doi:10.11659/jjssx.04E022048

·临床研究·

不同碘浓度对比剂对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量的影响

胡勤勤,张德川,祝 君,曾国飞,杨 华 (重庆市中医院放射科,重庆 400021)

[摘 要] **目的** 探讨不同碘浓度对比剂对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量的影响。**方法** 纳入我院因肝肿瘤行 3 次及以上上腹部 CT 增强扫描检查的 36 例患者,同一患者 3 次检查分别采用碘浓度为 370 mgI/mL、320 mgI/mL、270 mgI/mL 的 3 种对比剂,分别设为 370 组、320 组、270 组,每次对比剂总量均为 1.2 mL/kg,注射速度均为 3.5 mL/s。测量静脉期门静脉、静脉期肝静脉、静脉期肝实质及平扫肝实质 CT 值,计算静脉期门静脉与静脉期肝实质 CT 值差值(门静脉强化值)、静脉期肝静脉与静脉期肝实质 CT 值差值(肝静脉强化值)、静脉期肝实质 CT 值与平扫肝实质 CT 值差值(肝实质强化值)。比较 3 组间静脉期门静脉、静脉期肝静脉、静脉期肝实质及其强化值差异,并采用四级评分标准对图像质量进行目测评分。**结果** 370 组、320 组、270 组门静脉强化值分别为(48.90±17.98)Hu、(45.62±22.98)Hu、(37.38±14.48)Hu;370 组、320 组、270 组肝静脉强化值分别为(45.57±20.61)Hu、(44.14±18.93)Hu、(36.38±21.10)Hu;370 组、320 组、270 组肝实质强化值分别为(47.65±11.19)Hu、(46.92±13.29)Hu、(38.04±12.58)Hu。370 组及 320 组静脉期肝实质及肝实质强化值均高于 270 组($P<0.05$),370 组和 320 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。370 组、320 组、270 组图像质量评分分别为(3.50±0.70)分、(3.42±0.73)分和(3.03±0.88)分,370 组静脉期图像质量明显优于 320 组及 270 组,270 组静脉期图像质量最差。**结论** 碘对比剂浓度对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量具有重要影响,高浓度的对比剂能提升肝脏静脉的显影对比效果。

[关键词] X 射线;对比剂;碘浓度;肝脏;图像质量

[中图分类号] R445.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-04-13

Influence of different iodine concentrations of contrast agent on the image quality of liver enhanced CT in venous phase

HU Qin-qin, ZHANG De-chuan, ZHU Jun, ZENG Guo-fei, YANG Hua (Department of Radiology, Chongqing Traditional Chinese Medicine Hospital, Chongqing 400021, China)

Abstract: Objective To explore the influence of different iodine concentrations of contrast agent on the image quality of liver enhanced CT in venous phase. **Methods** Thirty-six patients who underwent epigastrium enhanced CT scans for no less than three times in our hospital due to liver tumors were included in this study. Three contrast agents with iodine concentrations of 370 mgI/mL, 320 mgI/mL, and 270 mgI/mL were used in the three examinations of the same patient, and they were set as the 370 group, the 320 group, and the 270 group, respectively. The total amount of contrast agent was 1.2 mL/kg, and the injection speed was 3.5 mL/s. The CT values of portal vein in venous phase, hepatic vein in venous phase, liver parenchyma in venous phase and liver parenchyma in plain scan were measured. The CT value difference between portal vein in venous phase and liver parenchyma in venous phase (portal vein enhancement value), CT value difference between hepatic vein in venous phase and liver parenchyma in venous phase (hepatic vein enhancement value), and CT value difference between liver parenchyma in venous phase and liver parenchyma in plain scan (liver parenchyma enhancement value) were measured. The portal vein in venous phase, hepatic vein in venous phase, liver parenchyma in venous phase and their enhancement values were compared among the three groups, and the image quality was visually scored with the four-level scoring standard. **Results** The portal vein enhancement values of the 370 group, the 320 group and the 270 group were (48.90±17.98) Hu, (45.62±22.98) Hu and (37.38±14.48) Hu, respectively; the hepatic vein enhancement values of the 370 group, the 320 group and the 270 group were (45.57±20.61) Hu, (44.14±18.93) Hu and (36.38±21.10) Hu, respectively; the liver parenchyma enhancement values of the 370 group, the 320 group and the 270 group were (47.65±11.19) Hu, (46.92±13.29) Hu and (38.04±12.58) Hu, respectively. The CT value of liver parenchyma in venous phase and liver parenchyma enhancement value in the 370 group and the 320 group were higher than those in the 270 group ($P<0.05$), and there was no significant difference between the 370 group and the 320 group ($P>0.05$). The image quality scores of the 370 group, the 320 group and the 270 group were (3.50±0.70) score, (3.42±0.73) score and (3.03±0.88) score, respectively. The venous phase image quality of the 370 group was obviously superior to those of the 320 group and the 270 group, the image quality of the 270 group was the worst. **Conclusion** The concentration of iodine contrast agent has an important effect on the image quality of liver enhanced CT in venous phase. High concentration of contrast agent can improve the contrast effect of hepatic veins.

