CT、MRI 检查应包括增强后横断面扫描和肝静脉、下腔静脉成像。

### 4. 肝动脉

肝动脉起源存在一些发育变异, 如右肝动脉起源于肠系膜上动脉、左肝动脉起源于胃左动脉等, 术前详细了解有无肝动

作者单位: 610041 成都, 四川大学华西医院放射科(陈卫霞、周翔平、李昌宪、袁元); 400016 重庆, 重庆医科大学附属第一医院放射科(毛芸)

作者简介: 陈卫霞(1964—), 女, 四川人, 博士, 副主任医师, 主要从事腹部影像诊断及研究工作。

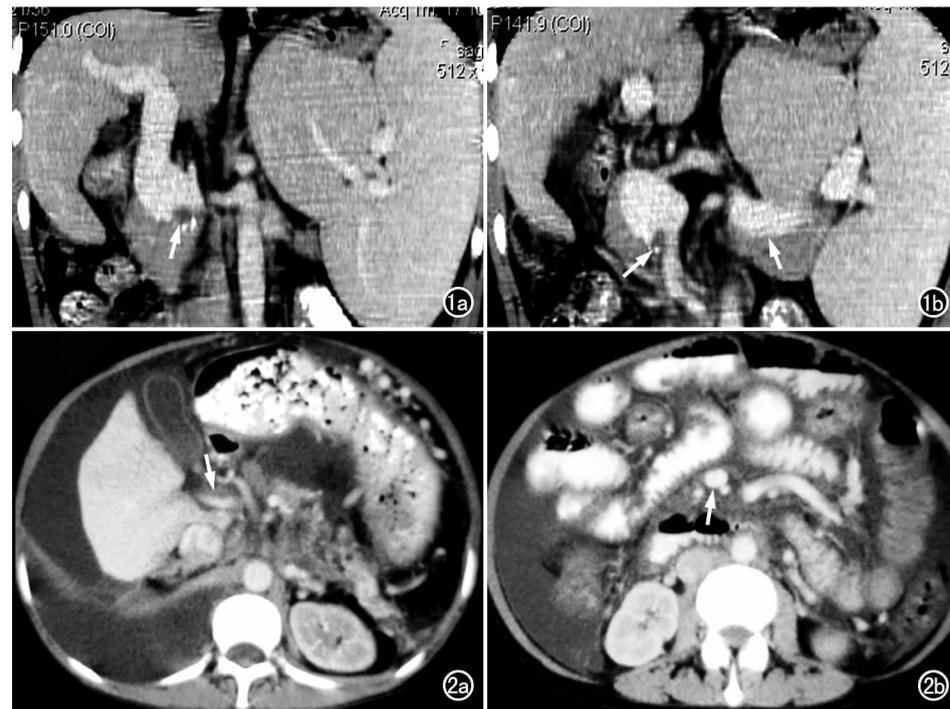


图 1 门静脉扩张、血栓形成。a) 门静脉期 CT 增强扫描冠状面重组图像示门静脉主干全程显示清晰,起始部扩张并血栓形成(箭); b) 稍后方层面示肠系膜上静脉与脾静脉汇合处扩张、血栓形成(长箭),脾静脉增粗(短箭)。图 2 终末期肝硬化,腹腔大量积液,右侧胸腔积液,门静脉主干及肠系膜上静脉广泛血栓形成,原位肝移植术中采用门-腔半转位。a) 门静脉期 CT 增强扫描示门静脉主干腔内充盈缺损(箭),胃周侧支循环血管开放; b) 稍下方层面示肠系膜上静脉稍增粗(箭),其内可见点状稍低密度影,提示血栓形成。

脉起源变异、肝动脉瘤等,有利于术中分离、减少出血及供体-受体肝动脉吻合方式的选择。肝动脉长度、管径大小决定是否需要血管重建。

腹腔动脉起始部可在横断面清晰显示,由于其近段呈倾斜走行,容积再现重组图像显示较佳,但对管径的测量不准确。主动脉硬化常发生于近、中段,可引起腹腔动脉狭窄,导致术后移植肝血供不足。弓状韧带是膈肌脚汇合的一种变异,可压迫腹腔动脉,如出现此种情况,则需在术中进行分离以减轻对血管的压迫,保证术后移植肝的血供。

