

## Enhanced CT measurement of normal portal vein diameter in children

WANG Xiaojuan<sup>1</sup>, GAO Fengxiao<sup>1</sup>, YI Xiaoli<sup>2</sup>, SUN Xuefeng<sup>2\*</sup>, WU Shuochun<sup>2</sup>

(1. Department of CT/MRI, Xingtai People's Hospital affiliated to Hebei Medical University, Xingtai 054000, China; 2. Department of Radiology, Children's Hospital, Capital Institute of Pediatrics, Beijing 100020, China)

**[Abstract]** **Objective** To obtain portal vein diameter in children of different ages using upper abdomen enhanced CT. **Methods** Data of upper abdomen enhanced CT in 390 children without obvious abnormality of portal vein were retrospectively analyzed. The children were divided into <12 months group (group A,  $n=70$ ), 13–60 months group (group B,  $n=87$ ), 61–120 months group (group C,  $n=102$ ) and >120 months group (group D,  $n=131$ ) according to age. Portal vein diameter was measured based on reconstructed images of portal vein stage and compared among groups. Pearson correlation analysis was performed to observe the correlations of portal vein diameter with age, height and body mass, respectively. **Results** Portal vein diameter in groups A to D was  $(4.79 \pm 0.86)$ ,  $(7.14 \pm 1.17)$ ,  $(9.37 \pm 1.41)$  and  $(10.79 \pm 1.63)$  mm, respectively, which enlarged successively with the increase of age (all  $P < 0.001$ ). Portal vein diameter in children of different ages were moderately to highly positively correlated with age, height and body mass ( $r=0.763-0.852$ , all  $P < 0.05$ ), but not significant correlated with gender ( $r=0.070$ ,  $P > 0.05$ ). **Conclusion** The reference range of portal vein diameter in children with different ages in China were preliminarily evaluated.

**[Keywords]** portal vein; diameter; child; tomography, X-ray computed

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.12.013

## 增强 CT 测量儿童正常门静脉直径

王晓娟<sup>1</sup>, 高凤霄<sup>1</sup>, 仪晓立<sup>2</sup>, 孙雪峰<sup>2\*</sup>, 吴朔春<sup>2</sup>

(1. 河北医科大学附属邢台市人民医院 CT/MRI 科, 河北 邢台 054000;  
2. 首都儿科研究所附属儿童医院放射科, 北京 100020)

**[摘要]** **目的** 基于上腹部增强 CT 图像获取不同年龄段儿童门静脉直径参考范围。**方法** 回顾性分析 390 例门静脉无明显异常患儿上腹部增强 CT 数据, 根据年龄将其分为 <12 个月组 (A 组,  $n=70$ )、13~60 个月组 (B 组,  $n=87$ )、61~120 个月组 (C 组,  $n=102$ ) 及 >120 个月组 (D 组,  $n=131$ )。基于门静脉期重建图像测量门静脉直径并进行组间比较; 以 Pearson 相关分析观察门静脉直径与患儿年龄、身高及体质量的相关性。**结果** A~D 组门静脉直径分别为  $(4.79 \pm 0.86)$ 、 $(7.14 \pm 1.17)$ 、 $(9.37 \pm 1.41)$  及  $(10.79 \pm 1.63)$  mm, 随年龄增大而依次递增 ( $P$  均  $< 0.001$ )。各年龄段儿童门静脉直径与年龄、身高及体质量均呈中-高度正相关 ( $r=0.763 \sim 0.852$ ,  $P$  均  $< 0.05$ ) 而与性别无明显相关 ( $r=0.070$ ,  $P > 0.05$ )。**结论** 初步获得我国不同年龄段儿童门静脉直径参考范围。

