

计算机手术模拟系统指导累及肝门部巨大肿瘤的精准肝脏肿瘤切除手术

段于河¹ 董 蓓¹ 张 虹¹ 卢 云¹ 潘振宽² 陈永健³ 王国栋²
高 川³ 李晓飞⁴ 陈 鑫¹ 罗文娟¹ 赵庆凯¹

小儿肝脏肿瘤瘤体巨大,病理类型多,部位复杂,累及肝脏体积较大,且多累及肝门部或肝门部淋巴结、门静脉等,给手术带来了挑战。当肿瘤累及肝门部,尤其是累及多个部位时,术中易并发难以控制的大出血,在过去被认为是手术禁区。随着医学影像技术的发展,这类肿瘤从不可切除向可切除转变。近年来在三维成像的基础上发展起来的术前肝脏计算机手术模拟系统使这类手术更为精准。现介绍计算机手术模拟系统指导累及肝门部巨大肿瘤的精准肝脏切除手术如下:

一、术前准备

1. 完善术前检查,如血常规、血凝常规、血型、生化全套、肿瘤标志物等,术前纠正贫血、低蛋白血症,并按小儿肝脏计算机模拟手术的要求进行 CT 检查。

2. 根据影像学检查结果判断手术的可行性。常规 CT 检查:采用多螺旋 CT 动态增强薄层扫描,将动态增强图像资料在 CT 机上薄层重建为 1.25 mm 层厚(图 1A ~ B),在 CT 机自带工作站后处理软件利用最大密度投影(MIP)、多平面重组技术(MPR)、容积再现法(VR)进行三维重建(图 1C ~ D)。患儿经多螺旋 CT 增强扫描所获取的影像学资料,肝门区向下可以清楚地看到被强化了了的肝脏肿瘤影像,从 CT 上可判断肿瘤位于肝中叶(图 1C ~ D),累及肝门部,并且与门静脉的右支及主干关系密切,如何确定肿瘤与门静脉的关系也是手术决策的重要环节。依据此检查,可以清晰的判定患儿肝脏肿瘤累及肝门部,但本常规检查无法准确判断肿瘤与门静脉及其分支、肝动静脉之间的解剖关系,

对于手术是否能够顺利成功进行判断模糊。

小儿肝脏计算机手术模拟系统评估的准备:将螺旋 CT 动态增强 Dicom 格式的数据导入小儿肝脏计算机手术模拟系统(SYNAPSE VINCENT 及 Hisense Gemini 3D Medical Image Reconstruction and Operation Simulation System)进行实时虚拟成像(图 2A ~ B;图 3A ~ F),详细了解肿瘤的大小、位置、界限及其与正常肝脏组织之间的解剖关系,判断出肝动静脉、门静脉的走形及肿瘤与血管的关系,计算出肿瘤所占据肝脏的体积比,模拟手术切除瘤后剩余肝脏的体积比,以求在术前能够准确评估肿瘤成功切除的可能性及指导手术具体步骤。

二、应用计算机手术模拟系统设计切除肝脏肿瘤方案

应用小儿肝脏计算机手术模拟系统,将肝脏、肝脏肿瘤、肝内血管的图像分割及三维重建;根据 Couinaud 肝脏分段理论,划分肝内血管分布区域,计算出不同血管分布区域的体积,并辅以不同的色彩来表示不同区域的分段及血液供应。在重建好的三维立体图像上,可以通过旋转、更改色调以更为清晰地分辨出肿瘤与周围正常肝脏组织之间的解剖关系(图 2A ~ B;图 3A ~ F)。将肝脏透明化处理后可良好显示肝肿瘤与肝内血管,肿瘤的大小、位置、数目一目了然,血管走向清晰,肿瘤与血管的三维空间毗邻关系能从各个角度显示。结合作者所治疗患者 1 例详解模拟手术过程:结合旋转图像,肝肿瘤位于肝中叶,累及肝门部,可预设计是否能行肝中叶精准切除。从 3D 图像上可以看到绿色区域所代表的肿瘤组织与肝内动脉、静脉、门静脉的关系及血管的走形;从图像上可以看到门静脉的主干(图 2A、图 3A 箭头所示②)与肿瘤有一定距离,判断手术可以顺利进行,通过旋转图像,发现门静脉右支主干被浸润(图 3B 箭头所示),手术需要切断门静脉右支主干,此时模拟切除后肝右叶缺血,因此之前设计肝中叶切除手术方案不可行。经软件测定可以得到全肝

doi:10.3969/j.issn.1671-6353.2013.05.024

作者单位:1,青岛大学医学院附属医院小儿外科(山东省青岛市,266003);2,青岛大学信息工程学院(山东省青岛市,266003);3,海信集团有限公司(山东省青岛市,266003);4,青岛大学医学院附属医院放射科(山东省青岛市,266003);通讯作者:董蓓,E-mail: dyhe5021501@126.com

