

论著

Diagnostic Value of CT and MRI Re-Examination in Complications after Hip Replacement

CHEN Long^{1,*}, CHEN Yue², WANG Kun³.

1. Department of Rehabilitation, Hefei Eighth People's Hospital, Chaohu 238000, Anhui Province, China

2. CT.MRI Room, Hefei Eighth People's Hospital, Chaohu 238000, Anhui Province, China

3. Department of Orthopedics, Hefei Eighth People's Hospital, Chaohu 238000, Anhui Province, China

髋关节置换术后CT及MRI复查对并发症的诊断价值分析

陈龙^{1,*} 陈月² 王昆³

1. 合肥市第八人民医院康复科

(安徽巢湖 238000)

2. 合肥市第八人民医院CT.MRI室

(安徽巢湖 238000)

3. 合肥市第八人民医院骨科

(安徽巢湖 238000)

【摘要】目的 分析髋关节置换(THA)术后术后电子计算机断层扫描(CT)及磁共振成像(MRI)复查对并发症的诊断价值。**方法** 回顾性2019年1月至2020年4月在本院以THA术后不适症状为主诉而就诊的71例患者的临床资料；分析其CT、MRI影像特征，以手术结果为对照，绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析CT、MRI对THA术后并发症的诊断价值。**结果** 71例患者中CT检出无菌性松动37例、骨溶解23例、感染8例、异位骨化5例、假瘤6例、假体周围骨折2例；MRI检出无菌性松动42例、骨溶解15例、感染21例、异位骨化3例、假瘤8例、假体周围骨折3例；ROC曲线分析显示MRI诊断髋关节置换术后无菌性松动、感染的AUC分别为0.886、1.000，显著高于CT的0.689、0.690($P<0.05$)，对应敏感度为97.22%、100.00%，特异度分别为80.00%、100.00%；MRI诊断骨溶解的AUC值为0.895，略高于CT的0.890，与CT的0.890比较无统计学意义($Z=0.119$ 、 $P=0.905$)，CT、MRI诊断骨溶解的敏感度分别为89.47%、78.95%，特异度分别为88.46%、100.00%。**结论** CT、MRI对THA术后骨溶解的诊断效能相当，但后者对THA术后无菌性松动、感染的诊断效能明显优于CT，诊断骨溶解的特异度也优于CT。

【关键词】 全髋关节置换术；电子计算机断层扫描；磁共振成像；并发症

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.12.063

ABSTRACT

Objective To analyze the diagnostic value of computer tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) re-examination in complications after total hip replacement(THA). **Methods** Clinical data of 71 patients who were treated in the hospital due to uncomfortable symptoms after THA during the period from January 2019 to April 2020 were retrospectively analyzed. Meanwhile, their CT and MRI characteristics were analyzed. With the results of operation as control, receiver operating characteristic (ROC) curves were used to analyze the diagnostic value of CT and MRI in complications after THA. **Results** Among the 71 patients, there were 37 cases of aseptic loosening, 23 cases of osteolysis, 8 cases of infection, 5 cases of heterotopic ossification, 6 cases of pseudotumor, and 2 cases of fractures around the prosthesis detected by CT. Correspondingly, there were 42 cases, 15 cases, 21 cases, 3 cases, 8 cases and 3 cases detected by MRI. ROC curve analysis showed that the AUC values of MRI for diagnosis of aseptic loosening and infection after THA were 0.886 and 1.000, which were significantly larger than those of CT (0.689 and 0.690) ($P<0.05$). The corresponding sensitivities were 97.22% and 100.00%, and the specificities were 80.00% and 100.00%. The AUC of MRI for diagnosis of osteolysis (0.895) was slightly larger than that of CT (0.890) ($P>0.05$). The sensitivities of CT and MRI in diagnosis of osteolysis were 89.47% and 78.90%, and the specificities were 88.46% and 100.00%, respectively. **Conclusion** CT and MRI are equivalent in diagnosis of osteolysis after THA. However, MRI is significantly better than CT in diagnosis of aseptic loosening and infection after THA, and its specificity in diagnosis of osteolysis is also better than CT.

