

- 后疼痛、肺功能的影响[J]. 河南外科学杂志, 2016, 22(2): 83-84.
- [14] SOLA R JR, DESAI A A, GONZALEZ K W, et al. Does intravenous acetaminophen improve postoperative pain control after laparoscopic appendectomy for perforated appendicitis? A prospective randomized trial[J]. Eur J Pediatr Surg, 2019, 29(2):159-165.
- [15] 文清华, 刘斯颖, 吴松珊, 等. 腹腔镜卵巢囊肿剥除术中不同止血方法对卵巢功能影响的比较[J]. 广东医科大学学报, 2019, 37(5):535-538.
- [16] 胡立群, 李利, 付金松, 等. 竖脊肌平面阻滞联合喉罩保留自主呼吸在胸腔镜肺叶切除术麻醉中的应用[J]. 河北医学, 2019, 25(3):559-563.
- [17] 王江华, 崔雅清. 综合性保温措施对妇科宫腔镜患者术中应激及并发症的影响[J]. 实用临床医药杂志, 2017, 21(16):88-90, 102.

CT影像联合血清C反应蛋白检测对术后器械性脊柱感染的诊断价值

李昶荣, 叶桥钦, 文康彦* (广东省江门市新会区人民医院医学影像科, 广东江门 529100)

摘要:目的 了解CT影像联合血清C反应蛋白(CRP)检测对术后器械性脊柱感染(PISI)的诊断价值。方法 选择怀疑患有PISI并接受CT检查的49例患者作为研究对象, 手术后超过12周进行CT检查, 从医疗记录中收集血液检验结果及MRI结果, 分析CT扫描及结合CRP诊断PISI的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。结果 49例中, 确诊PISI 22例(PISI组), 未确诊为PISI 27例(非PISI组)。与非PISI组相比, PISI组中性粒细胞、CRP水平均显著升高($P < 0.01$ 或 0.05)。CT扫描诊断PISI的灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为86.4%、81.5%、79.2%和88.0%。结合阳性CT和CRP ≥ 60 mg/L评价PISI的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为90.9%、87.8%、82.9%、91.3%。结论 CT可用于诊断植入材料引起的慢性脊柱感染, 临床医生在评估复杂病例中应同时考虑CT和CRP的结果。

关键词: CT影像; C反应蛋白; 脊柱内固定术; 术后器械性脊柱感染

中图分类号: R 687.3

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610(2021)03-0352-05

Clinical value of CT image combined with serum C-reactive protein detection in the diagnosis of post-operative instrumented spine infection

LI Chang-rong, YE Qiao-qin, WEN Kang-yan* (Department of Medical Imaging, the Xinhui People's Hospital, Jiangmen 529100, China)

Abstract: Objective To explore the clinical value of CT image combined with serum C-reactive protein detection in the diagnosis of post-operative instrumented spine infection (PISI). **Methods** A total of 49 patients who were suspected of PISI and have received CT examination were selected as the subjects. CT examination was performed more than 12 weeks after the operation, blood test results and MRI results were collected from medical records, and the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) of CT scan combined with CRP in the diagnosis of PISI were analyzed. **Results** Among the 49 cases, 22 cases were diagnosed with PISI (PISI Group), and 27 cases were not diagnosed with PISI (non-PISI Group). Compared with non-PISI Group, the PISI Group had the neutrophil count and CRP level significantly increased ($P < 0.01$ or 0.05). The sensitivity, specificity, PPV and NPV of CT scan in the diagnosis of PISI were 86.4%, 81.5%, 79.2% and 88.0%, respectively, and those of the positive CT results combined with CRP ≥ 60 mg/L were 90.9%, 87.8%, 82.9% and 91.3% respectively. **Conclusion** CT scan can be used to diagnose chronic spinal infection caused by implanted materials, and clinicians should take into account both CT and CRP results in the evaluation of complex cases.

