doi:10.11659/jjssx.01E017017

·技术方法·

基于 CT 的胎儿双侧肾动脉三维重建

黄启明[1],刘其礼[2] (1.肇庆医学高等专科学校 2015 级临床医学专业,广东 肇庆 526020;2.肇庆医学高等专科学校基础医学部,广东 肇庆 526020)

[**摘 要**] **目的** 探讨胎儿双侧肾动脉三维重建方法及其三维可视化模型的应用价值。**方法** 对 1 例 31 周新鲜胎儿双侧肾脏标本灌注含有二氧化钛造影剂的环氧树脂填充剂并铸型,在铸型基础上行 CT 薄层扫描获取原始二维断层图像数据集,利用 Mimics 17.0 软件重建胎儿双侧肾动脉三维可视化模型,并与铸型标本进行比较分析。**结果** 胎儿双侧肾动脉铸型标本对浅部血管显示效果好,但对深部血管观察较为困难;胎儿双侧肾动脉三维重建能对深部血管进行观察与准确测量,但对浅部血管显示效果不理想。**结论** 基于胎儿双侧肾动脉三维模型与铸型标本的优点,通过虚拟与现实相结合方式,可多层面立体地显示胎儿双侧肾动脉血管的走行及分布,为胎儿基础医学研究和解剖教学提供可靠的形态学资料。

[**关键词**] 肾动脉;铸型标本;三维重建;胎儿

[**中图分类号**] R322.6;R813 [**文献标识码**] A [**收稿日期**] 2017-01-07

CT three-dimensional reconstruction of fetal bilateral renal artery

HUANG Qi-ming[1], LIU Qi-li[2] (1. Grade 2015 of Clinical Medicine, Zhaoqing Medical College, Zhaoqing Guangdong 526020, China; 2. Department of Basic Medicine, Zhaoqing Medical College, Zhaoqing Guangdong 526020, China)

Abstract: Objective To explore the method of three-dimensional reconstruction of fetal bilateral renal artery and its application value of three-dimensional visualization model. **Methods** One case of 31 weeks fresh fetal bilateral kidney specimens was infused with epoxy resin-titanium dioxide and then casted. Obtained the original two-dimensional CT image data sets through CT thin layer scanning of the casting mold. Reconstructed the three-dimensional model of fetal bilateral renal artery with the Mimics 17.0 software, and the model was compared with the casting mold specimen. **Results** The casting mold specimen of fetal bilateral renal artery clearly showed the shallow blood vessels, but it was difficult to observe the deep renal arteries. On the contrary, the three-dimensional model of fetal bilateral renal artery could help to observe and measure the deep renal arteries accurately, but it failed to show the shallow blood vessels clearly. **Conclusion** Based on the advantage of the three-dimensional model fetal bilateral renal artery and casting mold specimens, the direction and distribution of fetal bilateral renal arteries could be displayed with stereoscopic multi-level through the combination of virtual and reality, which may provide a reliable morphological data for anatomy teaching and fetal basic medical research information.

Keywords: renal artery; casting mold specimen; three-dimensional reconstruction; fetal

胎儿发育中晚期羊水主要来自肾产生的尿液,由于肾血管非常丰富,且肾段动脉在肾内无吻合支,其对胎儿生长发育和成人维持机体内代谢平衡有着至关重要的作用。目前,关于成人肾动脉的三维建模已有报道[1-3],但有关胎儿双侧肾动脉三维建模研究报道甚少。鉴于此,本研究基于血管铸型技术和 CT 薄层扫描数据集,利用 Mimics 17.0 软件重建胎儿正常离体双侧肾动脉三维可视化模型,以期为胎儿基础医学研究和解剖教学提供可靠的形态学资料。

