

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.11.003
文章编号: 1005-8982 (2022) 11-0014-06

髋关节疾病专题·论著

X射线、MRI及SPECT/CT对全髋关节置换术后 假体周围骨溶解的诊断效能比较*

李志伟, 张博, 刘蓉, 张伟

(苏州大学附属第二医院 影像诊断科, 江苏 苏州 215004)

摘要: **目的** 分析X射线、磁共振成像(MRI)及单光子发射计算机断层摄影(SPECT)/计算机断层成像(CT)对全髋关节置换术后假体周围骨溶解的诊断效能。**方法** 选取2016年8月—2020年8月苏州大学附属第二医院收治的90例全髋关节置换术后疑似假体周围骨溶解患者。所有患者均接受X射线、MRI及SPECT/CT检查。以翻修术结果为金标准,分析X射线、MRI及SPECT/CT对假体周围骨溶解的诊断效能。**结果** 翻修术结果显示,70例患者有假体周围骨溶解,其余20例患者中无菌性松动13例,感觉障碍4例,假体周围骨折3例。X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断假体周围骨溶解与金标准的一致性分别为0.585、0.686、0.842、0.906。SPECT/CT诊断的敏感性(95.71%)及准确性(94.44%)均高于X射线与MRI($P < 0.05$);联合诊断的敏感性(98.57%)及准确性(97.78%)高于X射线与MRI($P < 0.05$)。4种诊断效能从高至低依次为联合诊断、SPECT/CT、MRI、X射线。**结论** X射线、MRI及SPECT/CT对全髋关节置换术后假体周围骨溶解有一定的诊断效能,SPECT/CT的敏感性、准确性最高,联合诊断可提高诊断效能,临床可根据实际情况合理选择诊断方式。

关键词: 假体周围骨溶解;髋关节置换术;X射线;磁共振成像;单光子发射计算机断层摄影;计算机断层成像;诊断效能

中图分类号: R681.8

文献标识码: A

Efficacy comparison of X-ray, MRI, and SPECT/CT in diagnosis of periprosthetic osteolysis after total hip replacement*

Zhi-wei Li, Bo Zhang, Rong Liu, Wei Zhang

(Department of Imaging Diagnosis, The Second Affiliated Hospital of Soochow University,
Suzhou, Jiangsu 215004, China)

Abstract: Objective To analyze the diagnostic value of X-ray, magnetic resonance imaging (MRI), and single-photon emission computerized tomography (SPECT)/computed tomography (CT) in periprosthetic osteolysis after total hip arthroplasty. **Methods** From August 2016 to August 2020, 90 patients with suspected periprosthetic osteolysis after total hip replacement were selected from the Second Affiliated Hospital of Suzhou University. All patients were examined by X-ray, MRI, and SPECT/CT, and the gold standard was revision. The diagnostic efficacy of X-ray, MRI, and SPECT/CT in periprosthetic osteolysis was analyzed. **Results** A total of 70 patients had periprosthetic osteolysis, 13 had aseptic loosening, 4 had sensory disturbance, and 3 had periprosthetic fracture. The consistency with gold standard of X-ray, MRI, SPECT/CT, and combined diagnosis for periprosthetic osteolysis were 0.585, 0.686, 0.842, and 0.906, respectively. The sensitivity (95.71%) and the accuracy (94.44%) of SPECT/CT were higher than X-ray and MRI ($P < 0.05$), and the sensitivity (98.57%) and the accuracy (97.78%) of combined

收稿日期: 2022-01-04

* 基金项目: 国家自然科学基金面上项目(No:82170831)

[通信作者] 张伟, E-mail: xwljke@163.com

diagnosis was higher than X-ray and MRI ($P < 0.05$). The combined diagnosis had highest diagnosis efficacy, followed by SPECT/CT, MRI and X-ray. **Conclusion** X-ray, MRI, and SPECT/CT have certain diagnostic value for periprosthetic osteolysis after total hip replacement, but the diagnosis of SPECT/CT has the highest sensitivity and accuracy. The combined diagnosis can improve the diagnostic efficacy and can be reasonably selected according to the actual situation.

