

· 论著 · 腹部 ·

宝石能谱CT在肝硬化患者门静脉高压侧支循环评估中的应用价值及CT参数分析

罗娜^{1,*} 张亭亭¹ 张闯伟²

1.驻马店市第一人民医院放射科(河南 驻马店 463000)

2.驻马店市中医院放射科(河南 驻马店 463000)

【摘要】目的 探讨宝石能谱电子计算机断层扫描(CT)在肝硬化患者门静脉高压(PH)侧支循环中的应用价值,以指导临床诊疗措施拟定,促使肝硬化患者整体临床获益。**方法** 回顾性分析,收集2022年6月至2023年12月医院收治的肝硬化PH患者86例,所有患者均接受传统CT检查及宝石能谱CT检查,比较两种检查方式门静脉影像的对比度噪声比(CNR)、图像噪声(IN)、CT值,并评价图像质量主观评分。**结果** 宝石能谱CT检查肝外门静脉、肝内门静脉的CNR均高于传统CT检查,肝外门静脉、肝内门静脉的IN均低于传统CT检查,有统计学差异($P<0.05$);宝石能谱CT检查肝实质、门静脉主干CT值均比传统CT检查高,有统计学差异($P<0.05$);宝石能谱CT检查图像质量主观评分比传统CT高,有统计学差异($P<0.05$)。**结论** 肝硬化PH侧支循环使用宝石能谱CT评估可减少IN,提高图像质量,具有较高的临床应用价值。

【关键词】肝硬化;宝石能谱CT;门静脉高压;侧支循环

【中图分类号】R657.3+1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.3.042

The Application Value and CT Parameter Analysis of Gemstone Energy Spectrum CT in the Evaluation of Portal Hypertension Collateral Circulation in Patients with Liver Cirrhosis

LUO Na^{1,*}, ZHANG Ting-ting¹, ZHANG Chuang-wei².

1.Department of Radiology, The First People's Hospital of Zhumadian, Zhumadian 463000, Henan Province, China

2. Department of Radiology, Zhumadian Traditional Chinese Medicine Hospital, Zhumadian 463000, Henan Province, China

Abstract: Objective To explore the application value of gemstone energy spectrum electronic computed tomography (CT) in the collateral circulation of portal hypertension (PH) in patients with liver cirrhosis, in order to guide the formulation of clinical diagnosis and treatment measures, and promote the overall clinical benefits of liver cirrhosis patients. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 86 patients with liver cirrhosis and PH admitted to the hospital from June 2022 to December 2023. All patients underwent traditional CT examination and gemstone energy spectrum CT examination. The contrast to noise ratio (CNR), image noise (IN), and CT values of portal vein images were compared between the two examination methods, and the subjective score of image quality was evaluated. **Results** The results showed that the CNR of the extrahepatic portal vein and intrahepatic portal vein in gemstone energy spectrum CT examination was higher than that in traditional CT examination, and the IN of the extrahepatic portal vein and intrahepatic portal vein were lower than those in traditional CT examination, with statistical differences ($P<0.05$); the CT values of liver parenchyma and portal vein trunk in gemstone energy spectrum CT examination were higher than those in traditional CT examination, with statistical differences ($P<0.05$); the subjective score of image quality in gemstone energy spectrum CT examination is higher than that in traditional CT, with a statistical difference ($P<0.05$). **Conclusion** The use of gemstone energy spectrum CT to evaluate the collateral circulation of PH in liver cirrhosis can reduce IN, improve image quality, and have high clinical application value.

Keywords: Liver Cirrhosis; Gemstone Energy Spectrum CT; Portal Hypertension; Collateral Circulation

肝硬化在临床较为常见,患者会出现肝细胞广泛变性、坏死及肝实质损伤,继而引起肝纤维化、结节状再生,导致肝内门静脉系统扭曲、血流阻力增高,减慢血流,引起门静脉高压(portal hypertension, PH)^[1]。肝硬化患者出现PH后,会有交通静脉、深静脉不同程度扩张,引起静脉瓣位的闭合,扩张食管下静脉,导致食管静脉曲张^[2]。并有研究指出,肝硬化PH患者的病死与静脉曲张破裂引发的出血有密切的关系^[3]。因此,对肝硬化患者PH侧支循环进行评价有重要临床意义。多层螺旋电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)为临床评价PH侧支循环的重要方式,可清晰的对侧支血管的

情况予以显示,但同时其也会受对比剂浓度、患者的心功能等因素对成像的质量造成影响^[4]。宝石能谱CT可对不同物质的能谱曲线情况进行获取,通过分离物质对患者体内物质含量进行定量的测量,对比肝外软组织、门静脉及肝实质的情况,有效将临床的成像质量提高^[5]。基于此,本研究将对2022年6月至2023年12月医院收治的肝硬化PH患者86例临床资料进行回顾性分析、收集,重点观察宝石能谱CT在肝硬化患者PH侧支循环中的应用价值,以指导临床诊疗措施的拟定,促使肝硬化患者获取良好的预后。具示如下。