脾动脉:肝硬化患者脾动脉血流增加,在门静脉高压的共同作用下,可发生脾动脉瘤,需术中结扎以防止出血。

#### 5. 肝内动-静脉短路

对曾经作过经颈静脉门-体分流术或以减轻门静脉高压为目的的其它门体分流术的受体,影像学评价应明确支架的位置、有无移动,相应的血管有无狭窄、瘤样扩张等。支架位于下腔静脉可引起静脉壁炎症、疤痕、狭窄,位于肝外门静脉可引发内膜疤痕、门静脉假性动脉瘤等,均可使手术难度增大,甚至不能作肝移植。

#### 6. 胆管

术前对胆道系统的影像学评价应重点观察胆囊管与肝总管汇合部位、胆总管的长度、迷走胆管,以确定供体-受体胆管吻合的部位和方式,避免术中胆道损伤、减少术后并发症。如为

恶性肿瘤,应观察肝外胆管是否受侵犯等。

#### 7. 肝外组织、器官

对肝脏恶性肿瘤患者,术前应作全面的影像学检查,了解肝外组织器官有无转移,尤其应仔细观察腹膜、网膜有无种植转移。

#### 活体供肝移植术前供体评价

活体供肝移植术后应保证供体和受体肝脏的血供、代谢功能,肝脏体积大小、肝动脉起源及其分支、门静脉分支、肝静脉及副肝静脉、胆道系统解剖特征等,是决定能否作为供体并保证术后供体、受体肝功能满足各自需求的关键因素,也是避免或减少术后并发症的关键。

##### 1. 肝脏体积测量

包括肝脏总体积、各肝叶体积,包括或不包括经肝中静脉引流的相应肝右叶体积,按照手术计划切取肝叶后剩余肝叶的体积(图 3)。

##### 2. 肝实质

供肝有无肝脏灶性病变,如:存在恶性肿瘤不能作为供肝,良性肿瘤的性质、大小,其它良性占位性病变如肝囊肿等的大小、数量、部位等,有无脂肪肝及其程度,肝脏其它异常等。

##### 3. 肝静脉

应详细了解供肝肝静脉的情况,如肝静脉汇入下腔静脉的方式,右肝静脉和中肝静脉有无变异及其引流区域,副右肝静脉部位、数量等,以便制订详细的手术计划、减少术中出血和术后并发症。据文献<sup>[16]</sup>报道,右副肝静脉发生率约为 6%。右副肝静脉的存在,需在肝叶切取术中预先进行结扎、再与受体的下腔静脉进行吻合,因此增加了手术的难度。如果有多支右副肝静脉且较粗大,右肝和中肝静脉共干后再汇入下腔静脉,或肝静脉以多数相对较小的分支汇入下腔静脉,则不合适作为肝移植的供体(图 4~6)。

##### 4. 门静脉

门静脉分叉的解剖特征、有无变异决定肝叶切除的方式。如门静脉于肝门处分为左、右两支进入肝脏或分为左、中、右三支进入肝脏,其分支解剖特征决定是否合适作为供体,以及肝叶切除、供肝与受体血管的吻合方式。如门静脉右前支起源于左支远侧,则切取肝左叶后可能影响肝右前叶和尾叶的血液供应;但从门脉右前支发出以远处切除肝叶,则可避免对肝右前叶和尾叶血供的影响。据文献<sup>[17]</sup>报道,约 20% 潜在的活体肝移植供体因门静脉变异而不合适作为供体。