Keywords: X-ray; contrast agent; iodine concentration; liver; image quality

[通信作者] 杨 华,E-mail:13527547568@163.com

CT 增强扫描在腹部疾病的诊治中具有重要的临床价值,尤其在肝肿瘤的诊治上有明显优势,对肿瘤的定位、定性和术前精准评估具有重要意义。有关对比剂优化使用对肝脏 CT 增强扫描图像质量的影响一直是国内外学者研究的热点,而如何提高肝脏静脉期图像质量和静脉显影对比效果更是该领域的难点。目前关于碘流率、碘浓度对肝脏血管显影质量的影响报道较多[1-2],但主要集中在动脉和门静脉,对肝静脉的研究相对较少。前期我们在对比剂注射方式对肝静脉显影的影响方面做了部分研究,发现对比剂分段注射和延迟扫描有利于肝静脉的显影对比[3-4]。但如何将对比剂浓度、流率和总量优化组合来提升静脉期肝脏图像质量仍然需要大量的临床研究。在临床中肝肿瘤患者往往需要多次 CT 增强扫描复查,而对比剂的多次使用会增加患肾病的风险,因此,应选择合适的碘浓度对比剂,在满足诊断要求的同时尽量减少对肾的损伤。本研究对一组因肝肿瘤需多次复查的患者采用不同碘浓度对比剂行 CT 增强扫描,探讨不同碘浓度对比剂对静脉期血管及肝实质增强效果的影响,以期为腹部 CT 增强扫描中对比剂的合理使用提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

纳入我院 2018 年 2 月至 2020 年 2 月因肝肿瘤行 3 次及以上上腹部 CT 增强扫描检查的患者 36 例。其中男 21 例,女 15 例;年龄 33 ~ 72 岁,平均(58.91 ± 8.86)岁,检查前均签署 CT 增强扫描检查知情同意书。纳入标准:①行肝肿瘤复查;②复查间隔时间为 3 ~ 6 个月;③所有CT 影像资料完整。排除标准:①对碘对比剂过敏;②严重甲状腺功能亢进;③严重心、肝、肾功能衰竭;④肝硬化;⑤不能配合检查;⑥需要对肿瘤强化程度进行定量评估;⑦肿瘤太大影响图像观察。

1.2 检查方法

检查前嘱患者空腹,口服温水以充盈胃肠道,测量患者身高、体质量,并于肘静脉预埋 20 G 留置针,训练患者屏气呼吸。采用 GE Optima CT660 扫描仪,患者取仰卧位,头先进,深吸气后憋气,扫描范围覆盖整个肝脏,采用智能 mA 技术,扫描条件:管电压 120 kV,管电流 150 ~ 450 mA,螺距 0.984,转速 0.5 r/s,准直器宽度 0.625 mm × 64 mm,矩阵 512 × 512,层厚 5 mm,层间隔 5 mm,重建层厚 0.625 mm,层距 0.625 mm,迭代重建 ASiR 权重比为 70%。采用高压注射器经肘静脉注入非离子型对比剂。同一患者 3 次检查分别给予碘帕醇(370 mgI/mL)、碘佛醇(320 mgI/mL)、碘克沙醇(270 mgI/mL)3 种浓度的对比剂,分别设为 370 组、320 组、270 组,每次对比剂总量均为 1.2 mL/kg,注射速度均为 3.5 mL/s,扫描方式采取计时法,静脉期扫描时间为 70 s。对比剂注射完毕后加推 30 mL 生理盐水,以保证对比剂充分进入循环。所有患者均由同一技师采用统一扫描方案进行扫描。