【第一作者】罗娜,女,主治医师,主要研究方向:放射方面。E-mail: luo1981nana@163.com

【通讯作者】罗娜

1 资料与方法

1.1 一般资料 对2022年6月至2023年12月医院收治的肝硬化PH患者86例临床资料进行回顾性分析、收集。

纳入标准：符合肝硬化的诊断标准^[6]；均行宝石能谱CT检查、传统CT检查；资料完整，包括一般资料、影像学检查资料；年龄≥18岁。排除标准：存在既往精神病史或认知功能障碍者；凝血功能异常者；存在碘过敏、对比剂禁忌证者；过敏体质者；合并严重心肺肾功能障碍者；合并恶性肿瘤者或躯体残疾者；肝脏明显占位、门静脉癌栓者；合并自身免疫功能障碍者；存在全身感染性疾病者；肝脏占位性病变、布-加综合征。86例肝硬化PH患者中男50例，女36例；年龄26~72岁，平均年龄(52.35±5.18)岁；疾病类型：酒精性肝硬化15例，乙型肝炎肝硬化57例，血吸虫性肝硬化2例，丙肝后肝硬化7例，胆汁淤积性肝硬化3例，药物性肝硬化2例；Child-Pugh分级：C级10例，B级38例，A级38例；体重指数(body mass index, BMI)18.0~27.5kg/m²，平均BMI(23.62±1.48)kg/m²。

1.2 方法

1.2.1 宝石能谱CT检查 采取宝石CT(美国GE公司生产Discovery CT750HD)，从气管分叉到肋骨翼上缘为扫描范围，螺距0.984，层厚5mm，管电压140kV、80kV(0.5ms内快速切换)，平扫后，将优维显1.2mL/kg经肘静脉注射(速率为4.0mL/s)，小剂量预注门静脉时间-密度曲线测定使用smart Prep团注跟踪技术进行，结束动脉期扫描后20s，对患者进行门静脉期扫描，扫描应嘱咐患者在屏气下完成。使用40% ASiR重建出60kV+40%ASiR门脉期图像(层厚1.25mm、层距0.8cm)，在GE ADW4.6工作站将门脉期图像数据上传，进行图像分析，选取能量图谱(70kV能量点)进行观察，对图像进行分析；选取能量图片(70kV能量点)实施观察，在门静脉主干划定20~40mm²感兴趣区(region of interest, ROI)(由同一名医师进行该项操作)，测量CT值情况，在门静脉正常肝组织确定ROI(150~200m²)，对标准差、CT值进行测量，图像噪声(image noise, IN)为正常肝组织标准差，对门静脉影像对比度噪声比(contrast to noise ratio, CNR)进行计算，(门静脉CT值-正常肝组织CT值)/IN=CNR。

1.2.2 传统CT检查方法 嘱咐患者禁食，检查前空腹12h，同时告知患者在检查前应饮水，饮水量在800~1000mL，以充盈患者的胃肠道情况，对患者实施屏气及呼吸训练措施，采用light speed 64层螺旋CT扫描仪(美国GE公司生产)进行检查，

扫描范围为气管分叉至肋骨翼上缘，设置参数：层厚5mm，管电压为120kV，层距5mm，管电流250mA；将100~138mL优维显注入(速率为3~4mL/s)，测定小剂量预注射门静脉时间-密度曲线(使用Smart Prep团注跟踪技术)，扫描后20s，在屏气完成门静脉扫描；在工作站双穿门静脉扫描图像，选择与能谱CT组相同位置作为ROI，对静脉主干CNR进行计算，并对CT值情况进行测量。自动生成CT辐射剂量长度(radiation dose length, DLP)并进行记录，对有效剂量(effective dose, ED)进行计算。

1.2.3 观察指标 (1)图像质量：比较宝石能谱CT、传统CT检查肝外门静脉、肝内门静脉的CNR、IN。(2)CT值：比较宝石能谱CT检查、传统CT检查肝实质、门静脉主干CT值情况。(3)图像质量主观评分：图像质量的评价使用改良4级评分法^[7]进行，其中1分(与肝实质对比差，不能清楚显示门静脉边缘，仅对患者门静脉主干第1级分支进行显示)；2分(与肝实质对比中等，较清楚显示门静脉边缘，可对患者门静脉主干第2级分支进行显示)；3分(与肝实质对比良好，门静脉边缘无伪影、锐利，可对患者门静脉主干第3级分支进行显示)；4分(与肝实质对比优良，可对患者门静脉主干第4级及以上分支进行显示，门静脉边缘无伪影、锐利)，本研究的阅片由2名经验丰富(10年阅片经验)的影像科医师共同进行，若二者意见不一时则由更高级别影像学医师进行判断。

