

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2015.01.016

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2015.01.016>

早期股骨头坏死影像学诊断的成本效益分析

金磊^{1*}, 胡柯嘉^{2*}, 吴永伟¹, 芮永军¹, 陆尧¹, 孔友谊¹

(1. 苏州大学附属无锡市第九人民医院创伤骨科, 江苏 无锡 214062; 2. 复旦大学附属华山医院显微外科, 上海 200040)

[摘要] 目的: 探讨早期成人股骨头缺血坏死(femoral head necrosis, FHN)的MR、CT、SPECT和X线平片4种影像学检查的成本效益比, 寻找较好的成本效益的检查方法。方法: 分析和总结82例129髋随访和病理证实或具有典型影像学表现的早期(ARCO I~II期)成人FHN病人的髋关节影像学资料。全部病例均同期行MRI、CT、单光子发射计算机断层摄影(single photon emission computed tomography, SPECT)和X线平片检查。采用成本效果分析法(cost-effectiveness analysis, CEA), 对4种影像学检查诊断效率研究中的数据进行分析, 比较其正确检出费用(cost of accurate diagnosis, CAD)。结果: 4种影像学检查方法的诊断差异有显著性意义。早期诊断成人FHN的检出费用最低的是X线平片, 对于X线平片确诊组和诊断可疑组, MRI检出费用并无太大变化, 而CT费用最低; 对于X线平片诊断阴性组, MRI诊断的敏感性和准确性综合比较高于CT和SPECT, 且诊断费用也最低。结论: X线适合早期股骨头坏死的筛选, 而MRI诊断的敏感性和准确性综合比较高于CT和SPECT, 而且应当作为X线诊断阴性的可疑股骨头坏死患者进一步诊断的首选。

[关键词] 股骨头坏死; 磁共振成像; X线计算机; 放射性核素显像; 计算机断层扫描; 成本效益分析

Cost-effective analysis for the imaging diagnosis of early femoral head necrosis

JIN Lei¹, HU Kejia², WU Yongwei¹, RUI Yongjun¹, LU Yao¹, KONG Youyi¹

(1. Department of Traumatic Orthopaedic, Wuxi No.9 People's Hospital Affiliated Soochow University, Wuxi Jiangsu 214062;

2. Department of Microsurgery, Huashan Hospital Affiliated Fudan University, Shanghai 200040, China)

Abstract **Objective:** To evaluate the cost-effective analysis of MRI, CT, SPECT and X-ray in the adult early femoral head necrosis, and investigate the more effective way for diagnosis. **Methods:** Eighty-two cases (129 hips) with early FHN in adult (ARCO stage I~II) proved by follow-up studies, pathology, or typical imageologic manifestations were analyzed. All the patients underwent MRI, CT, SPECT and X-ray in the same period. With cost-effective analysis, compare the cost of accurate diagnosis (CAD) of the 4 diagnosis. **Results:** There were statistical differences in diagnosing early FHN in adults by MRI, CT, SPECT and X-ray. The smallest cost for accurate diagnosis was X-ray. When X-ray made a certain or suspicious diagnosis, the diagnosis cost of MRI was nearly the same, CT had the smallest CAD. When X-ray diagnosed negative, MRI was the most sensitive and accurately way,

收稿日期 (Date of reception): 2014-11-30

* 为并列第一作者

通信作者 (Corresponding author): 吴永伟, Email: wxswk_gk@hotmail.com

also had the smallest CAD. **Conclusion:** X-ray can be used to screen early femoral head necrosis, MRI is the most sensitive and accurately way, especially the first choice of previous diagnosis when X-ray's result is negative.

Keywords femoral head necrosis (FHN); magnetic resonance imaging (MRI); X-ray computed; radionuclide imaging; computed tomography; cost-effective analysis

股骨头坏死(femoral head necrosis, FHN)是骨科常见的一种疾病,主要是由于如外伤、酗酒等各种原因引起股骨头的供血不顺,进而导致骨和骨髓细胞成分出现坏死,单侧或双侧髋部压痛、疼痛和活动受限为该病的主要临床表现口。以ARCO法可将FHN分为0~IV期,早期的FHN是指处于II期以内的患者,此时股骨头的形态尚未发生变化,因此早期为治疗的最佳时期,进入中晚期FHN会出现股骨头软骨塌陷,关节功能丧失,严重影响患者的生存质量,因此FHN的早期诊断对于治疗尤为重要,也是患者能否得到治愈的关键^[1]。ANFH诊断方法很多,X线、MRI、CT、单光子发射计算机体层摄影(single photon emission computed tomography, SPECT)目前为诊断股骨头坏死广泛应用的方法。本研究通过对82例早期成人FHN病人的回顾性分析,探讨四种检查方式的敏感性和准确性,以及对其检出率的成本效益分析(cost-effective analysis, CEA),为早期诊断提供更有有效的选择,并探讨最佳影像学检查途径。