1.3 图像后处理及分析

所有检查数据传至 ADW 4.5 工作站,分别测量静脉期门静脉、静脉期肝静脉、静脉期肝实质及平扫肝实质 CT 值(单位 Hu)。测量肝实质时尽量选择强化均匀正常肝实质,避开伪影、病变、血管及胆管,感兴趣区(region of interest,ROI)大小为 20 mm^2,门静脉选择主干进行测量,肝静脉选择肝左、中、右显示较好的分支进行测量,测量时 ROI 小于血管管腔面积。3 次测量取平均值纳入统计。计算静脉期门静脉与静脉期肝实质 CT 值差值(门静脉强化值)、静脉期肝静脉与静脉期肝实质 CT 值差值(肝静脉强化值)、静脉期肝实质与平扫肝实质 CT 值差值(肝实质强化值)。比较 3 组间静脉期门静脉、静脉期肝静脉、静脉期肝实质及其强化值差异。图像由 2 名有 5 年以上影像诊断工作经验的诊断医师以双盲法采用四级评分标准进行图像质量评分,意见分歧时由 2 名医师共同协商达成一致。四级评分标准:Ⅰ级,静脉血管和肝实质之间对比度极好,肝实质强化均匀度非常好,整个图像质量非常好,4 分;Ⅱ级,静脉血管和肝实质之间对比度较好,肝实质强化均匀度较好,图像质量较好,3 分;Ⅲ级,静脉血管和肝实质之间没有足够的对比度,门静脉或肝静脉血管显示不清,肝实质均匀度较差,2 分;Ⅳ级,静脉血管和肝实质之间对比度极差,图像质量极差,1 分。

1.4 统计学分析

所有数据录入 Excel 表格,采用 SPSS 19.0 统计学软件进行分析,计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析,两组间比较采用 t 检验。2 名诊断医师评价的一致性采用 *Kappa* 检验。$P < 0.05$ 为差异具有统计学意义,*Kappa* 值 > 0.6 时为 2 名诊断医师评价一致性较好。

2 结果

2.1 图像客观评价指标

370 组及 320 组静脉期肝实质 CT 值及肝实质强化值均高于 270 组($P < 0.05$),而 370 组和 320 组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。其中肝实质强化值大于 50 Hu 者,370 组有 20 例,320 组有 17 例,270 组有 13 例,370 组肝实质强化值大于 50 Hu 的患者例数最多,370 组和 320 组肝实质强化值均值接近 50 Hu,均值基本接近。

表 1 3 组 CT 值的客观评价指标比较($\bar{x} \pm s$,Hu)

组别	平扫肝实质 CT 值	静脉期肝实质 CT 值	肝实质强化值	静脉期门静脉 CT 值	静脉期肝静脉 CT 值	门静脉强化值	肝静脉强化值
370 组	59.46 ± 6.02	107.12 ± 12.80	47.65 ± 11.19	156.71 ± 28.92	153.38 ± 30.95	48.90 ± 17.98	45.57 ± 20.61
320 组	59.00 ± 4.36	106.38 ± 14.72	46.92 ± 13.29	153.71 ± 35.12	152.24 ± 50.33	45.62 ± 22.98	44.14 ± 18.93
270 组	57.42 ± 4.66	97.5 ± 12.89 *#	38.04 ± 12.58 *#	136.05 ± 24.46	135.05 ± 31.12	37.38 ± 14.48	36.38 ± 21.10
F	1.162	4.089	0.485	2.944	2.239	2.093	1.536
P	0.321	0.021	0.010	0.060	0.105	0.132	0.224