Keywords: periprosthetic osteolysis; arthroplasty, replacement, hip; X-rays; magnetic resonance imaging; tomography, emission-computed, single-photon; tomography, X-Ray computed; diagnostic efficacy

髋关节置换术在治疗髋关节炎、股骨头缺血性坏死等疾病中效果显著,有助于恢复受损关节的正常生理解剖结构及力学性能,提高关节的活动能力,纠正关节畸形^[1]。但因全髋关节置换术创伤面较大、关节假体使用限制多等因素,术后仍存在并发症,影响患者预后^[2]。假体周围骨溶解是常见且严重的并发症之一,其发病极为隐匿,且无明显临床症状,随着骨溶解的不断扩大,会导致假体松动^[3-4]。临床采用翻修术治疗假体周围骨溶解,但手术难度相对较大、时间较长、极易出现术后并发症,且假体生存率较低^[5]。因此,选择一种或多种诊断方案提高全髋关节置换术后假体周围骨溶解的诊断效能,对早期制订治疗方案、改善患者预后具有重要意义。目前,临床多采用 X 射线、MRI 及 CT 等影像学检查判断是否出现假体周围骨溶解,但会受到假体金属伪影的干扰,使结果的准确性存在一定的局限^[6]。单光子发射计算机断层摄影(SPECT)/计算机断层成像(CT)可清晰反映骨质代谢及组织血运情况,在股骨头坏死及骨折愈合等方面应用较为广泛^[7],但鲜有应用于全髋关节置换术后假体周围骨溶解的报道。鉴于此,本研究分析 X 射线、MRI、SPECT/CT 及联合诊断对全髋关节置换术后假体周围骨溶解的诊断效能,为该病的早期诊断提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 8 月—2020 年 8 月苏州大学附属第二医院收治的全髋关节置换术后疑似假体周围骨溶解患者 90 例。其中,男性 54 例,女性 36 例;年龄 45~73 岁,平均(58.75±8.42)岁;疾病类型:髋关节骨关节炎 21 例,股骨颈骨折 12 例,强直性脊柱炎 20 例,股骨头缺血性坏死 32 例,髋关节发育不良 5 例。本研究经医院医学伦理委员会审核批

准,患者或家属知情同意并自愿签署知情同意书。

纳入标准:接受全髋关节置换术,术后出现不同程度的髋关节区疼痛且呈进行性加重;接受 X 射线、MRI 及 SPECT/CT 检查,且无检查禁忌证。排除标准:妊娠期或哺乳期女性;代谢性及/或内分泌性疾病;假体周围感染者;严重认知及精神功能障碍者。

1.2 方法

1.2.1 X 射线检查 采用 ProxiDiagnost N90 透视摄影 X 射线机(飞利浦医疗系统研发和制造中心有限公司,国械注进:20192060237)分别对患者的髋关节正斜位、骨盆前位及后位进行扫描。

1.2.2 MRI 检查 采用 Ingenia 1.5T S 磁共振系统(飞利浦医疗系统荷兰有限公司,国械注进:20203060264),采用心脏表面线圈行多序列检查,具体参数:层距 1 mm、层厚 5 mm,扫描野(FOV)为 40 cm,矩阵为 286×286;快速自旋回波 T₁WI 序列参数:重复时间(TR)为 500 ms,回波时间(TE)为 20 ms;脂肪抑制序列 T₂WI 序列参数:TR 为 2 000 ms,TE 为 120 ms。将图像上传至工作站,由两位经验丰富的影像科医生共同诊断,在意见出现分歧时共同商讨统一意见。

1.2.3 SPECT/CT 检查 采用 Bright View X SPECT 系统[飞利浦医疗系统研发和制造中心有限公司,国监械(进)字 2010 第 3331714 号]进行诊断,叮嘱患者取仰卧位,用探头探查患者的置换关节及周围区域,弹丸式注射锝^[99mTc]亚甲基二膦酸盐注射液(^{99mTc}-MDP)20 mCi,注射即刻以 2 s/帧速率连续 1 min 采集置换关节及周围区域的血流相,注射 3 min 后调整矩阵为 256×256,每帧采集技术为 300 k;注射 2~6 h 后调整矩阵为 256×1 024,以 25 cm/min 扫描 200 cm 获取全身骨骼前后延迟影像。

1.2.4 假体周围骨溶解评估标准 X 射线:以平片显示假体周围骨质出现与假体边缘平行的均匀透亮区,宽度超过 2 mm 或假体周围骨质出现局灶性

膨胀性透亮区,边界不规则,伴或不伴扇贝状改变。MRI:正常骨质信号消失, T_1WI 呈稍低信号, T_2WI 及脂肪抑制序列呈中高混杂或液体信号,少数可见硬化骨质形成的低信号。SPECT/CT:参照DeLee法将股骨头中心分别取水平线与垂直线将髋臼分为I~III区域,参照Gruen分区法将近端股骨分为内外侧(即外上、中外、外下、内下、中内、内上)6个区域与假体远端1个,共7个区域,其中骨质溶解主要发生于外上与内上区域。