**[关键词]** 门静脉; 直径; 儿童; 体层摄影术, X 线计算机

**[中图分类号]** R726.5; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2024)12-1867-04

**[第一作者]** 王晓娟 (1989—), 女, 河北邢台人, 硕士, 主治医师。研究方向: 肝病的影像诊断。E-mail: 511969986@qq.com

**[通信作者]** 孙雪峰, 首都儿科研究所附属儿童医院放射科, 100020。E-mail: 13717654766@163.com

**[收稿日期]** 2024-04-10 **[修回日期]** 2024-09-09

门静脉高压症 (portal hypertension, PH) 指多种病因引起门静脉系统血流受阻和/或血流量增加、血管舒缩功能异常所致门静脉及其属支压力显著增高的临床综合征。利用肝静脉压梯度 (hepatic venous

pressure gradient, HVPG) 可通过测算肝静脉楔压与肝静脉自由压的差值而间接反映门静脉压力, 但有创且用于儿童难度较大。门静脉扩张为 PH 典型表现<sup>[1]</sup>; 已有多项研究针对正常成人门静脉直径范围<sup>[2-3]</sup>进行观察。儿童处于生长发育阶段, 年龄及体型与门静脉直径密切相关; 准确评估各年龄段儿童门静脉直径具有重要临床意义。本研究基于上腹部增强 CT 测量同年龄段儿童门静脉直径, 以初步获得其相应参考范围。

### 1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2022 年 1 月—2023 年 10 月于河北医科大学附属邢台市人民医院及首都儿科研究所 390 例接受上腹部增强 CT 且门静脉无明显异常患儿, 男 238 例、女 152 例, 年龄 16 天~17 岁、中位年龄 7 岁; 根据年龄将其分为 <12 个月组 (A 组,  $n=70$ )、13~60 个月组 (B 组,  $n=87$ )、61~120 个月组 (C 组,  $n=102$ ) 及 >120 个月组 (D 组,  $n=131$ ), 基本资料见表 1。纳入标准: ①年龄 <18 岁; ②CT 未见脾大、食管-胃底静脉曲张等 PH 征象。排除标准<sup>[4-5]</sup>: ①门静脉海绵样变性、门静脉阻塞/狭窄、肝动脉-门静脉瘘等可致 PH 疾病; ②存在门静脉压力 >5 mmHg、脾大、内镜检查提示食管-胃底静脉曲张、影像学提示侧支循环形成中的任意项且临床诊断为 PH。本研究经院伦理委员会批准 (2024【098】); 检查前患儿监护人均知情同意。

1.2 仪器与方法 嘱患儿检查前禁食 4~6 h, 对配合不佳者予 10% 水合氯醛 0.25~0.50 ml/kg 体质量镇静。采用 GE Light speed VCT 64 排螺旋 CT 机或 Siemens SOMATOM Definition Flash 双源 CT 机行上腹部扫描, 管电压 80~120 kV, 自动调制管电流, 层厚及层间距均为 5 mm。经前臂静脉以流率 1.0~2.5 ml/s 注射对比剂碘海醇 (350 mg/ml) 1~2 ml/kg 体质量 (不超过 80 ml), 分别延迟 15~18 及 45~60 s 行动脉期及门静脉期扫描。采用多平面重建 (multiplanar reconstruction, MPR), 层厚 0.625 mm、层间距 1 mm, 选取门静脉期图像。

表 1 390 例患儿基本资料

组别	年龄(岁)	性别(例)		身高(cm)	体质量(kg)
		男	女		
A 组( $n=70$ )	0.22±0.07	44	26	58.46±7.74	5.53±1.94
B 组( $n=87$ )	2.69±1.20	54	33	99.16±13.22	15.29±3.89
C 组( $n=102$ )	7.10±1.91	64	38	128.11±12.85	29.23±10.71
D 组( $n=131$ )	12.44±1.85	76	55	159.03±18.85	55.89±21.99

1.3 图像后处理 由 2 名具有 10 年以上工作经验的放射科医师共同于 GE ADW 4.4 或蓝网图像存储与传输系统 (picture archiving and communication systems, PACS) 工作站对冠状位重建图像标记脾静脉与肠系膜上静脉汇合处远端至少 1 cm 处及门静脉主干第一属支近端至少 1 cm 处并测量门静脉直径; 于标记点中点的轴位图像中测量腹主动脉最大径; 均测量 3 次取平均值; 计算门静脉直径/腹主动脉最大径比值。见图 1。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 26.0 统计分析软件。以  $\bar{x} \pm s$  表示正态分布计量资料, 多组间比较行单因素方差分析, 2 组间比较行 LSD- $t$  检验。以 Pearson 相关分析观察门静脉直径、腹主动脉最大径、门静脉直径/腹主动脉最大径比值与年龄、身高及体质量的相关性:  $|r| \geq 0.8$  为高度相关,  $0.5 \leq |r| < 0.8$  为中度相关,  $0.3 \leq |r| < 0.5$  为低度相关,  $0 < |r| < 0.3$  为弱相关。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