体积约为 632 mL, 肿瘤体积(标记①)大小约为 95 mL, 占肝脏体积的 15.1%。设计将肿瘤及门静脉右支所支配区域(标记⑥)的肝脏切除, 体积为 318 mL(50.3%)(图 3E)。根据此手术设计, 发现患者门静脉右支主干发出分支支配门静脉第二供血区(标记⑦)肝脏组织表现为缺血, 体积为 55 mL(8.7%), 因此, 手术中一并将此段肝脏切除(图 3F)。综合多次模拟, 手术方案可设定为右半肝切除(图 10、11)。由软件测得残余肝脏体积为 259 mL(40.9%)。

通过虚拟肝脏手术, 可预先对手术进行反复模拟, 进行切肝过程仿真, 显示各种预切除方案的肝断面及余肝体积、需切除或保留的肝内管道、余肝淤血和缺血区域, 通过改变手术切除界限, 选择既能完整切除肿瘤又能最大程度保留余肝体积的最优化手术切除方案(一般保留剩余肝脏体积比 20% 以上)。

三、计算机手术模拟系统指导精准瘤肝切除

1. 麻醉方式与体位: 采用全身麻醉, 可为气管内插管气体吸入麻醉或气管内插管-静脉复合麻醉。巨大肝脏肿瘤切除时可一并采用低温麻醉。取仰卧位, 腰部略垫高。如肿瘤位于肝脏右叶, 右侧腰背部垫高 45°。

2. 切口选择: 根据肝脏肿瘤不同位置, 取偏左或偏右的双侧肋缘下“人”字形切口进腹腔(图 4)。

3. 肿瘤探查: 按照小儿肝脏计算机手术模拟系统术前的模拟, 充分游离需要切除部位肝脏周围的韧带, 探查肿瘤大小、具体位置及与周围脏器的关系。进一步探查肿瘤与第一、二、三肝门的关系, 确定肿瘤切除的可能性。充分暴露肿瘤, 术中判定其与门静脉主干仅为压迫关系而无浸润、估计切除后剩余肝脏能够代偿(一般应保留剩余正常肝脏在 20% 以上), 确定为肿瘤可切除。此时再估计发生肝静脉或腔静脉损伤危险性较大的病例, 尽可能游离肝上、下腔静脉, 肝上腔静脉不能暴露者仅游离肝下腔静脉, 预置阻断带备用, 需要时才阻断腔静脉(图 5)。

4. 解剖肝门: 术中结合术前模拟 3D 动态图像及设计方案, 根据模拟手术方案设计切割线, 先切断、结扎胆囊管及胆囊动脉后, 即可清晰显露并解剖第一肝门(图 6), 切除肝右叶的肝动脉分支、门静脉右支, 结扎切断相应肝管。细心处理肿瘤与第三肝门的关系, 完全解剖分离、结扎相关肝短血管。术中遇到肝短静脉直接连接肿瘤, 甚至肝短静脉也极为粗大, 处理时需要特别小心。然后处理第二肝门, 仔

细分离、解剖肝静脉进入腔静脉处, 显露相应肝静脉后再结扎切断对应的肝静脉, 需要注意的是肝左静脉与肝中静脉在汇入腔静脉时经常共干, 易发生结扎不全而出血或过多结扎而造成多余的损伤。如术前影像学检查提示共干时, 可在静脉出肝前在肝内解剖结扎相应肝静脉。

5. 瘤肝切除: 根据小儿肝脏计算机手术模拟系统所设计方案, 术中通过实时对应术前模拟, 寻找切肝过程中的血管, 将所有预计切除的肝脏范围的动、静脉及胆管处理后, 以电刀划出切离线, 运用超声吸引装置——CUSA 切除肝脏(图 7), 逐一结扎肝内血管, 右半肝或右三叶切除者在肝内结扎切断肝右静脉, 并注意同时结扎切离部位的胆管系统。为减少术中出血, 瘤肝切离过程中可阻断第一肝门, 一般不必超过 15 min。本文举例患儿在术中通过实时监测、对应术前模拟方案, 证实肿瘤将门静脉右支主干及其远段浸润, 仅保留门静脉右支主干近端长约 6 mm, 如想完整切除肿瘤, 必须将门静脉右支主干切断, 证实了术前手术模拟方案的精确性。