1.3 观察指标

以翻修术的诊断结果为金标准,分析X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断全髋关节置换术后疑似假体周围骨溶解的诊断效能,即敏感性、特异性、准确性。

1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 23.0统计软件。计数资料以率(%)表示,比较用 χ^2 检验,进一步两两比较采用 χ^2 分割法;采用一致性Kappa检验, $\kappa \geq 0.74$ 为一致性好, κ 值为 $0.4 \sim 0.74$ 为一致性一般, $\kappa < 0.4$ 为一致性差。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 翻修术结果

翻修术确诊为假体周围骨溶解70例;其余20例中,无菌性松动13例,感觉障碍4例,假体周围骨折3例。

2.2 X射线诊断结果

X射线诊断假体周围骨溶解58例,与金标准的 κ 值为0.585,一致性一般。见表1。

表1 X射线诊断结果 例

X射线诊断结果	翻修术结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	58	3	61
阴性	12	17	29
合计	70	20	90

注:阳性为假体周围骨溶解,阴性为非假体周围骨溶解。

2.3 MRI诊断结果

MRI诊断假体周围骨溶解61例,与金标准的 κ 值为0.686,一致性一般。见表2。

表2 MRI诊断结果 例

MRI诊断结果	翻修术结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	61	2	63
阴性	9	18	27
合计	70	20	90

注:阳性为假体周围骨溶解,阴性为非假体周围骨溶解。

2.4 SPECT/CT诊断结果

SPECT/CT诊断假体周围骨溶解67例,与金标准的 κ 值为0.842,一致性好。见表3。

表3 SPECT/CT诊断结果 例

SPECT/CT检测结果	翻修术结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	67	2	69
阴性	3	18	21
合计	70	20	90

注:阳性为假体周围骨溶解,阴性为非假体周围骨溶解。

2.5 联合诊断结果

联合诊断假体周围骨溶解69例,与金标准的 κ 值为0.902,一致性好。见表4。

表4 联合诊断结果 例

联合诊断检测结果	翻修术结果		合计
	阳性	阴性	
阳性	69	1	70
阴性	1	19	20
合计	70	20	90

注:阳性为假体周围骨溶解,阴性为非假体周围骨溶解。

2.6 X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断的诊断效能

X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断的敏感性、准确性比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);进一步两两比较,SPECT/CT诊断的敏感性高于X射线与MRI($\chi^2 = 6.048$ 和 3.568 , $P = 0.014$ 和 0.047),准确性高于X射线与MRI($\chi^2 = 5.625$ 和 3.612 , $P = 0.018$ 和 0.045);联合诊断的敏感性高于X射线与MRI($\chi^2 = 10.260$ 和 6.892 , $P = 0.001$ 和 0.009),准确性高于X射线与MRI($\chi^2 = 10.978$ 和 6.716 , $P = 0.001$ 和 0.010)。X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断的特

异性比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。4 种诊断效能从高至低依次为联合诊断、SPECT/CT、MRI、X 射线。见表 5。

表 5 X 射线、MRI、SPECT/CT 及联合诊断的诊断效能比较 %

诊断方法	敏感性	特异性	准确性
X 射线	82.86(58/70)	85.00(17/20)	83.33(75/90)
MRI	87.14(61/70)	90.00(18/20)	87.78(79/90)
SPECT/CT	95.71(67/70)	90.00(18/20)	94.44(85/90)
联合诊断	98.57(69/70)	90.00(18/20)	97.78(88/90)
χ^2 值	12.714	0.355	13.711
P 值	0.005	0.949	0.000

2.7 典型病例

患者女性, 67 岁, 因股骨颈骨折行右侧全髋关节置换术, 术后 6 个月出现右侧髋关节区疼痛且呈进行性加重。X 射线图像示假体周围出现透亮区, 形态不规则, 密度明显低于正常骨质密度(见图 1)。MRI 影像示假体周围 T_1 WI 呈稍低信号, T_2 WI 及脂肪抑制序列呈中高混杂信号影(见图 2~4)。SPECT/CT 图像显示右侧股骨假体上方放射性核素异常浓聚, 提示骨溶解(见图 5)。