1 资料与方法

1.1 一般资料

对2012年1月~2014年6月来我院检查的210例疑似诊断为股骨头坏死病人,分别行X-ray、MRI、CT、SPECT检查。采用双盲法挑选出82例129髋早期成人FHN影像学资料纳入研究,纳入标准:1)参照1993年骨循环研究会ARCO分期^[1]标准将股骨头坏死分为0~IV期,选择首次检查处于ARCO II期以内的患者;2)后期随访均确诊为股骨头坏死,其中24髋经手术活检病理证实,105髋随访出现典

型的股骨头坏死影像学表现。排除标准:疑似诊断为股骨头坏死,但后期未能出现典型股骨头坏死,且无股骨头坏死的临床症状。其中男36例,女46例,平均年龄41.7岁(22~60岁)。标准骨盆平片采用PHILIPS数字化拍片X线机,MRI采用GESigna3.0T超导型,CT检查采用PickerPQ-2000螺旋CT。SPECT采用ScophyCameraSPEC机,静脉注射^{99m}Tc亚基二膦酸盐(^{99m}Tc-MDP) 740 MBq,2位有经验的医学影像科医师采用双盲法独立阅片,对4种检查的影像学表现进行观察、分析和记录。成本计算的相关费用参照《上海市医疗服务项目价格》规定的三类医院标准(表1)。

1.2 卫生经济学分析

CEA方法是将不同途径的成本产生的效益转化成统一的评价标准,从而决定哪条途径具有最高性价比的一种方法。在医学领域,使用成本效益分析,可以有效评估同一疾病的各种检查方法,虽然各种检查手段对帮助诊断的角度不同,但是,使用成本效益分析方法确实能做到最大程度节省医疗资源。统计每例患者检出过程的直接成本,进行两组的成本-效果分析,以及敏感度分析。本研究定位于股骨头坏死的影像学检查的成本效果分析。不考虑疾病的治疗费用以及手术相关费用;同时也不考虑患者家属的交通成本和护理成本。成本-效果分析(CEA)经统计根据CEA的公式:CEA=成本/效果,以正确检出率为效果。反应到本研究,正确检出费用(指每正确检出1例患者所消耗的平均费用)=所有检查病例数×检查费用/正确检出病例数。

表1 各类检查的相关费用三类医院的《上海市医疗服务项目价格》^[2]

Table 1 The MRI, CT, SPECT and X-ray prices of level 3 medical institutions in Shanghai

项目名称	项目内涵	计价单位	政府指导价	说明
数字化摄影	含数据采集、存贮、图象显示	曝光次数	80	含干式激光胶片 11*14
磁共振平扫	场强 3.0T 及以上	部位	752	含胶片 14*17 两张
三相骨扫描	含血流、血质、静态显象	次	690	含锝亚甲基二膦酸盐 25 mci 及彩色胶片
多排螺旋 CT 平扫	64 排双源及以上	部位	476	含胶片及螺旋 CT 超层费用

1.3 统计学处理

采用SPSS17.0统计软件进行分析。变量的正态性检验用Kolomogorov-Smirnov检验, 正态分布的变量以均数±标准差表示, 非正态分布的变量使用中位数与四分位数间距。正态分布的连续变量经方差齐性检验后采用配对t-检验或独立样本t-检验, 非正态分布的连续变量或方差不齐时采用秩和检验。分类变量的比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

129髋中, 124髋股骨头MRI出现“线样征”, 其中64髋为单线征, 42髋为双线, 18髋为三线, 无“线样征”异常混杂信号5髋。CT上对应部位显示为较模糊的高密度硬化线66髋, 高密度硬化线内侧伴行低密度带17髋, 软组织低密度线伴两侧高密度硬化线8髋, 未成线的高密度硬化斑点29髋, 局限性扇形硬化区1例, 正常8例。SPECT上呈环形和弧形放射性浓聚带74髋; 非特异性浓聚或放射性稀疏47例, 阴性8例。X线平片上硬化条带48髋, 斑片状密度增高44髋, 表现正常37髋。

2.1 4种影像学检查的敏感性和准确性

4种检查方法的诊断差异有显著性意义($H_c=131.07, P<0.001$)。两两比较, MRI与CT间 $\chi^2=30.92, P<0.05$; MRI与SPECT间 $\chi^2=54.56, P<0.01$; MRI与X线平片间 $\chi^2=101.62, P<0.01$; CT与SPECT间 $\chi^2=5.51, P>0.05$; CT与X线平片 $\chi^2=34.64, P<0.05$; SPECT与X线平片间 $\chi^2=24.33, P<0.05$ (表2)。因此, 综合比较MRI诊断早期成人