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行本研究的数据分析，计量资料(CNR、IN、CT值、图像质量主观评分、年龄、BMI)采用“ $\bar{x} \pm s$ ”表示，采用t检验；计数资料(疾病类型、Child-Pugh分级、性别)使用例数和百分比表示；检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 传统CT与宝石能谱CT图像质量比较 宝石能谱CT检查肝外门静脉、肝内门静脉的IN均比传统CT检查低，肝外门静脉、肝内门静脉的CNR均比传统CT检查高，有统计学差异($P<0.05$)。见表1。

2.2 传统CT与宝石能谱CT检查肝实质 门静脉主干CT值比较宝石能谱CT检查肝实质、门静脉主干CT值均比传统CT检查高，有统计学差异($P<0.05$)。见表2。

2.3 传统CT与宝石能谱CT检查图像质量主观评分 宝石能谱CT检查图像质量主观评分比传统CT高，有统计学差异($P<0.05$)。见表3。

表1 传统CT与宝石能谱CT图像质量比较

| 组别 | 肝外门静脉 | | 肝内门静脉 | |
|--------------|------------|------------|-----------|------------|
| | CNR | IN | CNR | IN |
| 传统CT(n=86) | 6.52±1.63 | 18.95±2.77 | 3.35±0.87 | 18.75±2.70 |
| 宝石能谱CT(n=86) | 10.33±2.65 | 14.45±2.26 | 6.40±1.29 | 14.33±2.62 |
| t | 11.357 | 11.673 | 18.178 | 10.895 |
| P | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

表2 传统CT与宝石能谱CT检查肝实质、门静脉主干CT值比较(Hu)

| 组别 | 门静脉主干CT值 | 肝实质CT值 |
|--------------|--------------|--------------|
| 传统CT(n=86) | 182.35±16.43 | 115.42±11.07 |
| 宝石能谱CT(n=86) | 236.26±19.73 | 131.65±12.68 |
| t | 19.472 | 8.942 |
| P | <0.001 | <0.001 |

表3 传统CT与宝石能谱CT检查图像质量主观评分(分)

| 组别 | 图像质量主观评分 |
|--------------|-----------|
| 传统CT(n=86) | 3.52±0.26 |
| 宝石能谱CT(n=86) | 3.70±0.27 |
| t | 4.453 |
| P | <0.001 |

3 讨论

肝硬化为临床常见病,患者因门静脉血液瘀滞导致门静脉压力升高,肝硬化PH患者经外科手术及接受手术治疗获得的效果较为满意,但在术前需了解门静脉侧支循环情况,以保障临床手术措施的顺利实施^[8]。多层螺旋CT为临床重要的检查方式,具有无创、后处理技术及使用简便的优势,可评估肝硬化PH侧支循环状况,但为了将临床的图像质量提高,采用螺旋CT对肝硬化PH侧支循环情况进行检查时需进行多次增强扫描,或需将对比剂的浓度与剂量增加,会增加患者不良反应风险^[9]。数字减影血管造影为血管成像的金标准,但该诊断方式仅可对血管的二维形态进行观察,把血管的乏血特性、影像的重叠常无法对供血动脉予以清晰的显示,导致对于肝硬化PH患者的诊断存在不足。因此,寻找可有效评估肝硬化PH患者的方法十分必要。

宝石能谱CT的核心技术为瞬时双kVp,可实现任一单能力图像重建(在40~140kVp范围内),通过对机体内碘、钙及水进行分析,分离不同迂物质成分,将扫描与空间的分辨率提高,且对于患者的心率要求较低,将运动的伪影减少^[10-11]。本研究结果显示,宝石能谱CT检查肝外门静脉、肝内门静脉的CNR均高于传统CT检查,肝外门静脉、肝内门静脉的IN均低于传统CT检查,宝石能谱CT检查肝实质、门静脉主干CT值均比传统CT检查高,宝石能谱CT检查图像质量主观评分比传统CT高,说明肝硬化PH侧支循环使用宝石能谱CT评估可减少IN,提高图像质量,具有较高的临床应用价值。分析原因:传统CT可全面清晰的显示PH后侧支循环、门静脉整体解剖,可有效利用最大投影后的后处理技术,多方位及多角度的显示门-体间侧支循环情况,并显示患者微小侧支循环情况,对曲张的静脉予以检出;但对不同组织检查时,传统CT图像对比较为恒定,导致传统CT评估肝硬化侧支循环效果较差^[12-13]。宝石能谱CT可短时间内切换高能量,在40~140KeV能量段生成多组单能量图像,有利于将伪影消除,将空间分辨率提高,促使图像质量高清,将放射剂量提高,对肝硬化PH侧支循环全面显示^[14]。CNR与门静脉-肝实质对比度有密切的关系,可对肝背景噪声、门静脉-肝实质CT差值比予以反映,宝石能谱CT中基于噪声模型数据进行重建