1 材料与方法

1.1 标本选择与处理

选取 1 例 31 周新鲜胎儿标本(死亡不超过12 h),将标本表面的血迹用自来水冲洗干净,近脐端剪掉多余脐带。然后将标本按解剖学位置摆正,沿标本前正中线打开胸腹腔,充分显现腹主动脉和主动脉裂孔,沿主动脉裂孔上方 1 ~2 cm 处横断。最后对腹主动脉进行插管并从插管另一端用加压自来水冲洗血管,直至脐静脉端处流出清澈液体为止,然后用外科缝线结扎脐带。

1.2 铸型标本制作

灌注前用50 mL 一次性塑料注射器向插管内反复注入空气,尽可能将血管内残余水分向血管外渗透,并检查插管外是否有漏气情况。按比例配制改良环氧树脂填充剂[4-6],同时加入黄色油画颜料和二氧化钛造影剂充分搅拌 5 ~10 min 后,然后用 20 mL 一次性注射器抽取配制好的填充剂从腹主动脉插管处缓慢灌注,一边灌注一边观察胎儿腹部标本表面颜色变化,当出现部分黄色小斑点应立即停止灌注。待填充剂充分凝固后,将标本移至 30% ~50% 的氢氧化钠溶液中浸泡

[**基金项目**] 2015 年度广东大学生科技创新培育项目(pdjh2015b0835);2016 年度校级学生科技活动基金(2017K05)

[**通信作者**] 刘其礼,E-mail:3253456@qq.com

腐蚀,10～14 d 后将标本取出,用自来水反复冲洗干净即可瓶装保存。

1.3 CT 扫描及三维重建

将制作好的胎儿双侧肾动脉铸型标本作为模板,采用 64 排 128 层螺旋 CT 对铸型标本进行薄层扫描。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 250 mA,旋转时间每圈 0.5 s,准直宽度 64×0.625 mm,重建层厚 0.6 mm,重建层距 0.42 mm,螺距 1.014 mm,视野 350 mm,矩阵 512×512,扫描结果以 DICOM 格式输出刻录光盘保存。最后将 DICOM 格式导入 Mimics 17.0 软件进行三维重建。

2 结果

2.1 胎儿双侧肾动脉铸型标本

胎儿双侧肾动脉铸型标本观察结果显示(图 1):血管充盈饱满,粗细分明,三维结构立体感强,能较好地显示出双侧肾动脉主干、前干动脉和后干动脉的分布及走行情况,具有结构完整性和连续性。左、右肾动脉均由腹主动脉发出,呈一短干,同时向下分出后干动脉和前干动脉,后干动脉呈一弧形往上后走行分布于肾后部,前干动脉往下前走行分布于肾前部,途中发出肾段动脉,肾段动脉发出密集细小分支构成肾动脉轮廓。



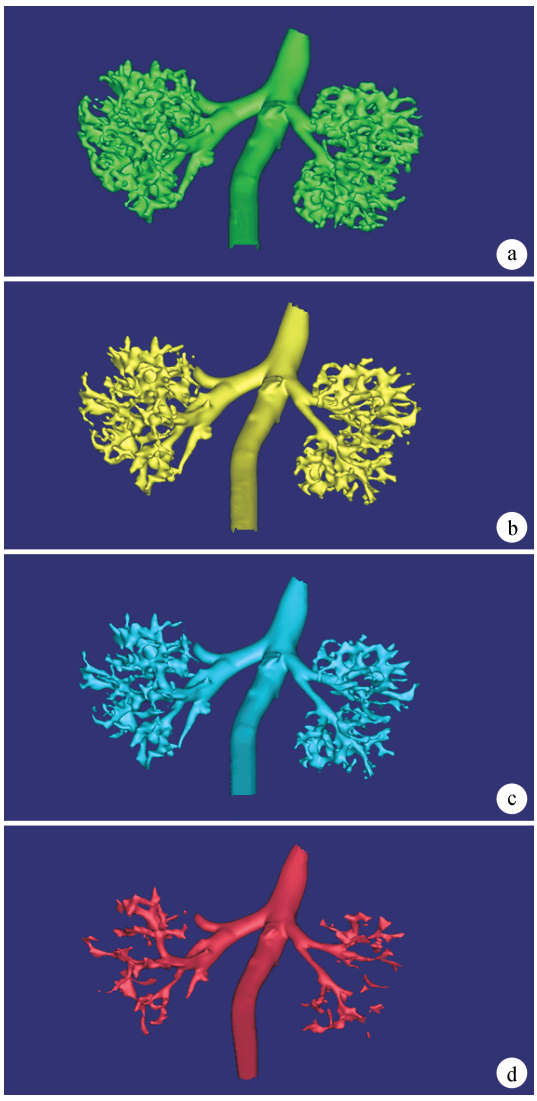
1:腹主动脉;2:右肾动脉;3:右前干动脉;4:右后干动脉;5:左肾动脉;6:左前干动脉;7:左后干动脉