图 1 患者 X 射线片

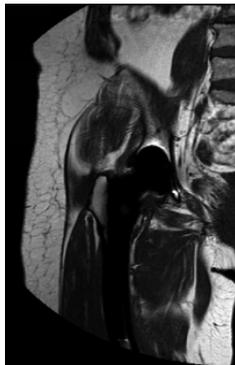


图 2 T_1 WI

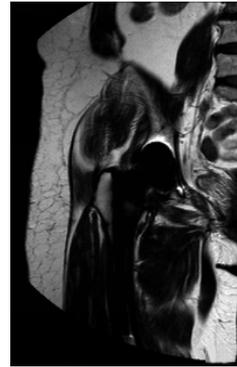


图 3 T_2 WI

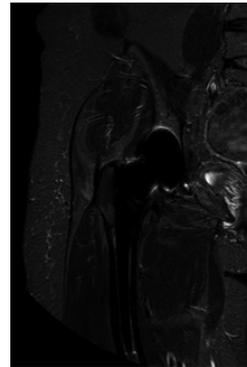


图 4 脂肪抑制序列

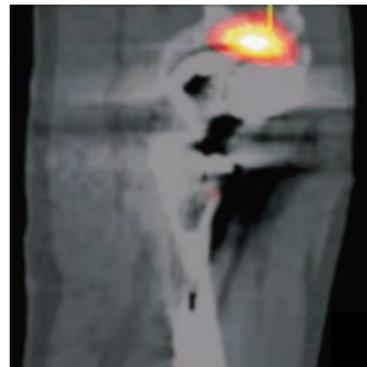


图 5 SPECT/CT 图像

3 讨论

假体周围骨溶解是全髋关节置换术并发症之一, 近年来其发病率随全髋关节置换术的广泛应用而升高。该病临床症状以假体松动、假体周围骨折并伴有疼痛、活动困难等为主, 假体周围骨质缺损发生病变与假体磨损颗粒及创伤引起的细胞外基质崩解密切相关, 若破骨活动多于成骨, 则可使骨质发生溶解^[8]。由于无法单纯依靠临床表现及症状将假体周围骨溶解与假体关节感染、假体松动等进行区分, 故选择一种或多种有效的诊

断方式以提高疾病早期检出率、改善患者预后具有重要意义。

临床多采用影像学方式诊断全髋关节置换术后的骨质溶解,其中X射线以囊样透亮区,单发或多发,边界清晰,部分伴硬化边形成为主要表现^[9-10]。该检查可对术后假体周围骨折、脱位、假体松动等进行显影诊断,但一般感染或肿瘤等病灶在X射线检查时也可透亮区,故该方式检出率相对较低^[11]。李龙龙等^[12]发现,早期无菌性松动假体周围骨质结构异常尚未形成或不明显,X射线多以明确透亮为主,不利于疾病的鉴别诊断^[13]。MRI可见囊状软组织信号,呈T₁等低、T₂高低混杂信号为主要表现,而全髋关节置换术多使用金属材质的假体,故CT与MRI检查时可能会受到伪影的干扰,从而对假体及周围的疾病诊断造成影响^[14-15]。而SPECT/CT以病灶周围骨质可见显像剂轻度不均匀摄取,病灶中央软组织密度影未见明显显像剂摄取为主要表现,且通过将功能、代谢显像与解剖图像相融合的方式进行显像,不仅可反映假体骨质溶解的骨质代谢,还可定位病灶位置,提高了疾病的诊断与鉴别能力^[16-18]。本研究结果显示,X射线、MRI、SPECT/CT及联合诊断假体周围骨溶解与金标准的一致性分别为0.585、0.686、0.842、0.906,进一步经诊断效能分析显示,联合诊断的敏感性及准确性高于X射线与MRI,4种诊断方式以联合诊断效能最高,其次为SPECT/CT、MRI及X射线。分析原因可能是由于假体周围骨溶解发生后骨质破坏的进展相对较快,且伴有骨质增生的可能,软组织界限相对模糊且层次不明,在行X射线检查评估时会受到病灶位置、患者体形等因素的影响,干扰对假体周围骨溶解的确诊^[19]。而MRI虽会受到金属假体的伪影干扰从而降低诊断的准确率,但通过优化专用序列可得到较好的控制。而对弧形假体凹面仍存在难以区分的金属伪影,故检出率仍不及SPECT/CT^[20]。SPECT/CT可同时获取SPECT与CT的单一及融合影像,前者具有高敏感性,后者具有高分辨率,在反映代谢功能、解剖结构上具有独特的优势;此外,SPECT/CT可精准定位放射性浓聚区域^[21],为疾病的鉴别与确诊提供更为准确的参考意见。

综上所述,X射线、MRI及SPECT/CT对全髋

关节置换术后假体周围骨溶解具有一定的诊断价值,SPECT/CT的敏感性、准确性最高,联合诊断可提高诊断效能,临床可根据实际情况合理选择诊断方式。

参 考 文 献 :