*:与 370 组比较,$P<0.05$;#:与 320 组比较,$P<0.05$

2.2 图像主观评价指标

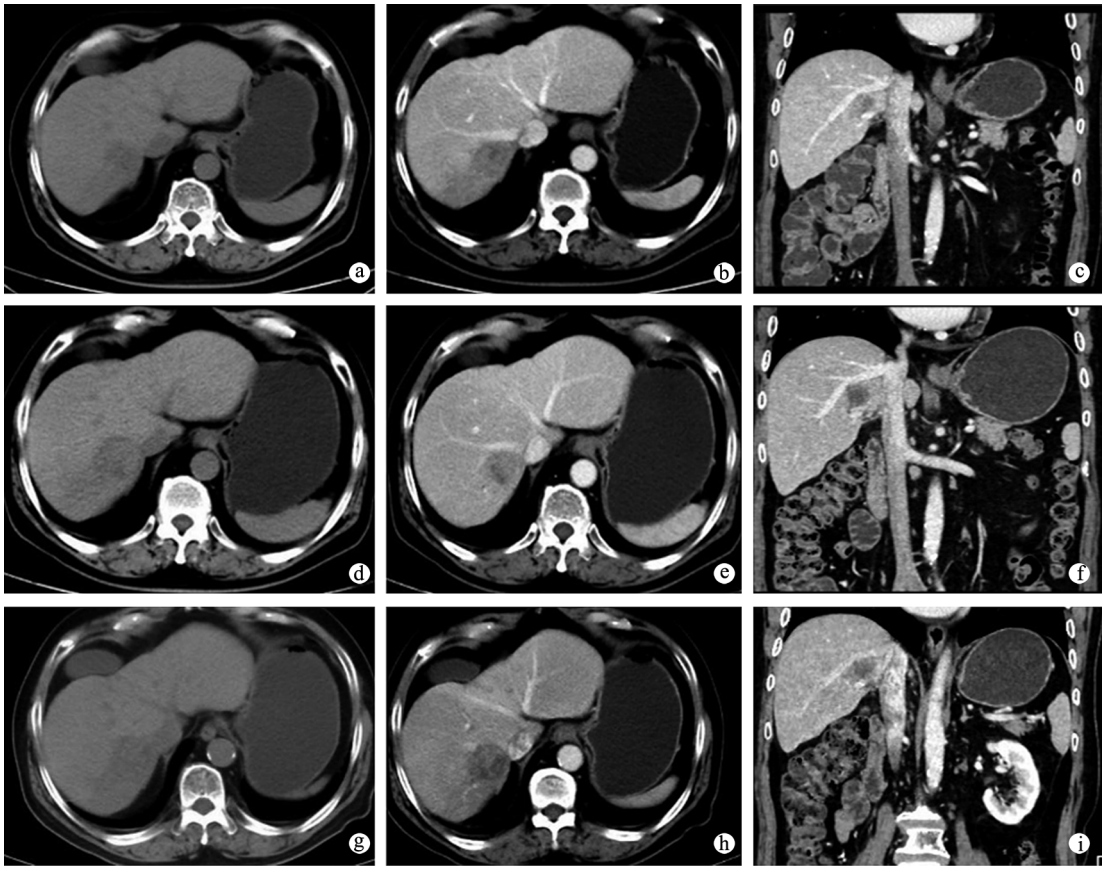
2 名诊断医师静脉期图像质量主观评分一致性较好(*Kappa* 值 = 0.78)。370 组图像质量主观评分最高,320 组评分略低于 370 组,270 组评分最低,3 组图像质量主观评分比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。370 组静脉期图像质量最佳,静脉血管分支显示清晰,静脉血管和肝实质之间对比度很好;320 组静脉期图像质量较好,静脉血管分支可显示,静脉血管和肝实质之间对比度较好;270组静脉期图像质量较差,静脉血管分支显示不清,静脉血管和肝实质之间对比度较差。

表 2 不同浓度对比剂组图像质量主观评分

组别	4 分	3 分	2 分	1 分	均值	*F*	*P*
370 组	22	10	4	0	3.50 ± 0.70		
320 组	20	11	5	0	3.42 ± 0.73	3.829	0.025
270 组	13	12	10	1	3.03 ± 0.88		