Keywords: Total Hip Replacement; Computerized Tomography; Magnetic Resonance Imaging; Complications

据报道，2015年我国接受髋关节或膝关节置换术的患者达40万例，并以25%~30%每年的速度增长，伴随着高手术获益的同时，并发症也引起临床重视^[1]。全髋关节置换(THA)术后并发症以无菌性松动、感染、假体不稳定等常见，也是THA术后翻修的主要原因，而术后翻修不仅手术时间长、并发症风险高，且疗效差、假体生存率低，因此早诊断早干预是降低预后不良风险的关键^[2-3]。当前THA术后并发症的诊断以X线片、电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)、放射性核素显像扫描相对常见，但研究报道其敏感度欠佳^[4]。而磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)则具高组织分辨率，并可进行三维断层扫描，可消除金属伪影^[5]。鉴于此，本研究回顾性分析71例THA术后因不适症状就诊患者的CT、MRI影像资料，以期为THA术后并发症的诊断提供试验依据，具体报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析。研究对象为2019年1月至2020年4月在本院以THA术后出现不适症状为主诉的患者71例。

纳入标准：初次THA术；THA术后首次因不适症状就诊；均接受CT或MRI检查，且检查前未接受过并发症相关治疗；有明确临床诊断结果。排除标准：合并THA术以外的骨折手术病史；合并恶性肿瘤疾病者。最终纳入71例，其中男36例，女35例；年龄41~72岁，平均(58.87±8.66)岁；接受THA到本次就诊时间为15~60个月，平均(31.48±15.33)个月；均为单侧THA，其中14例为骨水泥型假体，经翻修术或随访等证实无菌性松动36例、骨溶解19例、感染21例、假瘤6例，假体周围骨折3例。

1.2 方法

CT检查：CT检查设备为GE螺旋CT扫描仪，150keV、300mA，所有患者均接受冠状面、矢状面重建。MRI检查：MEI检查设备为GE Signa HDXT 1.5T扫描仪，心脏表面线圈， T_1 WI序列(FSE T_1 WI TR/TE 400ms/15ms、FSE T_2 WI 2000ms/80ms、FSE STIR TR/TR 2000ms/80ms，层厚5mm、层间距1mm，矩阵286×286，视野40cm)。

1.3 图像分析 由两位高年资影像学医师采用双盲法对患者CT、MRI检查结果进行分析，分别依据CT、MRI影像学资料统计是否出现无菌性松动、感染、假体周围骨折等并发症发生，取统一意见为最终诊断结果，若意见不统一则协商统一后作出最终诊断。

1.4 统计学方法 SPSS 22.0软件进行统计学方法，计数资料用例或百分比描述，CT、

【第一作者】陈龙，男，主治医师，主要研究方向：骨科疾病康复。E-mail: S2628903735@163.com

【通讯作者】陈龙

MRI对THA术后并发症的诊断价值采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析, 以曲线下面积值(area under curve, AUC)反映诊断效能, AUC值的比较采用Z检验; 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 CT诊断结果 71例THA术患者, 37例可在假体周围出现 $>2\text{mm}$ 的均匀透量线影像, 诊断为无菌性松动; 23例CT影像学可见囊样透亮区, 13例单发, 10例多发, 所有囊样透亮区域均可见清晰边界, 9例可见硬化边形成, 诊断为骨溶解; 8例可见骨与软组织局部骨皮质轮廓不规则中断, 可见缺损, 但无明显硬化边缘, 诊断为感染; 5例可见片状骨质密度影, 诊断为异位骨化; 6例患者可见假体内衬磨损, 有移位现象, 但无明显松动, 假体周围有类圆形的软组织影, 2例可见点片状金属碎屑影, 诊断为假瘤; 2例假体周围骨皮质不联, 骨折断端可见轻微移位, 诊断为假体周围骨折。见表1。

2.2 MRI诊断结果 71例THA术患者经MRI检查, 32例假体周围有光滑线样信号影, 10例可见环形中等信号影, STIR均表现稍高信号, 诊断为无菌性松动; 15例则诊断为骨溶解, 骨溶解区域均可见异常的囊状软组织信号, T_1 等低信号、 T_2 及STIR则均呈高度混杂信号, 11例病灶周围可见硬化边; 另21例MRI影像显示假体周围软组织有不同程度水肿, 诊断为感染, 其中5例感染患者可见假体周围骨质水肿改变, 6例可见髋臼骨质破坏, 3例可见大量