6. 断面处理: 用热盐水纱布垫压敷肝断面, 松开肝门阻断, 应用氩气刀电凝创面彻底止血。查无出血及胆瘘后, 用温盐水冲洗创面, 局部喷涂止血蛋白胶。小儿肝脏柔软, 肝断面可进行部分性拉拢缝合, 游离的创面可用一片大网膜覆盖, 并用 3-0 可吸收线缝合固定。将已切断的镰状韧带及肝圆韧带重新固定于原位置, 以防术后发生肝下垂(图 9)。

7. 放置引流管及关闭切口: 肝脏断面处放置 F14 硅胶管作为腹腔引流管, 经右上腹戳孔引出, 固定, 逐层缝合切口。

四、手术中失误防范及经验

1. 术中血管损伤大出血: 大出血可因为对肝脏解剖不够熟悉, 肿瘤体积大, 暴露欠佳, 以及操作中损伤血管造成的。小儿肝脏计算机手术模拟系统可以帮助医生在术前了解患者的肝脏解剖结构, 在模拟手术方案的过程中, 可预知切除肝脏时所遇到的血管, 因此术前要充分的研究影像学资料。术中遇到出血, 不必强行止血, 否则易使破口越来越大、出血加重, 可暂用纱布垫压迫止血, 改从远离肝静脉一侧切肝, 最后再切除肝静脉一面, 待移去肿瘤后止血可变的简单易行。

2. 对血循环的影响: 术中要尽量减少对肝脏的牵拉, 术中分离肿瘤牵拉肝脏致下腔静脉发生扭曲、压迫, 使回心血量减少, 而发生低血压、心率加快等循环紊乱; 阻断肝门时回心血量减少导致血压下

降更明显。

3. 肝断面出血：在切除肿瘤后去除肝门阻断带，肝断面可有较广泛的渗血。若有小静脉或动脉出血点，可用丝线缝扎止血。若有小的渗血，也可用盐水纱布按压肝断面，或电凝止血。

4. 低体温：由于肝脏手术暴露范围广、创伤打击大，极易引致低体温。术中要注意调节好室温，可使用变温毯或暖风机等措施以防低体温发生。

5. 巨大肝肿瘤切除者，要预防肝代谢异常导致低血糖、低蛋白血症和低凝血酶原血症。

6. CUSA 断肝可以非常仔细地解剖出细小的血管(图 7、8)，显著减少手术中的出血量，从而减少术后肝功能衰竭的发生率。同时最大限度保留残肝肝功能，确保精准切肝。

五、术后处理要点

①密切观察生命体征，密切监测生化指标，警惕

术后出血，观察心、肺、肝、肾主要脏器功能。常规给予吸氧。②禁饮食、胃肠减压。一般术后 2~3 d 至胃肠功能恢复后再予以进食。禁食期间每日以葡萄糖液和生理盐水，保持水、电解质及酸碱平衡。静脉营养液中要注意氨基酸的用量以防止血氨升高。③巨大肝肿瘤切除者，要预防肝代谢异常导致低血糖、低蛋白血症和低凝血酶原血症。术后根据监测生化指标，给予相应输注白蛋白，使之维持在 30 g/L 以上，补充维生素 K₁、B、C，必要时少量多次输注新鲜冰冻血浆或新鲜全血。④应用抗生素预防感染。⑤保持腹腔引流通畅，密切观察引流液的量与性状。如引流量逐渐减少，无胆漏及出血等，术后 5 d 可逐渐拔除引流管。⑥发热大于 38.5 度时给予物理降温。术后 3 天伤口换药。观察切口愈合。⑦出院前、术后 1~2 个月复查 CT 了解肝脏恢复情况。