2.3 典型病例

患者,男,65 岁,肝右叶肿瘤患者,于 2019 年 8 月行上腹部 CT 增强扫描检查,对比剂浓度为 370 mgI/mL,静脉血管和肝实质之间对比度很好,肝实质强化均匀度很好,图像质量评分 4 分(图 1a ~ c);3 个月后复查,对比剂浓度为 320 mgI/mL,静脉血管和肝实质之间对比度较好,肝实质强化均匀度较好,图像质量评分 3 分(图 1d ~ f);3 个月后再次复查,对比剂浓度为 270 mgI/mL,静脉血管和肝实质之间对比度较差,肝实质强化均匀度较差,图像质量评分 2 分(图 1g ~ i)。



a ~ c:第 1 次检查平扫横断面图像、静脉期横断面图像、静脉期冠状面图像;d ~ f:第 2 次检查平扫横断面图像、静脉期横断面图像、静脉期冠状面图像;g ~ i:第 3 次检查平扫横断面图像、静脉期横断面图像、静脉期冠状面图像

图 1 典型病例 3 种不同浓度对比剂 CT 检查图像

3 讨论

CT 增强扫描图像质量受患者、设备、检查技术等多种因素的影响,其中对比剂的使用是影响增强效果的关键因素。通过对比剂可提升组织及血管密度,提高二者之间的显影对比效果,进而为观察血流动力学变化提供方便[5]。目前腹部 CT 增强扫描使用的对比剂种类较多,不同的对比剂分子式决定了对比剂的渗透压、黏稠度及副作用等理化特性,但单位时间内对比剂的碘总量决定其 CT 增强效果[6-7]。无论是碘总量不足或是过量,均会影响病变的显示及定性诊断[8]。同时,高浓度对比剂会增加对比剂肾病的发生率。因此,合适碘浓度对比剂的选择应以尽可能提高腹部 CT 增强效果的同时减少对患者的损伤为原则。目前,对比剂的使用尚无统一标准,临床医师通常根据经验调整对比剂浓度和注射速率,以达到相对满意的增强效果[9]。因而,探讨不同碘浓度对比剂对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量的影响具有重要临床意义。

有研究表明,患者身体质量指数对血管和肝脏实质强化有影响[10]。本研究为了排除患者间个体差异对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量的影响,选择同一患者使用相同的速率和总量,通过注射 3 种不同浓度对比剂的方式进行自身前后对比,更具客观性。

肝脏静脉期图像主要取决于门静脉、肝静脉及肝实质的显影浓度及显影对比。门静脉由脾静脉和肠系膜上静脉回流组成,是肝脏血液的主要来源,约占肝脏供血的75% ~80%[11],因而门静脉增强效果往往比较满意,但门静脉平台期时间较短,如何在静脉期维持门静脉显影并保持和肝实质的显影对比对静脉期图像质量具有重要意义。肝静脉是肝动脉、门静脉血液流经肝组织后从肝血窦逐级回流、汇合而成,循环相对较慢,显影效果往往不佳,而且肝静脉显影峰值时间晚于肝实质峰值时间,峰值过后还会出现一些小峰,导致肝静脉与肝实质之间对比不佳。研究表明,在相同扫描方案及对比剂注射方案的前提下,使用高浓度对比剂能提升门静脉检查的成功率及图像质量[12]。本研究结果显示,370 组、320 组图像质量主观评分高于 270 组,表明高浓度对比剂对于静脉血管的显示更佳。这是因为在固定流速的情况下,高浓度对比剂碘流率相对较高,可以提高门静脉的峰值高度;同时,在不增加对比剂总量的条件下,高浓度对比剂可以提高碘总量,而高碘量可以维持静脉系统峰值持续时间,更有利于肝静脉的显影。对于肝脏静脉血管成像首选浓度为 370 mgI/mL的对比剂。但是高浓度对比剂会增加患肾病的风险,对于肾功能差者或需多次复查行 CT 增强检查者可使用 320 mgI/mL 的对比剂。