Key words: CT image; c-reactive protein; spinal internal fixation; post-operative instrumented spine infection

收稿日期: 2020-06-24; 修订日期: 2020-10-19

作者简介: 李昶荣(1983-), 男, 本科, 主治医师

通信作者: 文康彦, 男, 主任医师

术后器械性脊柱感染(PISI)是一种少见并发症,发生率为2%~3%^[1]。PISI的外科治疗技术复杂,且有可能引发其他并发症^[2],因此在手术前进行准确诊断非常必要。由于患者的临床和生物学特征的不确定性,所以PISI的诊断基本上依赖微生物学检验结果^[3];然而,深部活检标本的培养很少能在手术前获得,且血液培养与深部活检标本培养的相关性很低^[4]。在生物学指标评价方面,血清C反应蛋白(CRP)水平是可靠的检测方法,但CRP在植入物感染的慢性阶段缺乏灵敏度,诊断通常需要替代成像工具^[5]。磁共振成像(MRI)被认为是诊断脊柱感染的金标准,但MRI在诊断PISI中有较大的局限性,且在手术后的几个月内MRI很难将感染与正在修复的组织区分开来^[6]。此外,金属植入物造成的许多伪影妨碍了分析的质量性能^[6]。CT影像则在脊柱感染的检测方面显示了良好的诊断效能^[7-8],本文对CT影像联合血清CRP评估PISI的诊断性能进行了观察。

1 资料和方法

1.1 病例资料

2011年1月—2018年11月怀疑患有PISI并接受CT检查的49例患者,均符合以下纳入标准,纳入标准为年龄大于18岁,且脊柱手术后超过12周接受CT检查者;排除标准为活动性癌症者,孕妇或哺乳期妇女,除骨科器械外的其他植入物(鞘内或硬膜外导管、鞘内泵、植入式神经刺激器),发热或其他处感染引起CRP增高者。49例中,男22例(44.9%),中位年龄65.0岁。本研究经本院伦理委员会批准。

1.2 诊断标准

常规随访纳入患者至少12个月。如果满足以下至少一项标准,则可以确诊PISI^[7-8]:(1)手术期间植入物周围脓液的观察和/或从骨组织、血液培养物中鉴定出微生物;(2)通过活检或手术获得感染组织学证据,骨活检可以由深层手术样本或经皮活检提供。当怀疑存在凝固酶阴性葡萄球菌或痤疮丙酸杆菌时,至少需要2个阳性标本才能进行阳性诊断;(3)经验性抗生素治疗后3个月的随访情况有所改善,抗生素治疗后的改善定义为随访检查中与脊柱感染相关的参数改善,诸如临床症状(例如背痛或神经系统损害)、影像学参数(在脊柱影像学研究中炎症迹象明显减少)或细菌存在的指标(例如血液培养物)改善。抗生素治疗后仅降低非特异性炎症过程指标,例如发烧、CRP水平或白细胞计数(WBC)均不被认为是脊柱感染的证据,因这些指标也可能与其他炎性疾病有关。

1.3 影像学检查

所有患者均行CT和MRI检查。使用64排MDCT扫描仪(Brilliance 64,德国Philips公司)采集多探测器计算机断层扫描(MDCT)图像。MDCT包括矢状、冠状以及骨窗和软组织窗中脊柱的轴向序列。采集参数如下:120 kV,300~350 mAs,0.5或0.4 s旋转时间;探测器准直8 mm×2.5 mm或64 mm×0.625 mm,视场350 mm×350 mm,矩阵512×512。由2名具有丰富经验且对患者临床特征和术后病理不知情的放射线医师对CT扫描结果进行评估,感染的提示性征象包括^[8]:(1)整体印象(有典型的炎症:关节间隙狭窄或增宽、关节面侵蚀、关节面骨质硬化、关节面下骨质囊变、关节相邻软组织肿胀);(2)椎体部位(椎间盘高度降低,椎体破坏,有/无终板受累、骨受累和/或周围软组织脓肿、关节融合术材料受累)。

常规MRI使用Achieva 3.0T TX系统和1个SENSE-Spine-15脊柱线圈(德国Philips公司)。该方案包括矢状面短时间反转恢复T₂序列、矢状面T₂加权和T₁加权序列,轴向脂肪饱和T₁加权序列。MRI的分析参照检查时的放射科医生报告进行。研究只考虑了MRI的结论,并按二元得分区分了患者是否有感染表现。