术前影像学评价应测量潜在吻合口处门静脉管径,因为门

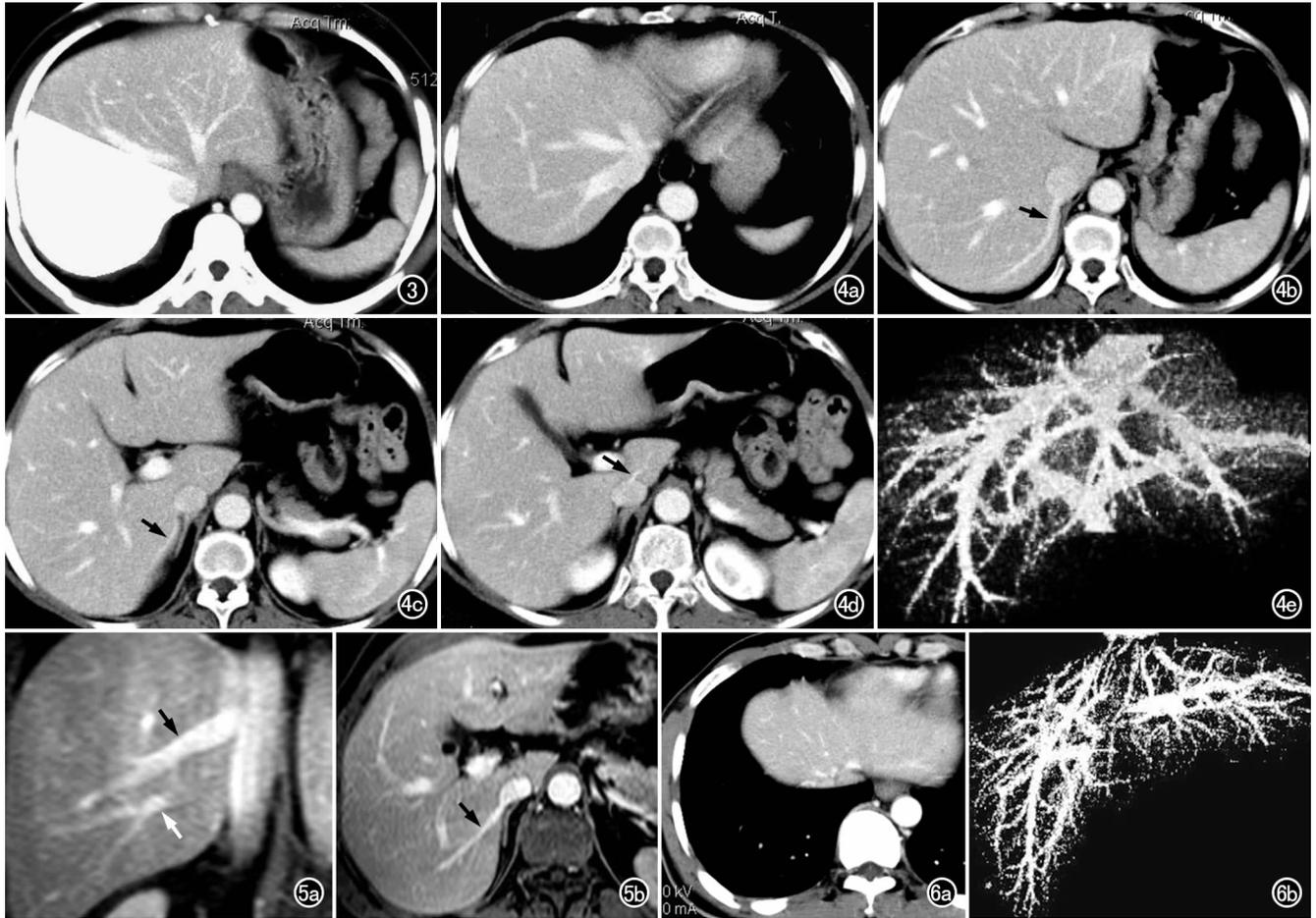


图3 供肝右叶体积测量。门静脉期CT增强扫描第2肝门层面图像,示白色区域为人工勾画的肝右叶范围,不包括肝中静脉,逐层累加即可得肝右叶体积。图4 供体,54岁女性,2支副右肝静脉、尾叶静脉分别汇入下腔静脉,切取肝右叶时先行结扎,植入受体后分别与下腔静脉吻合。a) 门静脉期CT增强扫描第二肝门平面,示左、中、右三支肝静脉汇入下腔静脉,且右肝静脉较粗大,有利于植入受体后与下腔静脉吻合。肝右叶包膜下小囊肿;b) 肝门上方层面,示右副肝静脉(箭)汇入下腔静脉;c) 肝门平面,示另一支右副肝静脉(箭)汇入下腔静脉;d) 稍下方层面,示尾叶引流静脉(箭)汇入下腔静脉;e) 静脉期采集数据VR重组图像,示肝静脉以左、中、右三支汇入下腔静脉,2支副右肝静脉未显示。图5 供体,MRI增强扫描显示右副肝静脉较粗大(黑箭),引流肝右叶后下段区域,并可见门静脉右后支(白箭)。a) 冠状面图像;b) 横断面图像。图6 肝静脉以多数细小分支汇入下腔静脉,不能作为供体。a) 门静脉期CT增强扫描,于第二肝门平面显示肝静脉为多个细小分支;b) MIP重组图像示肝静脉为多个细小分支汇入下腔静脉。

静脉管径大小不仅与供体-受体门静脉吻合方式有关,并可能影响术后影像学评价的准确性。如供体门静脉管径小于受体,术后影像学评价时则应注意与吻合口狭窄相鉴别(图7、8)。