研究表明,要获得满足诊断要求的静脉期图像,肝实质强化值的最小值应在 50 Hu 以上[13]。本研究结果显示,肝实质强化值大于 50 Hu 者,370 组有 20 例,320 组有 17 例,270 组有 13 例。370 组和 320 组肝实质强化值均值接近 50 Hu,且 370 组与 320 组均值基本接近,为减少对患者的损伤,对于肝实质的强化可选择碘浓度为 320 mgI/mL 的对比剂。270 组肝实质强化值均值小于 40 Hu,难以获得满意的静脉期图像,故不推荐使用碘浓度为 270 mgI/mL 的对比剂。这是因为对比剂碘总量是决定静脉期肝实质强化程度的重要因素,在相同剂量及流速条件下,270 组碘总量相对较低,可能会导致肝实质强化程度较低,不能与静脉血管形成良好的对比。也有研究表明,使用含碘量更高的对比剂可以使肝实质得到更明显的强化[14],本研究结果与之一致。有研究认为,低浓度对比剂联合低管电压可以在保证图像质量的同时减少对比剂肾病的发生[15-16]。因此选择碘浓度为 270 mgI/mL 的对比剂时需结合低管电压及迭代重建算法,以保证图像对比度,但是此种条件下信噪比相对较差,更适用于单纯血管显影。

本研究也存在一些不足:①对比剂种类少,浓度梯度的设置尚未包括市面上所有的对比剂浓度;②样本量较小;③只针对了静脉期图像进行研究;④每位患者复查的间隔时间并没有严格规定,不同患者、不同复查周期的血流动力学差异没有纳入分析。综上所述,碘对比剂浓度对肝脏 CT 增强扫描静脉期图像质量具有重要影响,高浓度对比剂能提升肝脏静脉的显影对比效果。

[参考文献]

[1] 李志强,卢健烨,卿 勇,等. 对比剂注射方式对 CT 门静脉成像质量的影响[J]. 中国中西医结合影像学杂志,2018,16(3):260 -262. doi:10.3969/j.issn.1672 -0512.2018.03.012.

[2] 郭凌飞,魏新红,梁长虎,等. 不同浓度对比剂不同千伏对动脉血管密度影响的对比研究[J]. 医学影像学杂志,2019,29(1):99 -103.

[3] 杨 华,胡勤勤,刘翠芳,等. 对比剂分段注射在肝硬化患者肝静脉 CT 造影中的应用价值[J]. 实用放射学杂志,2019,35(12):2018 -2021. doi:10.3969/j.issn.1002 -1671.2019.12.032.

[4] 胡勤勤,曾国飞,张 昊,等. 对比剂分段注射在兔肝脏 CT 血管成像中的价值及方案优化[J]. 实用放射学杂志,2021,37(11):1894 -1897. doi:10.3969/j.issn.1002 -1671.2021.11.035.

[5] 宋 巍,吕 梁,刘兴利,等. 基于肝脏体积测量计算腹部 CT 增强扫描碘对比剂剂量个体化方案的可行性[J]. 中华放射学杂志,2020,54(5):403 -407. doi:10.3760/cma.j.cn112149 -20190826 -00719.

[6] 李 黎,任思桦,骆成俊,等. 64-MDCT 扫描中不同浓度碘对比剂对肝癌不同时相的检出率与增强效果[J]. 局解手术学杂志,2018,27(1):61 -64. doi:10.11659/jjssx.08E017080.

doi:10.11659/jjssx.04E022054

·临床研究·

肩关节镜下单排与双排缝合技术治疗巨大肩袖撕裂的疗效对比

黄 伟,胡联英,骆亮亮,贾其余 (合肥市第二人民医院/蚌埠医学院附属合肥市第二人民医院骨科,安徽 合肥 230011)

[摘 要] **目的** 肩关节镜下单排与双排缝合技术治疗巨大肩袖撕裂的疗效。**方法** 选取我院收治的82例巨大肩袖撕裂患者为研究对象,按照手术方式的不同分为单排组(31例)和双排组(51例),单排组患者采用单排缝合技术缝合,双排组患者采用双排缝合技术缝合。比较2组患者手术前后VAS评分、Constant评分和加州大学洛杉矶分校(UCLA)评分以及A-H间距,并观察患者不良反应发生情况。**结果** 治疗前2组患者的VAS评分、Constant评分、UCLA评分以及患肩A-H间距比较差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后2组患者的VAS评分均低于治疗前($P<0.05$),UCLA评分、Constant评分和A-H间距均高/大于治疗前($P<0.05$);且治疗后双排组患者A-H间距大于单排组,差异有统计学意义($P<0.05$);治疗后2组患者VAS评分、UCLA评分、Constant评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。双排组患者不良反应发生率显著低于单排组,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 对于巨大肩袖撕裂患者,肩关节镜下双排缝合技术的较单排缝合技术的疗效更佳,采用肩关节镜下双排缝合技术可改善患者肩关节功能,且安全性较高,同时对于A-H间距的改善更显著。