A~D 组门静脉直径分别为 (4.79 ± 0.86)、(7.14 ± 1.17)、(9.37 ± 1.41) 及 (10.79 ± 1.63) mm (表 1), 即随年龄增长, 门静脉直径逐渐增大。4 组门静脉直径、腹主动脉最大径、门静脉直径/腹主动脉最大径比值差异均有统计学意义 ( $P$  均 < 0.01); A~D 组门静脉直径与腹主动脉最大径依次递增 ( $P$  均 < 0.001); A~C 组组间门静脉直径/腹主动脉最大径比值差异无统计学意义 ( $P$  均 > 0.05) 且均高于 D 组 ( $P$  均 < 0.05)。见表 1。

各年龄段儿童门静脉直径与年龄、身高及体质量均呈中-高度正相关 ( $r=0.763 \sim 0.852$ ,  $P$  均 < 0.05), 而与性别无明显相关 ( $r=0.070$ ,  $P=0.170$ ); 腹主动脉最大径与年龄、身高及体质量均呈高度正相关 ( $r=0.807 \sim 0.885$ ,  $P$  均 < 0.05), 与性别呈弱正相关 ( $r=0.102$ ,  $P=0.045$ ); 门静脉直径/腹主动脉最大径比值与体质量呈弱负相关 ( $r=-0.154$ ,  $P=0.003$ ), 与年龄、身高及性别均无明显相关 ( $r=-0.100 \sim -0.073$ ,  $P$  均 > 0.05)。