### 5. 肝动脉

肝动脉起源及其分支情况,亦是决定肝叶切取的关键因素之一。术后受体肝动脉血供充足,才能保证移植肝存活、避免胆道系统缺血坏死。因此,术前应详细了解供体肝动脉起源有无变异及其供血范围。右肝动脉起源于肠系膜上动脉的发生率约11%,左肝动脉起源于胃左动脉的发生率约10%,副右肝或左肝动脉的发生率约8%。如果肝尾叶动脉起源于右叶动脉,则手术时应注意保存该动脉,以保证肝尾叶的血供和肝功能。因此,如果供体存在这些血管变异,则增加了肝叶切取的难度甚至不能作为供体(图9)。

此外,尚需了解腹腔动脉干、脾动脉、肝总动脉和肝固有动脉、肠系膜上动脉有无解剖变异、动脉瘤、狭窄等,动脉硬化所致腹腔干狭窄则不能作为供体。

### 6. 胆管

肝移植术后胆道系统并发症发生率高且是影响患者远期生存的重要因素。胆道系统变异较多,而胆道系统变异或其它异常可能增加切取肝右叶的难度、甚至不适合作为活体肝移植的供体,也可能出现术后供体或/和受体胆汁漏。因此,术前影像学检查应详细了解左右肝管汇合的部位、胆囊管与肝总管汇合的部位、有无迷走胆管等解剖变异及胆道系统异常<sup>[2]</sup>,如是否存在左叶或右叶部分肝段的胆管汇入肝总管、右肝管汇入左肝管等情况,以帮助确定肝叶切取的方式、制订胆道吻合方案,如胆管-胆管吻合、肝管-空肠吻合等。其它病理状态包括有无