[关键词] 巨大肩袖撕裂;双排缝合;肩关节镜;A-H间距

[中图分类号] R687.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-04-14

Comparison of the curative effect of single-row and double-row suture techniques under shoulder arthroscopy in the treatment of huge rotator cuff tear

HUANG Wei, HU Lian-ying, LUO Liang-liang, JIA Qi-yu (Department of Orthopedics, the Second People's Hospital of Hefei/the Second People's Hospital of Hefei Affiliated to Bengbu Medical College, Hefei Anhui 230011, China)

Abstract: Objective To compare the curative effect of single-row and double-row suture techniques under shoulder arthroscopy in the treatment of huge rotator cuff tear. **Methods** A total of 82 patients with huge rotator cuff tear were selected as the research objects and they were divided into the single-row group (31 cases) and the double-row group (51 cases) according to the different operative methods. Patients in the single-row group were sutured with single-row suture technique, while patients in the double-row group were sutured with double-row suture technique. The VAS score, Constant score, University of California, Los Angeles (UCLA) score and A-H spacing before and after surgery of the two groups were compared, and the incidence of adverse reactions of patients was observed. **Results** Before treatment, there was no significant difference in the VAS score, Constant score, UCLA score and the A-H spacing of the affected shoulder between

[基金项目] 2020年蚌埠医学院科技项目(2020byzd326)

[7] 曹 锋,董江宁,韦 超,等.不同浓度碘对比剂在腹部血管CT增强效能的对比研究[J].实用放射学杂志,2018,34(2):287-290.doi:10.3969/j.issn.1002-1671.2018.02.032.

[8] Rengo M, Bellini D, Businaro R, et al. MDCT of the liver in obese patients: evaluation of a different method to optimize iodine dose[J]. Abdom Radiol (NY), 2017, 42(10): 2420-2427. doi: 10.1007/s00261-017-1156-x.

[9] Tsuge Y, Kanematsu M, Goshima S, et al. Abdominal vascular and visceral parenchymal contrast enhancement in MDCT: effects of injection duration[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): 259-264. doi: 10.1016/j.ejrad.2010.06.044.

[10] 胡茂清,龙 昉,龙晚生,等.身体指数与主动脉和肝脏CT强化程度的相关性研究[J].中华放射学杂志,2020,54(2):101-106.doi:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.02.003.

[11] Peregrin JH, Janoušek R, Kautznerová D, et al. A comparison of portal vein embolization with poly(2-hydroxyethylmethacrylate) and a histoacryl/lipiodol mixture in patients scheduled for extended right hepatectomy[J]. Physiol Res, 2015, 64(6): 841-848. doi: 10.33549/physiolres.932992.

[12] 王 威,赵 振,秦 智,等.不同浓度对比剂对门静脉CT成像效果的对比研究[J].中华放射学杂志,2020,54(5):413-416.doi:10.3760/cma.j.cn112149-20190830-00732.

[13] Heiken JP, Brink JA, McClennan BL, et al. Dynamic incremental CT: effect of volume and concentration of contrast material and patient weight on hepatic enhancement[J]. Radiology, 1995, 195(2): 353-357. doi: 10.1148/radiology.195.2.7724752.

[14] 朱 正,赵心明.高浓度碘对比剂碘美普尔(400 mg/ml)在腹部的应用[J].中华放射学杂志,2020,54(5):385-388.doi:10.3760/cma.j.cn112149-20191028-00866.

[15] 李 飞.低管电压低剂量低浓度造影剂在增强CT检查中预防造影剂肾病的临床研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(3):92-94.doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.03.031.

[16] Shen Y, Hu X, Zou X, et al. Did low tube voltage CT combined with low contrast media burden protocols accomplish the goal of "double low" for patients? An overview of applications in vessels and abdominal parenchymal organs over the past 5 years[J]. Int J Clin Pract, 2016, 70(9): 5-15. doi: 10.1111/ijcp.12861.

(编辑:魏 源)