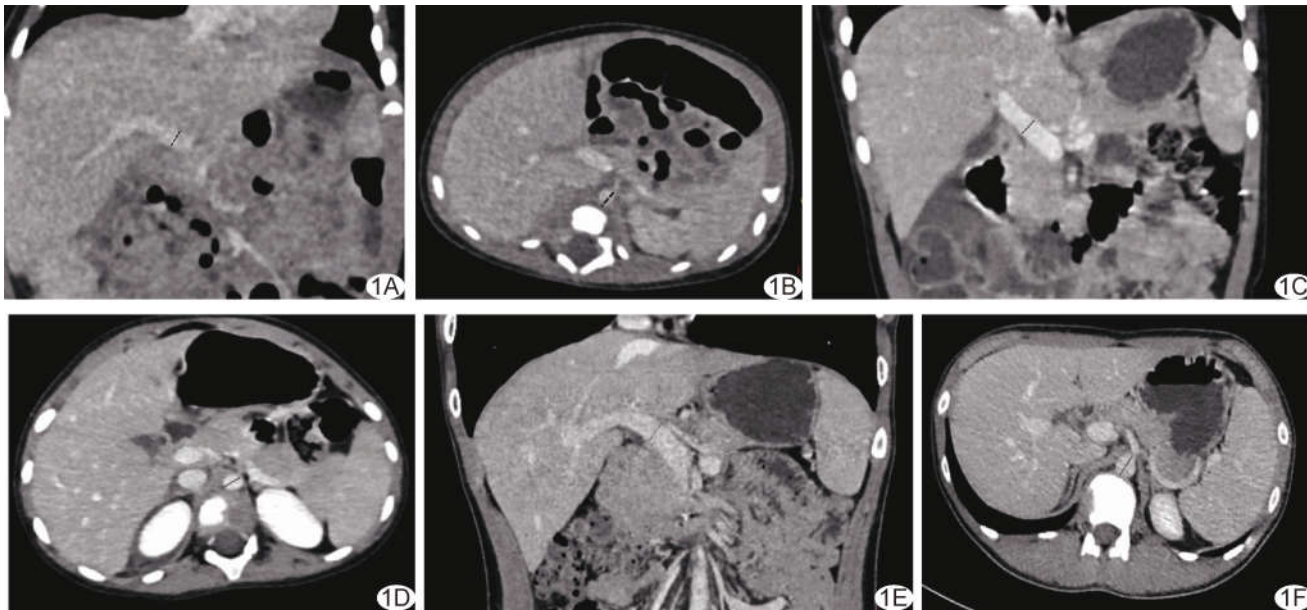


图 1 于腹部冠状位及轴位 MPR 图中测量门静脉直径及腹主动脉最大径 A、B. 男性患儿, 1 个月, 盆腔肿物, 门静脉直径 4.8 mm、腹主动脉最大径 5.7 mm; C、D. 女性患儿, 2 岁, 肾挫裂伤, 门静脉直径 8.4 mm、腹主动脉最大径 8.3 mm; E、F. 男性患儿, 14 岁, 肝左叶血管瘤, 门静脉直径 12.6 mm、腹主动脉最大径 16.1 mm (线示测量径线)

表 2 390 例患儿门静脉及腹主动脉 CT 测值比较

组别	门静脉直径(mm)	腹主动脉最大径(mm)	门静脉直径/腹主动脉最大径比值
A 组(n=70)	4.79±0.86	5.60±0.94	0.87±0.18
B 组(n=87)	7.14±1.17*	8.40±1.06*	0.85±0.13
C 组(n=102)	9.37±1.41*#	10.60±1.48*#	0.89±0.13
D 组(n=131)	10.79±1.63*#▲	13.33±2.06*#▲	0.82±0.14
F 值	334.284	415.030	4.720
P 值	<0.001	<0.001	0.003

注: \*: 与 A 组比较 P<0.05; #: 与 B 组比较 P<0.05; ▲: 与 C 组比较 P<0.05

### 3 讨论

HP 多系门静脉、肝静脉或下腔静脉血流受损所致;其并发症主要包括食管胃底静脉曲张出血、脾功能亢进及腹腔积液等。儿童肝硬化、胆道闭锁、先天性肝纤维化等<sup>[6]</sup>均可引起 HP,影像学上表现为门静脉增宽,可致胃肠道蛋白质丢失、影响儿童生长发育,甚至威胁生命<sup>[7]</sup>。本研究通过观察儿童上腹部增强 CT,测量不同年龄段儿童门静脉直径,旨在初步获得门静脉直径参考范围,为判断儿童门静脉增宽、诊断 HP 提供客观的影像学依据。肝外门静脉梗阻为儿童 HP 常见病因之一,多表现为门静脉海绵样变性、门静脉主干迂曲变细而无明显门静脉直径增宽征象<sup>[8]</sup>,故本研究排除门静脉海绵样变性及门静脉阻塞/狭窄者。

既往国外学者<sup>[9]</sup>利用超声测量 0~12、13~60、61~120 及 >120 个月正常儿童门静脉直径,分别为 4.40~4.82、6.27~6.73、7.77~7.89 及 8.42~

9.19 mm,且与年龄、身高及体质量均具有一定相关性。但儿童生长发育受人种、饮食习惯及地理环境等因素影响,而我国儿童正常门静脉直径参考范围相关指南或共识目前尚属缺乏。

超声测量儿童门静脉用时长、主观性强,且不适用于肥胖儿童。本研究采用扫描过程相对简单、可实现 MPR 且测值更为客观的上腹部增强 CT 检查,于脾静脉与肠系膜上静脉汇合处远端至少 1 cm 处及门静脉主干第一属支近端至少 1 cm 处测量门静脉直径,以避免测量血管汇合或分流带来的误差,并通过于标记点中点轴位图像中测量腹主动脉最大径而最大限度地保证测值的一致性。本研究结果显示, A~D 组门静脉直径逐渐递增,依次为 (4.79±0.86)、(7.14±1.17)、(9.37±1.41) 及 (10.79±1.63) mm,其中 >13 个月儿童门静脉直径略高于国外研究<sup>[9]</sup>报道;门静脉直径与年龄、身高及体质量均呈中-高度正相关,而与性别无明显相关,与国外研究<sup>[9]</sup>结论一致。