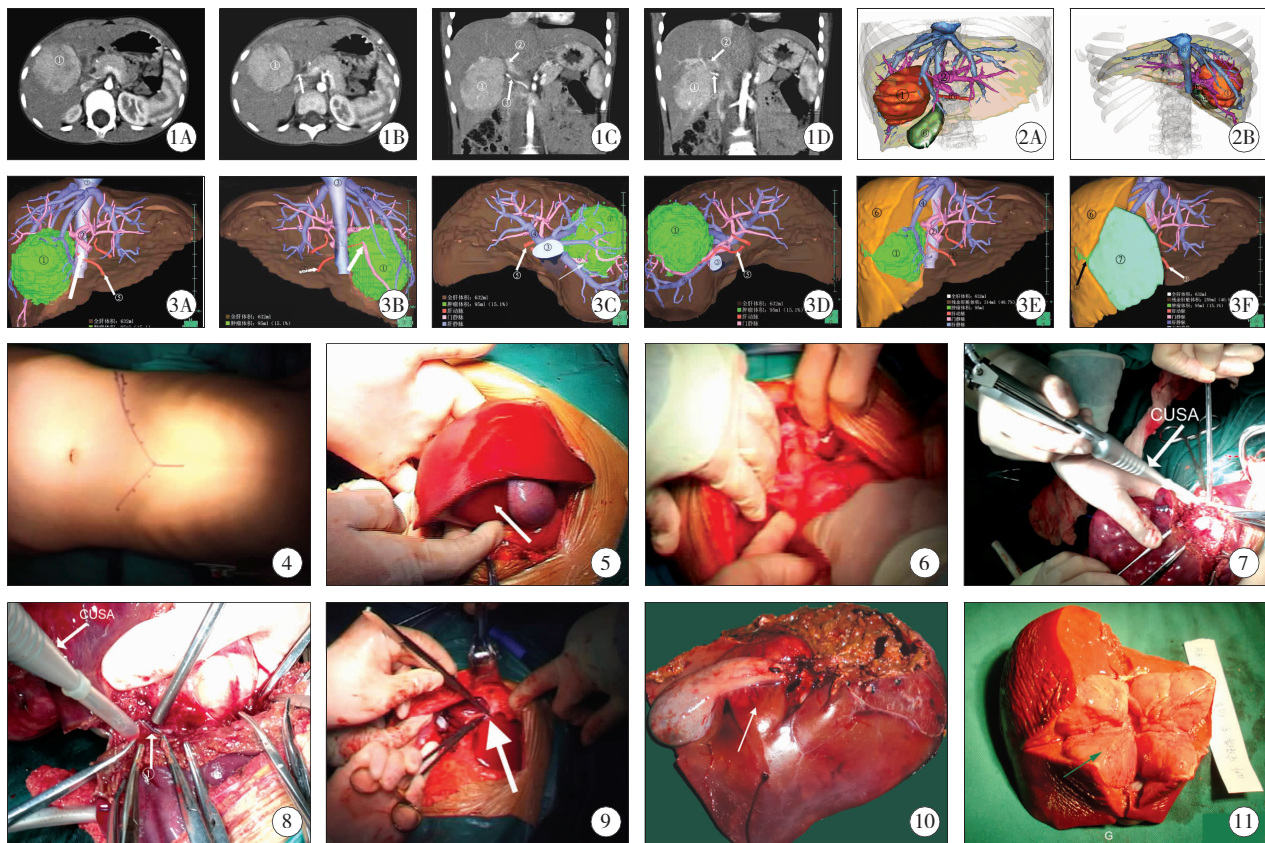


图 1 1A~1D 多螺旋 CT 三维重建图像 图中①肝脏肿瘤，②门静脉，③肝动脉。经多平面重组技术(MPR)所得三维重建图像，可以粗略的辨别肿瘤的位置及其与门静脉的主干关系密切。但无法准确判断肿瘤与门静脉及其分支、肝动静脉之间的解剖关系，对于手术是否能够顺利成功进行判断模糊；图 2~A、B：手术模拟成像：①肝脏肿瘤；②门静脉；③下腔静脉；④肝静脉；⑤肝动脉；⑥胆囊；图 3A：箭头所示肿瘤与门静脉主干之间有一定距离，判断肿瘤可成功切除；B：箭头所示处清晰可见肿瘤浸润门静脉右支主干；E：图中⑥所代表区域为切断门静脉右支主干后可见肝脏缺血范围；F：图中⑦所代表门静脉右干第二供血区域，切断门静脉右干后，此区域缺血，术前判定术中需要一并切除；A~F 小儿肝脏计算机手术模拟系统实时模拟图像 图中①：肝脏肿瘤；②：门静脉；③：下腔静脉；④：肝静脉；⑤：肝动脉；图 4 切口选择；图 5 探查肿瘤，箭头所示肿瘤位于肝门部；图 6 解剖第一肝门；图 7 运用超声吸引装置——CUSA 切断肝脏；图 8 CUSA 切肝可将肝内管道结构显示清楚，图中箭头①为 CUSA 分离出的肝内小血管；图 9 CUSA 切肝可将肝内管道结构显示清楚，图中箭头①为 CUSA 分离出的肝内小血管；图 10 大体标本，箭头所示为累及肝门部肝脏肿瘤；图 11 术后将肝脏剖开，箭头所示处为肝脏肿瘤与术前计算机手术模拟系统保持高度一致。