关节积液; 3例假体周围软组织内的有骨质信号沉积, 骨髓信号呈高信号, 周围皮质信号影则呈低信号, 但各序列表现与正常骨质相同, 诊断为异位骨化; 8例可见假体周围有囊实性软组织肿块, 肿块呈类圆形且光滑, T_2 、STIR呈高混杂信号影, 诊断为假瘤; 3例MRI影像可见骨皮质断裂处有点状信号影, 周围伴骨膜增厚, STIR呈高信号影, 周围软组织广泛水肿, 诊断为假体周围骨折。见表1。

2.3 CT、MRI对THA术后无菌性松动、骨溶解、感染的诊断价值分析 MRI诊断髋关节术后无菌性松动、感染的AUC显著高于CT($Z=2.168$ 、 5.701 , $P=0.003$ 、 <0.001), 但诊断骨溶解的AUC值差异无统计学意义($Z=0.119$, $P=0.905$), 见表2、图1。

表1 CT、MRI诊断结果(例)

并发症	手术证实	CT	MRI
无菌性松动	36	37	42
骨溶解	19	23	15
感染	21	8	21
异位骨化	0	5	3
假瘤	6	6	8
假体周围骨折	3	2	3

表2 CT、MRI诊断THA术后并发症

并发症	CT				MRI			
	AUC	约登指数	敏感度	特异度	AUC	约登指数	敏感度	特异度
无菌性松动	0.689	0.378	75.00%	62.86%	0.886	0.772	97.22%	80.00%
骨溶解	0.890	0.779	89.47%	88.46%	0.895	0.789	78.95%	100.00%
感染	0.690	0.381	38.10%	100.00%	1.000	1.000	100.00%	100.00%