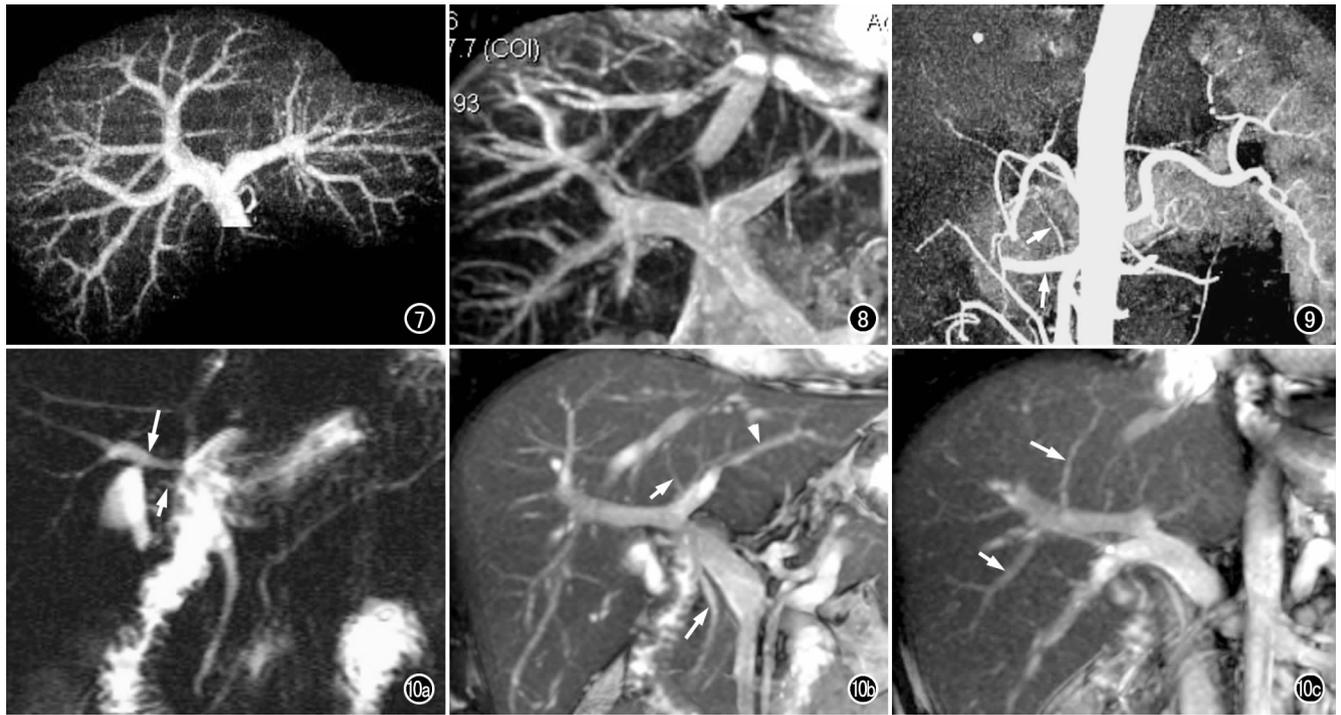


图 7 门静脉期 CT 增强扫描 MIP 重组图像, 清晰显示门静脉主干及其左、右支和肝内分支。图 8 3D True FISP 序列 MIP 斜冠状面薄层重组图像, 清晰显示门静脉主干及其肝内 3 级分支和左、中、右肝静脉及其肝内属支。图 9 动脉期 CT 增强扫描 MIP 重组图像, 示右肝动脉(短箭)起源于肠系膜上动脉(长箭)。该例为供体, 切除肝左外叶给受体, 故右肝动脉起源变异不影响手术方式。图 10 供体胆道系统变异。a) MRCP 图像上肝外胆管和肝内胆管 3 级分支均清晰显示, 肝内胆管以左、中、右 3 支于肝门处汇合, 右后支肝管(长箭)汇入位置较低, 胆囊管(短箭)汇入肝总管; b) True FISP 序列 MIP 冠状面薄层重组图像清晰显示门静脉、肝外胆管(长箭)、左内叶肝内胆管分支(短箭)和左外叶肝内胆管分支(箭头); c) 稍前方层面 MIP 图像清晰显示右前叶肝内胆管分支(长箭)和右后叶肝内胆管分支(短箭)。