- [1] 肖永杰,焦文仓,王珂,等.全膝关节置换术后影响骨质溶解发生的因素分析[J].临床骨科杂志,2019,22(3):298-301.
- [2] RASMUSSEN J, ESTEFAN V, ESTEFAN M, et al. Extensive periprosthetic metallosis associated to osteolysis and spinal instrumentation failure: case report and literature review[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46(9): E551-E558.
- [3] 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.
- [4] ISERN-KEBSCHULL J, TOMAS X, GARCÍA-DÍEZ A I, et al. Value of multidetector computed tomography for the differentiation of delayed aseptic and septic complications after total hip arthroplasty[J]. Skeletal Radiol, 2020, 49(6): 893-902.
- [5] 赵嘉铭,马立峰,刁乃成,等.一期翻修术在髌膝关节置换术后假体周围感染中的应用[J].国际外科学杂志,2021,48(11):782-788.
- [6] 陈亮.对比X线、CT和MRI在诊断早期强直性脊柱炎骶髋关节病变诊断中的临床效果观察及对检出率影响分析[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(11):179-181.
- [7] 朱静,谭辉,石洪成.三相骨显像联合SPECT/CT鉴别假体周围感染与假体松动的增益价值[J].中华核医学与分子影像杂志,2021,41(9):531-535.
- [8] XU F, SHAO Z Y, YANG G X, et al. The value of scintigraphy, computed tomography, magnetic resonance imaging, and single-photon emission computed tomography/computed tomography for the diagnosis of ectopic thyroid in the head and neck: a STROBE-compliant retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(13): e0239.
- [9] 尹海建,周杰,孙文建.全髋关节置换术后X线影像参数与髋关节功能改善程度的相关性研究[J].现代医学,2020,48(8):999-1005.
- [10] KIM H J, PARK H J, OH J B, et al. Retrospective study of relationship between vastus medialis volume on SPECT-CT and outcome of unilateral total knee arthroplasty[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(1): e24138.
- [11] FILLI L, JUNG MANN P M, ZINGG P O, et al. MRI with state-of-the-art metal artifact reduction after total hip arthroplasty: periprosthetic findings in asymptomatic and symptomatic patients[J]. Eur Radiol, 2020, 30(4): 2241-2252.
- [12] 李龙龙,王波,张斌青,等. SPECT/CT对全髋关节置换术后无菌性假体松动的诊断价值[J].医学影像学杂志,2020,30(2):308-311.
- [13] SUBHAS N, JUN B J, MEHTA P N, et al. Low-dose CT with metal artifact reduction in arthroplasty imaging: a cadaveric and

- clinical study[J]. *Skeletal Radiol*, 2021, 50(5): 955-965.
- [14] 石岩. X线平片、CT 及 MRI 对四肢原发性骨肿瘤诊断效能比较[J]. *影像科学与光化学*, 2019, 37(6): 571-577.
- [15] BÄCKER H C, STEURER-DOBER I, BECK M, et al. Magnetic resonance imaging (MRI) versus single photon emission computed tomography (SPECT/CT) in painful total hip arthroplasty: a comparative multi-institutional analysis[J]. *Br J Radiol*, 2020, 93(1105): 20190738.
- [16] LEE W W, K-SPECT Group. Clinical applications of technetium-99m quantitative single-photon emission computed tomography/computed tomography[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 53(3): 172-181.
- [17] KOLLA N J, HOULE S. Single-photon emission computed tomography and positron emission tomography studies of antisocial personality disorder and aggression: a targeted review[J]. *Curr Psychiatry Rep*, 2019, 21(4): 24.
- [18] HAGE F G, ALJAROUDI W A. Review of cardiovascular imaging in the *Journal of Nuclear Cardiology* 2019: single-photon emission computed tomography[J]. *J Nucl Cardiol*, 2020, 27(4): 1171-1179.
- [19] 肖武超. 髋关节置换术后并发症患者分别采取 X 线、CT 及 MRI 进行诊断的临床应用价值分析[J]. *影像研究与医学应用*, 2021, 5(11): 149-150.
- [20] 黄昌瑜, 方心俞, 陈旸, 等. MRI 去金属伪影 WARP 序列在关节假体周围感染中的应用效果[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(8): 663-668.
- [21] 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.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 李志伟, 张博, 刘蓉, 等. X 射线、MRI 及 SPECT/CT 对全髋关节置换术后假体周围骨溶解的诊断效能比较[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(11): 14-19.

Cite this article as: LI Z W, ZHANG B, LIU R, et al. Efficacy comparison of X-ray, MRI, and SPECT/CT in diagnosis of periprosthetic osteolysis after total hip replacement[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2022, 32(11): 14-19.