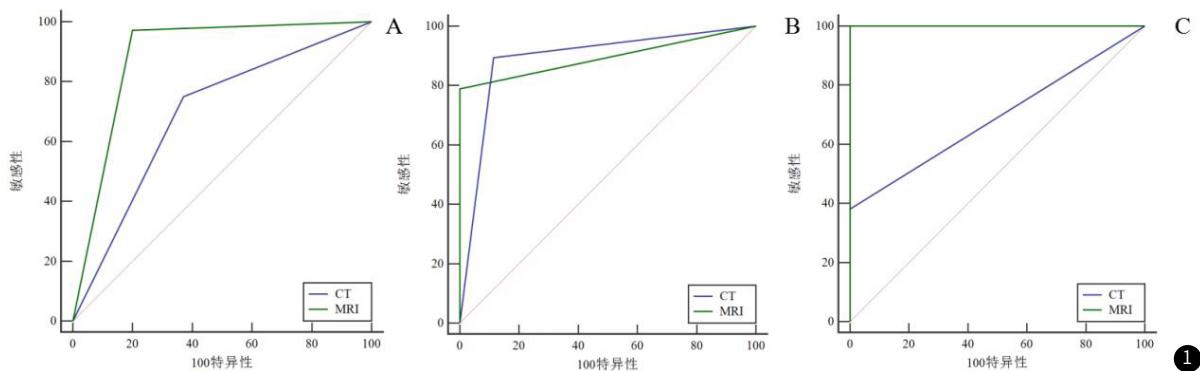


图1 CT、MRI诊断THA术后并发症的ROC曲线分析

3 讨 论

无菌性松动、骨溶解、感染均是THA术后常见并发症。其中无菌性松动指假体周围纤维膜形成、或骨质吸收所引起的非感染性假体固定性丧失现象^[6]。无菌性松动以肉芽组织增生为典型病理特征, CT、MRI影像分别可见假体周围均匀透量线影, 光滑线样信号影或环形中等信号影, MRI STIR均表现稍高信号^[7]。另ROC曲线分析MRI诊断无菌性松动的敏感度为97.22%、特异度为80.00%, 高于CT诊断的75.00%、62.86%。骨溶解则多与植入物磨损有关, 也是影响假体使用寿命的关键原因之一, 研究指出THA术所使用的金属假体磨损颗粒、假体聚乙烯内衬可诱导巨噬细胞介导免疫应答, 导致骨溶解、假体周围骨质吸收, 限制假体使用寿命^[8-9]。本研究中骨溶解的CT典型征象为囊样透亮区, 且边界清晰, 部分伴硬化边形成; 在MRI表现上与CT有一定相似之处, 主要表现为异常的囊状软组织信号, T_1 等低、 T_2 及STIR则均呈高度混杂信号, 病灶周围同样可见硬化边。ROC曲线分析则显

示两种影像学检查诊断骨溶解的效能并无显著差异, MRI在特异度上优势更佳, 为100.00%, 但敏感度稍显欠缺, 为78.95%, 低于CT的89.47%。但往期研究报道, MRI可早期发现磨损诱导的滑膜炎, 在显示骨溶解范围上优势更显著。另假体周围感染中2/3是病菌术中定植所引起, 另1/3则是血行散播所致, 是THA术后最复杂的并发症之一^[10-11]。本研究中假体周围感染在CT上主要表现为骨与软组织局部骨皮质轮廓不规则中断, 可见缺损, 但无明显硬化边缘; 而MRI则表现假体周围骨质水肿改变, 可伴髋臼骨质破坏、关节积液等征象。经ROC曲线分析则显示MRI诊断感染的AUC显著高于CT, 其敏感度、特异度均高达100.00%。分析这与MRI的高软组织分辨率有关, 且MRI还可有效评估感染深度及广度。

异位骨化也是THA术后并发症之一, 异位骨化的病因及诱因尚不明, 研究多认为异位骨化以关节周围软组织内出现成熟板层骨及骨髓沉积为典型病理表现^[12]。本研究显示其在CT上主要表现为片状骨质密度影, 而MRI可见假体周围软组织内骨质信号沉

积，骨髓、周围皮质分别呈高信号、低信号，但各序列表现与正常骨质并无明显差异。假瘤作为THA术后并发症之一，主要以血管周围淋巴细胞聚集及金属颗粒沉积为典型特征，与慢性炎症不同的是，假瘤是金属碎屑引起的局部不良组织反应，可伴广泛表面组织坏死^[13-14]。本研究中CT可见假体内衬磨损，有移位现象，但无明显松动，假体周围有类圆形的软组织影；MRI则可见假体周围有类圆形光滑囊实性软组织肿块，T₂呈高混杂信号影，STIR也呈高混杂信号影。另THA术后假体周围骨折则相对少见，主要与外伤、应力等因素有关，研究报道，受骨量缺失影响，较初次接受关节置换术的患者，翻修术患者具更高的骨折风险^[14-15]；本研究显示假体周围骨折在CT上表现为假体周围骨皮质不连，骨折断端可见轻微移位；而MRI则骨皮质断裂处有点状信号影，周围伴骨膜增厚，STIR呈高信号影，周围软组织广泛水肿。由此也可见，无论在CT、或是MRI影像上，异位骨化、假瘤、假体周围骨折均有一定典型影像特征，但因本研究样本量较小，考虑可能存在较大的统计学计算误差，因此未使用ROC曲线分析CT、MRI对异位骨化、假瘤、假体周围骨折等并发症的诊断价值，拟在下阶段采集大样本量后进一步探究。

综上所述, CT、MRI在诊断THA术后并发症上均有一定优势, 两种影像学手段对骨溶解的诊断效能对无显著差异, 但MRI诊断髋关节置换术后无菌性松动、感染的效能更佳, 值得临床重视。

参考文献

- [1] 陈立新, 何晓铭, 糜水帝, 等. 基于文献计量学和可视化技术分析髋关节置换术治疗股骨颈骨折的全球研究现状及趋势 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(11): 2673-2677.