1.4 CRP数据

从医疗记录的血液检验结果中收集CRP数据。

1.5 统计学处理

以SPSS19.0软件进行统计学处理,以Kolmogorov-Smirnov检验进行正态分布检验,正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;非正态分布计量资料采用Mann-Whitney U 检验。计数资料采用(校正) χ^2 检验。通过对受试者工作特性(ROC)的分析计算不同评价方法的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者的临床特征

49例中有22例患有PISI,其余27例排除种植体感染。与非PISI组相比,PISI组中性粒细胞、CRP水平均显著升高($P < 0.01$ 或 0.05)。两组患者的临床特征和手术特征见表1、2。

49例中,45例行MRI检查,4例因禁忌证(装有心脏起搏器2例或患者拒绝2例)而不能行MRI检查。中位随访时间为412 d(IQR为187~971 d),无一失随访。随访期间,25例通过脊柱手术(18例)、放射性活检(4例),血培养(7例,其中4例与手术结合)方式采

集了组织标本进行细菌培养,22例PISI感染病例组织标本中发现细菌,其中金黄色葡萄球菌9例,凝固酶阴性葡萄球菌3例,痤疮表皮菌2例,铜绿假单胞菌1例,奇异变形杆菌和大肠杆菌1例,阴沟肠杆菌1例,其余4例术中均观察到脓性分泌物,组织标本培养物中未发现细菌生长。

2.2 不同诊断方法的诊断值比较

两位观察者对CT扫描的评估结果一致性为88.2%(kappa系数为0.77)。CT扫描诊断PISI的灵敏度、特异度、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV)分别为86.4%、81.5%、79.2%、88.0%。49例CT结果中,3例为假阴性,5例为假阳性。

在最初随访评估(术后12周以上)期间,共进行了45次磁共振成像、49次CT检查和49次血清CRP测量。CRP临界值为60 mg/L最大化了诊断性能。不同诊断方法的灵敏度、特异度、PPV、NPV见表3。

2.3 根据融合水平的数量确定CT诊断值

根据融合水平进行亚组分析,当植入材料固定少于3个椎体水平时,CT对PISI的诊断价值更好,见表4。

3 讨论

PISI的诊断较为困难,主要是其临床症状模棱两可,尤其是慢性或晚期脊柱感染^[2]。本文发现CT对PISI有良好的诊断价值,并且优于MRI,结果与文献报道的相似^[9]。脊柱术后微生物学结果的阳性率范围为32%~91%^[10-11]。Baraliakos等^[10]报道了其微生物学阳性率为91%,然而他们研究对象中只包括通过开放或CT引导活检证实感染的患者。Heyer等^[11]通过病理、实验室检查结果或临床结果证实的PISI患者的微生物学阳性率为32%。本文采用了组合参考标准以提高准确性,包括活检结果和其他检查(血培养、手术、随访检查),最终诊断为PISI的微生物阳性结果为44.9%(22/49)。

以往关于术后脊柱感染患者预测值参数的文献报道主要集中在临床参数上,并且已将诊断时间延长、神经功能损害和合并症的存在确定为危险因素^[3-4, 12]。由于各文献对患者结局的定义不一,因此很难对这些结果进行直接比较。目前,MRI是诊断脊柱炎的首选方法。然而,本文发现,在PISI情况下CT成像在区分早期和晚期感染方面可能更有用,尤其是存

表1 两组患者的临床指标

指标	PISI组 (n=22)	非PISI组 (n=27)
年龄/岁	64.0 (56.5 ~ 77.5)	66.0 (47.0 ~ 73.0)
发热/例	10 ^a	1
瘢痕红斑/例	8 ^a	2
中位BMI/(kg/m ²)	24.0 (20.5 ~ 30.0)	28.4 (23.0 ~ 32.0)
营养不良/例	6	1
ASA分级/例		
I级	5	10
II级	8	13
III级	9	4
IV级	0	0
主要合并症/例		
糖尿病	4	3
癌症	0	1
免疫抑制剂/类固醇药物治疗	0	0
慢性肾功能衰竭	3	1
CT后随访中位时间/d	416 (214 ~ 755)	409 (153 ~ 1 244)
生物学指标		
中性粒细胞/($\times 10^9$ /L)	6.2 $\pm$ 2.2 ^b	4.8 $\pm$ 2.2
CRP/(mg/L)	84.8 $\pm$ 5.6 ^a	13.1 $\pm$ 2.1
血糖/(g/L)	0.95 $\pm$ 0.12	1.00 $\pm$ 0.18