合并胆结石、胆管炎等(图 10)。

## 7. 腹部组织、器官

术前需了解有无腹腔和腹膜后淋巴结肿大, 腹腔和腹膜后静脉曲张及其它病理改变。

## 肝移植术前影像学评价方法的选择

### 1. 肝脏体积测量

CT、MRI 均可用于肝脏体积的测量<sup>[3,18]</sup>。CT 扫描一般选用门静脉期增强图像, 在连续的横断面图像上, 人工勾画出欲测量区域每一层面的边缘, CT 机所带软件将自动计算出每一层面的面积、选定区域的体积及上下径线。如术前影像学评价采用 MRI 检查, 则肝脏体积的测量应选择在增强后门静脉期 T<sub>1</sub>WI 脂肪抑制序列图像上进行, 测量步骤与 CT 相似。

### 2. 肝实质

CT、MRI 平扫及注射对比剂后动脉期、门脉期双期扫描, 对肝硬化患者, MRI 发现肝内结节性病灶的敏感性、定性诊断符合率均高于 CT。

### 3. 肝血管

注射对比剂后多排螺旋 CT 动脉期、门静脉期横断面扫描薄层重建, 分别观察肝动脉、门静脉和肝静脉, 并作 CTA, 血管重组方法包括最大密度投影(maximum intensity projection,

MIP)、容积再现(volume rendering, VR)、曲面重组(curved planar reformation, CPR)、多平面重组(multiplanar reformation, MPR)等。CTA 能准确显示肝动脉、门静脉及肝静脉, 多数情况下可代替 DSA。MRI 横断面、冠状面和矢状面直接成像结合 MRA 有利于显示肝内血管, 斜冠状面成像显示肝静脉更清晰。MRA 可选用冠状面屏气二维时间飞跃成像序列(two-dimensional time-of-flight sequence, 2D TOF), 增强后动脉期和门静脉期冠状面内插法三维扰相梯度回波(three-dimensional spoiled gradient-echo, 3D SPGR), 3D 内插法容积采集屏气检查(volumetric interpolated breath-hold examination, VIBE)血管成像序列, 3D 快速真稳态自由进动(true fast imaging steady-state precession, True FISP)血管成像序列。其中后两种方法对肝内外血管的显示更好。图像后处理技术与 CT 相同。CT、MR 扫描参数、对比剂用量及注射速率等依机器性能不同而有所差异。本文所用 CT 图片及相关扫描参数来源于 Siemens sensation 16 层螺旋 CT 机, 所用 MRI 图片、扫描序列及相关参数来源于 Siemens Sonata 超导型 1.5T 磁共振机, 可供参考。

当各种无创性血管成像技术如 CTA、MRA、US 均不能准确判断肝脏血管情况时, 应进一步选择 DSA 检查。

### 4. 胆道系统

评价胆道系统影像学方法包括 ERCP、MR、CT 及 B 超,

MRI 优于普通 CT, 但静脉滴注胆影葡胺后 CT 胆道成像对肝内胆管分支及变异的显示优于 MR 胆道成像<sup>[19]</sup>。ERCP 有并发急性胰腺炎的可能, 且操作复杂, 供体不易接受, 对正常肝内胆管的显示较困难, 因此一般不用于供体术前胆系评价。作为供体者均为健康人、肝内外胆管无扩张, 而 B 超对正常肝内胆管的细小分支的显示较难。MR 冠状面 True FISP 薄层图像结合 MRCP 能清晰、全面显示胆道系统, 尤其应重视薄层系列图像连续观察胆道系统, 不能仅依据 MRCP。术前对胆道系统全面、精细的影像学评价, 有利于制订详细的手术方案。术中胆道造影更能全面、清晰显示胆道系统, 对迷走胆管的显示、减少术后胆汁漏尤其重要。