(上接第167页)

常采用总速率4~5mL/s进行注射，由于流体不同相邻层面因为流速差异而出现相对滑动，二者不能有效混合而出现“层流现象”，而层流又会使对比剂在血管内部出现“边流现象”，影响显影效果^[14]。且由于流速较快，增加了静脉血栓脱落的风险。Zhao等^[15]研究显示对比剂高流速注入不能在静脉血管混合均匀，导致血液与对比剂滑动而诱发“层流现象”。研究显示静脉血管内部血流速度与对比剂注射速度之间差值越小，层流出现几率越低，扫描后图像质量越佳^[16]。易文芳^[17]采用超低浓度、大剂量、低流速持续(总速率为3mL/s)注射方式进行扫描，使血管管腔对比剂维持时间延长，有效降低伪影干扰。本研究中将丙组小腿段静脉注射总速率控制在2.5mL/s，得到的扫描图像质量明显优于甲组与乙组(95.65% vs 65.22%、68.18%)，分析认为丙组两种速度联合在近段与远段静脉血管对比剂浓度可以在扫描范围内保持稳定，有效减少对比剂浓度与血流流速所致“层流现象”，提高图像质量。

对比剂注射不良反应与其注射速率关系密切，高速率注射会因为对比剂在血管内浓度显著增加、黏度上升而出现不良反应^[18]，并增加血栓脱落风险。本研究中三组患者对比剂所致不良反应发生率比较无统计学意义(13.04%， 22.73%， 21.71%)，无一病例出现血栓脱落，我们认为检查前详细了解患者过敏史，扫描结束后再注入生理盐水进行水化，严密监测患者反映，同时叮嘱患者多喝水，有效降低患者血液中对比剂浓度，在一定程度上降低了患者不良反应发生。

综上所述, MSCT直接法下肢静脉成像中采用总速率先3mL/s后2.5mL/s进行对比剂注射可以保证对比剂处于稳定高浓度且混合较均匀状态, 下肢静脉显像质量优良。但是本研究中亦存在不足之处: (1)各组纳入研究对象数量较少, 可能会影响研究结论准确性, 后期需要增加样本量进一步证实研究结果。(2)此次研究仅进行了不同注射速率对成像质量的影响, 尚未将对比剂浓度纳入影响因素, 理论上讲, 两者在下肢CT静脉成像中影响比重较大, 在未来的研究中, 应继续改良技术方案, 以得到更好的质量成果。

参考文献

- [1] Youn Y J, Lee J. Chronic venous insufficiency and varicose veins of the lower extremities [J]. Korean J Intern Med, 2019, 34(2): 269-283.

- [2] 何斌, 章森峰, 沈跃, 等. 人工髋关节置换术后初次翻修的原因分析及翻修术疗效评估 [J]. 中华骨科杂志, 2019, 39 (15): 909-917.
 - [3] 纪保超, 李国庆, 张晓岗, 等. 保留部分假体的一期翻修术治疗全髋关节置换术后慢性感染 [J]. 中华骨科杂志, 2019, 39 (15): 918-925.
 - [4] 梁鹏, 牛舜. 人工关节置换术后假体无菌性松动的早期诊断 [J]. 中华关节外科杂志 (电子版), 2019, 13 (1): 99-104.
 - [5] 金毅, 高宗炎, 郑稼, 等. 全髋关节置换术后并发症的磁共振成像评估 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12 (10): 777-781.
 - [6] 王学光, 于涛. 骨三相显像对人工关节置换术后假体无菌性松动的诊断价值 [J]. 中国实验诊断学, 2018, 22 (1): 82-83.
 - [7] 王晨华, 刘勇, 李燕, 等. 骨显像对关节置换术后假体无菌性松动与假体周围感染的诊断价值 [J]. 医学影像学杂志, 2019, 29 (5): 836-839.
 - [8] 王荣强, 杨柳. SPECT/CT与X线, 对髋关节置换术后假体周围骨质溶解的诊断价值 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (4): 142-144, 150.
 - [9] 赵建宁. 全髋关节置换术后骨溶解的基础探索与临床诊治 [J]. 医学研究生学报, 2018, 31 (4): 337-343.
 - [10] 李占银, 阿尖措, 苏桂芳. SPECT/CT结合三相骨显像诊断假体周围感染的价值分析 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (12): 139-142.
 - [11] 孙彬. 人工关节置换术后假体周围感染诊断的研究进展 [J]. 中国微创外科杂志, 2019, 19 (5): 439-444.
 - [12] 车薪砚, 常晓丹, 赵德伟. 全髋关节置换后异位骨化的成因及影像诊断 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23 (16): 2538-2544.
 - [13] 王彬, 张伟. 人工全髋关节置换术后巨大假瘤形成与假体翻修1例报告 [J]. 中国实验诊断学, 2018, 22 (2): 372-374.
 - [14] 刘创建, 董巍, 陈胜乐, 等. 人工髋关节置换术后假体周围骨折的发生率及影响因素分析 [J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2020, 15 (5): 591-593, 619.
 - [15] 余毅欣, 彭伟清, 杨宇凌, 等. X线、CT及MRI在髋关节置换术后并发症临床诊断中的价值对比 [J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5 (1): 57-58.