a:前面观;b:后面观

图 1 胎儿双侧肾动脉铸型标本

2.2 胎儿双侧肾动脉三维可视化模型显示

通过 Mimics 17.0 软件阈值分割重建出疏密程度不同的胎儿双侧肾动脉三维可视化模型。具体为:①当阈值范围调整为 -600～1 448 HU 时,重建的胎儿双侧肾动脉三维可视化模型立体感强,但由于血管密度大,只能暴露肾动脉及前干动脉和后干动脉,而肾段动脉显示不完全。此外,细小血管很多粘连在一起,形似不规则卷发样,无法分清细小血管的分布以及走行情况(图 2a)。②当阈值范围调整为 -400～1 448 HU 时,重建的双侧肾动脉三维可视化模型较为稀疏,能清晰地显示每侧肾动脉主要分支,虽然细小血管密度有降低,但还不能充分显示肾段动脉主要分支的分布及走行情况(图 2b)。③当阈值范围调整为 -300～1 448 HU时,不仅可清晰地显示肾动脉、前干动脉和后干动脉,还可清楚观察到肾段动脉,可通过对该三维模型进行多方位旋转观察肾内动脉血管的走行及分布情况,但细小血管分布及走行显示效果不理想(图 2c)。④当阈值范围调整为 0～1 448 HU 时,对于三级支以上肾动脉显示非常清楚,但细小血管丢失太多,不利于肾动脉轮廓显示和细小肾动脉观察(图 2d)。



a:阈值范围 -600～1448 HU;b:阈值范围 -400～1448 HU;c:阈值范围 -300～1448 HU;d:阈值范围 0～1448 HU

图 2 胎儿双侧肾动脉三维可视化模型

3 讨论

3.1 重建胎儿双侧肾动脉三维可视化模型

将CT扫描采集的原始二维断层图像数据集通过光盘导入Mimics 17.0软件,利用阈值设定工具提取轮廓。当阈值左区间设置得太低时,重建的三维模型会有许多噪点。反之,当阈值左区间设置太高时,则有许多血管丢失[7]。通过阈值设置生成蒙版后,利用区域增长工具对蒙版进行去掉像素中的漂浮物质,最后进行三维重建。当阈值间距小时,胎儿双侧肾动脉三维模型血管密度小,细小血管丢失太多,不利于显示肾动脉血管网轮廓,但有利于显示血管主干走行及分布。且应用Mimics软件的手术模拟和测量功能模块进行肾动脉血管内径和长度的测量分析,可为临床外科手术方案设计提供准确血管形态学资料[8-10]。当阈值间距大时,胎儿双侧肾动脉三维建模血管密度大,不利于肾段动脉的显示,但有利于双侧胎儿肾动脉网轮廓显示。调整阈值范围间距由小渐进变大,重建双侧肾动脉三维可视化模型由显示主干渐进显示细小分支,便于医学生动态学习分析,提高其学习兴趣。因此,阈值范围的调整对临床研究及基础教学具有重要意义。