与非PISI组比较:^a $P<0.01$,^b $P<0.05$

表2 两组患者的手术特征

项目	PISI组(<i>n</i> =22)	非PISI组(<i>n</i> =27)
手术原因/例		
创伤	0	2
退化	14	22
脊柱侧凸	8	3
位置/例		
颈部	1	3
胸部	0	0
腰	10	9
胸腰椎	2	1
胸腰骶骨	2	4
颈胸腰骶	3	1
腰骶骨	4	9
手术入路/例		
前路	1	3
后路	21	24
手术类型/例		
关节融合术+椎间融合器	7	15
椎间盘假体	1	0
关节融合术+无椎间融合器	14	12
内固定材料类型/例		
金属	15	10
金属+聚醚醚酮	4	8
金属+骨移植体或骨移植替代物	3	9
融合水平/例		
≤2	8	13
≥3	14	14

两组各项比较均 $P>0.05$

在典型的晚期炎症CT影像学表现。这可能是合理的,因为骨破坏代表了PISI的更晚期或更严重的阶段,并且可以通过CT更好地检测出来。此外,在我们的队列中,椎间盘高度降低、超过2个椎间盘受累或椎间盘旁受累也是诊断PISI的重要CT影像学参数,其中椎间盘高度降低代表退行性变或感染晚期。

为防止假阳性,分析CT扫描结果对于正确识别与机械不稳定相关的退行性或炎症状态至关重要。材料不稳定可能是金属碎片引起炎症反应的原因。在出现邻近节段综合征的患者中以及在内固定材料附近可以观察到典型的炎症。这一现象在文献中已有描述,它与机械应力有关^[2]。本文中,我们在CT扫描结果中没有观察到由于退行性重塑或椎体融合导致的假阳性,与Foreman等^[8]报道的结果一致,表明CT可以有效区分感染和退行性病变。细菌类型是否会影响CT中的免疫应答和由此产生典型炎症的问题

尚未有明确结论。目前普遍认为,细菌对免疫系统的激活作用在人与人之间以及不同细菌中都是不同的^[13]。本文5例假阳性者中有3例曾在脊柱感染过金黄色葡萄球菌,金黄色葡萄球菌可以获得特定的毒力,对免疫系统有特别强的激活作用^[14]。3例假阴性病例中有2个与慢生长有机体(痤疮角化杆菌和表皮角化杆菌)感染有关,这就解释了为何缺乏典型炎症表现。我们根据融合水平进行亚组分析,发现结合CT和CRP的综合评分可以使3个或更多椎体水平固定亚组的灵敏度提高到86%,表明临床医生在这些非常复杂的病例中应同时考虑CT和CRP的结果。

由于文献数据有限,我们选择了在手术和CT检查之间的时间为最少间隔12周。根据我们的经验,在手术后的4~8周存在误报的风险。因此,最佳间隔时间还需在进一步的专门研究中加以明确。此外,12个月的随访时间是否足够长,是否可能低估了潜在感

表3 不同诊断方法的诊断效能

诊断方法	灵敏度/%	特异度/%	PPV/%	NPV/%	准确率/%	AUC/(95% CI)
MRI	66.7	75.0	66.0	75.0	71.4	0.715(0.573 ~ 0.851)
CRP $\geq$ 60 mg/L	50.0	92.6	84.6	69.4	73.4	0.710(0.564 ~ 0.862)
CT	86.4	81.5	79.2	88.0	83.7	0.842(0.723 ~ 0.925)
CT和CRP结合	90.9	87.8	82.9	91.3	83.7	0.904(0.752 ~ 0.951)