(收稿日期: 2020-07-22)

(校对编辑: 姚丽娜)

- [2] 赵飞, 刘怡, 董健. 低剂量间接法CT静脉成像在下肢静脉曲张中的价值研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2018, 29(3): 182-185.
 - [3] 王俊鹏, 陈佳杰, 孙琳, 等. 未加压直接法对下肢静脉CT成像的临床研究[J]. 实用放射学杂志, 2019, 35(5): 819-821.
 - [4] 黄瑞端, 丁可, 尹华, 等. 门脉期能谱CT技术对提高肝硬化门静脉成像质量的研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(5): 341-344.
 - [5] 张传臣, 张兆琪, 赵轶轲, 等. 320排螺旋CT直接法下腔静脉成像[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(1): 117-120.
 - [6] Baskaran S, Jean W K, Jadranka S, et al. Thoracic central venous evaluation: Comparison of first-pass direct versus delayed-phase indirect multi-detector CT venography[J]. Clin Imaging, 2015, 39(3): 412-416.
 - [7] Kodzwa R. Updates to the ACR Manual on Contrast Media[J]. Radiol Technol, 2017, 89(2): 186-189.
 - [8] 刘洋, 王晶莹, 刘纯岩, 等. 多层螺旋CT静脉成像在血液回流障碍性下肢静脉疾病的的应用价值[J]. 中国实验诊断学, 2018, 22(8): 1414-1416.
 - [9] 周星帆, 周文珍, 王利伟, 等. CT静脉造影显示下肢深静脉血栓分布的临床价值[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28(12): 1140-1143.
 - [10] Youn Y J, Lee J. Chronic venous insufficiency and varicose veins of the lower extremities[J]. Korean J Intern Med, 2019, 34(2): 269-283.
 - [11] 李剑, 宦怡, 石明国, 等. 直接法下肢静脉双低剂量CT成像可行性研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(5): 735-739.
 - [12] Kim R, Lee W, Park E A, et al. Anatomic variations of lower extremity venous system in varicose vein patients: Demonstration by three-dimensional CT venography[J]. Acta Radiol, 2017, 58(5): 542-549.
 - [13] 郭睿, 李婷, 梁友发, 等. 基于体质指数个性化注射对比剂冠脉CT血管成像的研究[J]. 重庆医科大学学报, 2019, 44(10): 1308-1312.
 - [14] Shimonaga K, Matsushige T, Sakamoto S, et al. Blood Flow Pattern Analysis for Carotid Plaque Evaluation[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(2): 104539-104543.
 - [15] Zhao W, Cheng R, Jenkins B D, et al. Label-free ferrohydrodynamic cell separation of circulating tumor cells[J]. Lab Chip, 2017, 17(18): 3097-3111.
 - [16] 吕蓉, 韩宇欣, 李娜, 等. CT图像噪声与辐射剂量及对比剂浓度的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(6): 1128-1131.
 - [17] 易文芳, 武志峰, 郭林宁, 等. 双源CT直接法下肢静脉成像对深静脉血栓的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2015, 26(7): 518-522.
 - [18] 曹建勋, 姚国立, 张康英, 等. 2048例CT检查非离子型碘对比剂不良反应分析[J]. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(11): 876-880.

(收稿日期: 2020-06-12)

(校对编辑：姚丽娜)