时采用自适应的ASiR技术,可降低图像噪声,有利于提高图像分辨率,通过抑制或校正造成,获取清晰的图像,提高图像质量^[15]。此外宝石能谱CT得到的单能量图,有助于将肝硬化的伪影消除,将图像的清晰度提高,将组织的CT值提高,利于对组织细节更好的观察,增加血管、肿瘤与周围组织对比噪声,继而对门静脉主干及其分支清晰的显示,故宝石能谱CT在侧支循环、肝门静脉的显示方面更具优越性,可有效应用于肝硬化患者PH侧支循环的评估中。

综上所述,肝硬化PH侧支循环使用宝石能谱CT评估可减少IN,提高主观图像质量,具有较高的临床应用价值。但同时本研究仍存在一定的不足,如研究的样本量相对较小,可能会影响本研究的结论,同时尚未分析不同肝功能分级侧支血管直径情况,仍存在诸多不足之处,在后续的研究中还需将样本量增加,开展多中心、大数据及大样本的研究,进一步对肝硬化患者PH侧支循环使用宝石能谱CT评估的作用进行分析,以指导临床诊疗措施的拟定,促进肝硬化患者良好预后。

参考文献

- [1] 师彦敏,孙金锋,王春华,等. CT灌注成像对肝硬化门静脉高压继发食管下段侧支循环变化的诊断价值[J]. 北京医学, 2021(10): 1029-1031.
- [2] Garcia-Tsao G, Bosch J, Kayali Z, et al. Randomized placebo-controlled trial of emricasan for non-alcoholic steatohepatitis-related cirrhosis with severe portal hypertension[J]. J Hepatol, 2020, 72(5): 885-895.
- [3] 莫彩建,翁建辉,陈金水,等. MSCT联合MSCTP技术在肝硬化门静脉高压术前诊断中的应用价值[J]. 海南医学, 2022, 33(1): 86-89.
- [4] 石岳飞,杨梅. EUS-FNA技术在肝硬化并发门静脉高压中的诊断价值[J]. 医学临床研究, 2021, 38(12): 1905-1907.
- [5] 贾贻. 宝石能谱CT门静脉成像对肝硬化门静脉高压侧支循环图像质量主观评分的影响[J]. 甘肃医药, 2019, 38(11): 979-981, 1004.
- [6] 中华医学会肝病学会, 中华医学会消化病学分会, 中华医学会消化内镜学分会. 肝硬化门静脉高压食管胃静脉曲张出血的防治指南[J]. 中华肝脏病杂志, 2022, 30(10): 1029-1043.
- [7] 吴哲,唐怡,郭军,等. 门脉高压侧枝循环CT门静脉成像的临床应用价值[J]. 基础医学与临床, 2021, 41(1): 82-86.
- [8] 汪靖园,薛挥,刘梦莹,等. CEUS评价肝硬化门静脉高压患者TIPS术后分流道支架功能[J]. 中国介入影像与治疗学, 2020, 17(1): 22-26.
- [9] 姚欣,周昊,汤善宏,等. 肝硬化门静脉高压患者行经颈静脉肝内门体分流术中置入Viatorr支架分流门静脉左、右支血流对疗效的影响[J]. 临床肝胆病杂志, 2020, 36(9): 1970-1974.
- [10] Jiang X, Fang C, Hu P, et al. Fast and effective single-scan dual-energy cone-beam CT reconstruction and decomposition denoising based on dual-energy vectorization[J]. Med Phys, 2021, 48(9): 4843-4856.
- [11] 邓星星. 能谱CT单能量成像与常规增强CT对门静脉血管成像图像质量的对比研究[J]. 中国当代医药, 2022, 29(7): 107-110.
- [12] Dane B, O'Donnell T, Ream J, et al. Novel dual-energy computed tomography enterography iodine density maps provide unique depiction of crohn disease activity[J]. J Comput Assist Tomogr, 2020, 44(5): 772-779.
- [13] 钟桥维,张秀红. 宝石能谱CT联合后处理技术对肝硬化及原发性肝癌合并门静脉栓子的诊断价值[J]. 现代医用影像学, 2020, 29(7): 1289-1291.
- [14] 范勇,刘义军,王旭,等. 探究靶重建结合能谱CT最佳单能量在门静脉成像中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(10): 1674-1678.
- [15] 钟能枝,朱凤婷,钟林昌,等. 双低对比剂联合能谱CT成像技术在门静脉成像中的应用研究[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(13): 55-57, 61.

(收稿日期: 2024-06-21)

(校对编辑: 姚丽娜)

(排版编辑: 刘淮嘉)