表4 根据融合水平的数量确定CT诊断效能

融合水平	灵敏度/%	特异度/%	PPV/%	NPV/%
1 ($n=13$)	100.0	100.0	100.0	100.0
2 ($n=8$)	100.0	75.3	80.2	100.0
≥ 3 ($n=28$)	79.4	64.3	69.2	75.1
整体 ($n=49$)	86.2	81.3	79.4	88.5

染发生也是目前无法解释的。尽管我们不能排除这可能导致潜在的分类偏差,但文献中通常建议随访12个月。最后,本文入选的患者中,由前路进行手术的患者数量明显少于后路手术患者,可能对本文的结果造成较大偏差影响。上述不足有待更为深入的前瞻性多中心研究加以解决。

参考文献:

- [1] KALE M, PADALKAR P, MEHTA V. Vacuum-assisted closure in patients with post-operative infections after instrumented spine surgery: a series of 12 cases[J]. J Orthop Case Rep, 2017, 7(1):95-100.
- [2] WILLE H, DAUCHY F A, DESCLAUX A, et al. Efficacy of debridement, antibiotic therapy and implant retention within three months during postoperative instrumented spine infections[J]. Infect Dis, 2016, 49(4):261-267.
- [3] 胡向宁, 周秦, 穆玲娟, 等. 脊柱手术后发生切口感染的相关因素分析及预防措施[J]. 临床医学研究与实践, 2018, 4(20):50-51.
- [4] SAFIRI S, AYUBI E. Comments on incidence and risk factors for infection in spine surgery: A prospective multi-center study of 1, 764 instrumented spine procedures[J]. Am J Infect Control, 2018, 46(3):358.
- [5] IWATA E, SHIGEMATSU H, KOIZUMI M, et al. Lymphocyte count at 4 days postoperatively and crp level at 7 days postoperatively: reliable and useful markers for surgical site

infection following instrumented spinal fusion[J]. Spine, 2016, 41(14):1173-1178.

- [6] 张宁, 曾献军, 何来昌, 等. 脊柱感染的MRI表现及鉴别诊断研究现状[J]. 磁共振成像, 2019, 10(3):73-77.
- [7] SMIDS C, KOUIJZER I J E, VOS F J, et al. A comparison of the diagnostic value of MRI and18F-FDG-PET/CT in suspected spondylodiscitis[J]. Infection, 2017, 45(1):41-49.
- [8] FOREMAN S C, SCHWAIGER B J, GEMPT J, et al. MR and CT Imaging to optimize CT-guided biopsies in suspected spondylodiscitis[J]. World Neurosurg, 2016, 99(2):726-734.
- [9] WILLE H, DAUCHY F A, DESCLAUX A, et al. Efficacy of debridement, antibiotic therapy and implant retention within three months during postoperative instrumented spine infections[J]. Infect Dis, 2016, 49(4):261-267.
- [10] BARALIAKOS X, BOEHM H, BAHRAMI R, et al. What constitutes the fat signal detected by MRI in the spine of patients with ankylosing spondylitis? A prospective study based on biopsies obtained during planned spinal osteotomy to correct hyperkyphosis or spinal stenosis[J]. Ann Rheum Dis, 2019, 78:1220-1225.
- [11] HEYER C M, BRUS L J, PETERS S A, et al. Efficacy of CT-guided biopsies of the spine in patients with spondylitis-an analysis of 164 procedures[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(3):244-249.
- [12] 谢朝云, 蒙桂鸾, 熊芸, 等. 脊柱结核患者术后手术部位感染影响因素分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2019, 11(8):1205-1208.
- [13] DAUCHY F A, DUTERTRE A, LAWSON-AYAYI S, et al. Interest of [18F]-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography for the diagnosis of relapse in patients with spinal infection: a prospective study[J]. Clin Microbiol Infect, 2016, 22(5):438-443.
- [14] 郭庆昕, 杨滨, 强华. 医院获得性与社区获得性耐甲氧西林金黄色葡萄球菌基因分型及毒力差异研究[J]. 中华传染病杂志, 2018, 36(4):227-233.