#### 参考文献:

- [1] Harpreet KP, Warren RM, Elliot KF. Liver Transplantation: Preoperative CT Evaluation [J]. *RadioGraphics*, 2001, 21 (suppl): S133-146.
- [2] Schroeder T, Nadalin S, Debatin JF, et al. Potential Living Liver Donors; Evaluation with an All-in One Protocol with Multi-detector Row CT [J]. *Radiology*, 2002, 224(2): 586-591.
- [3] Matthew JB, Ann SF, Richard AS, et al. Use of Imaging for Living Donor Liver Transplantation [J]. *RadioGraphics*, 2001, 21(1): 39-52.
- [4] Sahani D, Mehta A, Blake M, et al. Preoperative Hepatic Vascular Evaluation with CT and MR Angiography: Implications for Surgery [J]. *RadioGraphics*, 2004, 24(5): 1367-1380.
- [5] Redvanly RD, Nelson RC, Stieber AC, et al. Imaging in the Preoperative Evaluation of Adult Liver-transplant Candidates: Goals, Merits of Various Procedures and Recommendations [J]. *AJR*, 1995, 164(3): 611-617.
- [6] Rosen HR, Shackleron CR, Martin P. Indications for and Timing of Liver Transplantation [J]. *Med Clin North Am*, 1996, 80(5): 1069-1102.
- [7] Valls C, Guma A, Puig I, et al. Intrahepatic Peripheral Cholangiocarcinoma; CT Evaluation [J]. *Abdom Imaging*, 2000, 25(5): 490-496.
- [8] Chen WX, Min PQ, Song B, et al. Single-level Dynamic Spiral CT of Hepatocellular Carcinoma; Correlation between Imaging Features and Tumor Microvessel Density [J]. *World J Gastroenterol*, 2004, 10(1): 76-72.
- [9] 谢娜, 闵鹏秋, 陈卫霞. 肝细胞癌累及门腔间隙 CT、MRI 特征探讨 [J]. *临床放射学杂志*, 24(4): 328-332.
- [10] Dodd GD, Baron RL, Oliver JH, et al. Enlarged Abdominal Lymph Nodes in End-stage Cirrhosis; CT-histopathologic Correlation in 507 Patients [J]. *Radiology*, 1997, 203(1): 127-130.
- [11] Katyal S, Oliver JH, Peterson MS, et al. Extrahepatic Metastases of Hepatocellular Carcinoma [J]. *Radiology*, 2000, 216(3): 698-703.
- [12] Brancatelli G, Federle MP, Pealer K, et al. Portal Venous Thrombosis or Sclerosis in Liver Transplantation Candidates; Preoperative CT Findings and Correlation with Surgical Procedure [J]. *Radiology*, 2001, 220(2): 321-328.
- [13] Stieber AC, Zetti G, Todo S, et al. The Spectrum of Portal Vein Thrombosis in Liver Transplantation [J]. *Ann Surg*, 1991, 213(1): 199-206.
- [14] Busuttill RW, Shaked A, Millis JM, et al. One Thousand Liver Transplants; the Lessons Learned [J]. *Ann Surg*, 1994, 219(5): 490-499.
- [15] Choi SH, Goo HW, Yoon CH. Multi-slice Spiral CT of Liver Transplantation in Children; Pictorial Essay [J]. *Korean J Radiol*, 2004, 5(3): 199-209.
- [16] Van Leeuwen MS, Fernandez MA, Van Es HW, et al. Variations in Venous and Segmental Anatomy of the Liver; Two and Three Dimensional MR Imaging in Healthy Volunteers [J]. *AJR*, 1994, 162(6): 1337-1345.
- [17] Kamel IR, Kruskal JB, Pomfret EA, et al. Impact of Multidetector CT on Donor Selection and Surgical Planning before Living Adult Right Lobe Liver Transplantation [J]. *AJR*, 2001, 176(1): 193-200.
- [18] Sahani D, D'souza R, Kadavigere R, et al. Evaluation of Living Liver Transplant Donors; Method for Precise Anatomic Definition by Using a Dedicated Contrast-enhanced MR Imaging Protocol [J]. *RadioGraphics*, 2004, 24(4): 957-967.
- [19] Yeh BM, Breiman RS, Taouli B, et al. Biliary Tract Depiction in Living Potential Liver Donors; Comparison of Conventional MR, Mangafodipir Trisodium-enhanced Excretory MR, and Multi-detector Row CT Cholangiography-initial Experience [J]. *Radiology*, 2004, 230(3): 645-651

(收稿日期: 2006-05-30)