3.2 铸型标本与Mimics软件重建三维模型的分析比较

基于胎儿双侧肾动脉铸型标本和CT扫描获取二维断层数据集,再利用Mimics 17.0软件重建获得的三维模型,其血管的走行分布整体结构与铸型标本相一致,但两者各有优势:①由于每制作一具胎儿双侧肾动脉铸型标本需要消耗一具胎儿标本,故铸型标本的制作成本较高,而利用Mimics软件重建的三维模型不但可进行反复拷贝分享到个人电脑进行观察研究,还可利用3D打印机批量打印塑料模型应用于实验教学,可有效地节约成本。②胎儿双侧肾动脉铸型标本对浅部血管的显示效果好,具有结构完整性和连续性,可清楚地显示双侧肾动脉血管主干和分支的走行分布情况,但由于浅部血管的阻隔,想要对深部血管进行直接观察和测量分析,必定先破坏浅部血管。而三维重建模型能很好地解决这个问题,操作者可在个人电脑对重建模型的三维结构进行多层面观察及长度、面积、体积和角度等解剖参数精准测量[11-12]。③由于胎儿肾动脉血管细小分支繁多,其构建三维模型由于受CT扫描阈值限制对细小血管显示效果不佳。而铸型标本能清晰地显示细小血管的分布及走行,刚好可弥补三维模型的不足。

综上所述,基于血管铸型技术、螺旋CT扫描技术以及Mimics软件三维重建技术相结合的方式,将胎儿双侧肾动脉血管走行及分布情况以多层面、多角度、立体化地呈现,可为临床科研和基础教学提供虚拟和实物相结合的形态学观察可靠依据。

[参考文献]

[1] 陈 壮,任家武,刘求梅,等.肾动脉三维重建对肾段定位的解剖学研究[J].医学信息(下旬刊),2011,24(3):259-216.

[2] 曹海明,王洪阳,邓荣海,等.应用个体化3D模型分析肾动脉狭窄与肾动脉弯曲程度的相关研究[J].中山大学学报(医学科技版),2016,37(1):61-65.

[3] 赵晓磊,郭春超,齐秋菊,等.基于Mimics软件的人体肾脏三维模型重建方法[J].计算机光盘软件与应用,2014,17(20):65-67.

[4] 黄海龙,杨海明,杨廉柏,等.环保型人体管道铸型填充剂的实验研究[J].现代生物医学进展,2012,12(4):652-655. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2012.04.062.

[5] 周显光,郭少萍,吴秀平,等.胎儿双下肢动脉铸型标本的简单制作[J].四川解剖学杂志,2006,14(3):49. doi:10.3969/j.issn.1005-1457.2006.03.048.

[6] 陈倩仪,黄海龙,龚达聪.胎儿肺动脉铸型标本的制作[J].局解手术学杂志,2016,25(5):382-383. doi:10.11659/jjssx.02EO16001.

[7] 王 娇,刘 洋,张晓玲,等.Mimics软件在医学图像三维重建中的应用[J].医疗卫生装备,2015,36(2):115-118. doi:10.7687/J.issn 1003-8868.2015.02.115.

[8] 张 晶,王春民,翟红艺,等.基于Mimics平台的CT图像三维重建算法研究[J].吉林大学学报(信息科学版),2014,32(6):670-674. doi:10.3969/j.issn.1671-5896.2014.06.018.

[9] 王爱平,李严兵,谢 魏,等.颌面部血管的三维可视化[J].解剖学杂志,2011,34(1):88-90. doi:10.3969/j.issn.1001-1633.2011.01.027.

[10] 李筱贺,侯二飞,李志军,等.数字化三维测量下胸椎节段血管应用解剖的临床意义[J].中国组织工程研究,2012,16(52):9727-9731. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2012.52.008.

[11] 王 簕,张 志,张 亮,等.Mimics数字化软件在临床骨科教学工作中的应用和体会[J].中国医学教育技术,2014,28(5):527-529. doi:10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.201405016.

[12] 谷 方,催益群,曾 兵,等.基于CT增强连续扫描数据的颅面部血管三维重建数字化模型[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(9):1531-1534. doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.09.003.

(编辑:刘 艺)