HVPG 是测量成人 HP 金标准<sup>[10]</sup>,其正常范围为 5~10 mmHg。既往研究<sup>[11]</sup>认为采用有创的 HVPG 测量严重肝病患儿门静脉压力可行且相对安全;但新近有学者<sup>[12]</sup>指出, HVPG 测值无法预测儿童 HP 并发症风险,导致其临床价值有限。利用无创影

像学测量儿童门静脉直径,为判断儿童门静脉增宽、诊断 HP 提供客观的影像学依据。肝外门静脉梗阻为儿童 HP 常见病因之一,多表现为门静脉海绵样变性、门静脉主干迂曲变细而无明显门静脉直径增宽征象<sup>[8]</sup>,故本研究排除门静脉海绵样变性及门静脉阻塞/狭窄者。

像学方法测量门静脉压力、预测 HP 并发症是儿科亟需解决的问题。本研究尝试观察不同年龄段儿童门静脉直径/腹主动脉最大径比值变化规律,但结果显示 A~C 组组间差异均无统计学意义,可能与门静脉、腹主动脉发育不完全同步或样本量有限有关。

综上所述,本研究初步获得了我国不同年龄段儿童门静脉直径参考范围。但本研究样本量有限,存在一定偏倚,且未采用心脏及呼吸门控,无法准确反映收缩或舒张终末期测值、可能受呼吸影响,有待后续进一步完善。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:王晓娟研究实施、统计分析、撰写文章;高凤霄和孙雪峰研究设计、修改文章;仪晓立和吴朔春研究实施。

### [参考文献]

- [1] 王珍,张声旺,顾潜彪,等. CT 影像组学评估门静脉高压及预测曲张静脉出血[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(12):1896-1899.
- [2] STAMM E R, MEIER J M, POKHAREL S S, et al. Normal main portal vein diameter measured on CT is larger than the widely referenced upper limit of 13 mm[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2016, 41(10):1931-1936.
- [3] LUNTSI G, UMAR R D, IVOR C N, et al. Sonographic portal vein biometry in apparently healthy children in Northeastern Nigeria[J]. *J Med Ultrasound*, 2019, 28(1):24-28.
- [4] 徐志强,张敏. 儿童门静脉高压症研究进展[J]. 传染病信息, 2019, 32(5):456-461.
- [5] de FRANCHIS R, DELL'ERA A. Invasive and noninvasive methods to diagnose portal hypertension and esophageal varices[J]. *Clin Liver Dis*, 2014, 18(2):293-302.
- [6] CHAPIN C A, BASS L M. Cirrhosis and portal hypertension in the pediatric population [J]. *Clin Liver Dis*, 2018, 22(4):735-752.
- [7] CHINDARATANA K, TANPOWONG P, LERTUDOMPHONWANIT C, et al. Gastrointestinal protein loss in children with portal hypertension [J]. *Indian J Gastroenterol*, 2021, 40(3):333-337.
- [8] YULDASHEV R Z, ALIEV M M, MAKSUDOV M F, et al. Angiographic patterns of portal venous system in children with extrahepatic portal hypertension and its etiological and clinical relevance[J]. *Pediatr Surg Int*, 2023, 39(1):97.
- [9] SOYUPAK S, GUNESLI A, SEYDAOĞLU G, et al. Portal venous diameter in children: Normal limits according to age, weight and height[J]. *Eur J Radiol*, 2010, 75(2):245-247.
- [10] KULKARNI A V, RABIEE A, MOHANTY A. Management of portal hypertension [J]. *J Clin Exp Hepatol*, 2022, 12(4):1184-1199.
- [11] WOOLFSON J, JOHN P, KAMATH B, et al. Measurement of hepatic venous pressure gradient is feasible and safe in children[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2013, 57(5):634-637.
- [12] EBEL N H, CARLIN K, SHAFFER M L, et al. Hepatic venous pressure gradient measurements in children: Correlation with hepatic histology and clinical indicators of portal hypertension[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2019, 68(6):788-792.