FHN的敏感性和准确性最好, 其次CT和SPECT相当, X线平片最差。检出费用可见, 从成本效益来分析, X线适合早期股骨头坏死的筛选, 而相对于MRI的较高的检出费用, 其检出费用并非最高, 而SPECT由于太高的检出费用, 不应用于早期股骨头坏死的筛选。

2.2 MRI、CT、SPECT对X线平片确诊FHN的诊断情况

MRI、CT、SPECT对X线平片确诊FHN的诊断差异有显著性意义($H_c=12.80, P<0.05$)。两两比较, MRI与CT间 $\chi^2=6.40, P<0.05$; MRI与SPECT间 $\chi^2=6.68, P<0.05$; CT与SPECT间 $\chi^2=3.38, P>0.05$ (表3)。即在X线平片确诊组, MRI、CT、SPECT和X线平片诊断的敏感性和准确性综合比较相同。而从成本效益分析, MRI检出费用并无太大变化, 而CT及SPECT的检出费用都有较大的不同程度的降低。

2.3 MRI、CT、SPECT对X线平片诊断可疑FHN的诊断情况

MRI、CT、SPECT对X线平片诊断可疑FHN的诊断差异有显著性意义($H_c=12.81, P<0.05$)。两两比较, MRI与CT间 $\chi^2=2.48, P>0.05$; MRI与SPECT间 $\chi^2=25.98, P<0.01$; CT与SPECT间 $\chi^2=13.81, P<0.05$ (表4)。由此可见, 在X线平片可疑组, MRI与CT诊断的敏感性和准确性综合比较结果相当, 都高于SPECT。成本效益分析可知, MRI及CT诊断费用并没有显著的提高, 而SPECT则大大的提高, 故X线平片可疑组可进一步行MRI及CT检查, 可不选择SPECT。

表2 MRI、CT、SPECT和X线平片诊断情况(髋数)

Table 2 The diagnosis of MRI, CT, SPECT, and X-ray (hips)

检查方法	确诊	可疑	阴性	敏感性 / %	准确性 / %	正确检出费用 / 元
MRI	124	5	0	100	96.1	782.3
CT	91	30	8	93.8	70.5	674.8
SPECT	74	47	8	93.8	57.4	1 202.8
X线平片	48	44	37	71.3	37.2	215.0

表3 MRI、CT、SPECT对X线平片确诊FHN的48髋的诊断情况(髋数)

Table 3 The 48 hips diagnosis of MRI, CT, SPECT, which confirmed FHN with X-ray (hips)

检查方法	确诊	可疑	阴性	敏感性 / %	准确性 / %	正确检出费用 / 元
MRI	48	0	0	100	100	752
CT	42	4	2	95.8	87.5	544.0
SPECT	40	8	0	100	83.3	828

2.4 MRI、CT、SPECT对X线平片诊断阴性的诊断情况

MRI、CT、SPECT对X线平片诊断阴性的诊断差异有显著性意义($H_c=35.43$, $P<0.05$); 两两比较, MRI与CT间 $\chi^2=30.32$, $P<0.05$; MRI和SPECT间 $\chi^2=26.10$, $P<0.05$; CT和SPECT间 $\chi^2=0.27$,

$P>0.05$ (表5)。由此表明, 在X线平片阴性组, MRI诊断的敏感性和准确性综合比较高于CT和SPECT。成本效益分析, MRI作为最高费用的检查, 在X线平片阴性组中检出费用却是最低的, 可见其有较高的实用价值, 应当作为首选。

表4 MRI、CT、SPECT对X线平片诊断可疑FHN的44髋的诊断情况(髋数)

Table 4 The 44 hips diagnosis of MRI, CT, SPECT, which suspected FHN with X-ray (hips)

检查方法	确诊	可疑	阴性	敏感性 / %	准确性 / %	正确检出费用 / 元
MRI	43	1	0	100	97.7	769.5
CT	38	6	0	100	86.4	551.2
SPECT	22	20	2	95.5	50.0	1 380.0

表5 MRI、CT、SPECT对X线平片诊断阴性的37髋的诊断情况(髋数)

Table 5 The 37 hips diagnosis of MRI, CT, SPECT, which excluded FHN with X-ray (hips)

检查方法	确诊	可疑	阴性	敏感性 / %	准确性 / %	正确检出费用 / 元
MRI	34	3	0	100	91.9	818.4
CT	11	20	6	83.8	29.7	1 601.1
SPECT	13	18	6	83.8	35.1	1 963.8

3 讨论

FHN其病因及发病机制不详和动物模型难以建立, 目前研究仍无突破性进展, 而高质量成像技术的发展, 为FHN的影像学诊断, 尤其是早期病变的发现提供了一定的帮助^[3]。不同的影像学检查对FHN的早期诊断也存在不同, X线平片操作简便, 费用较少, 其在显示关节间隙和骨关节面以及股骨头全貌方面优于CT和MRI, 目前作为股骨头缺血性坏死的首选检查方法, 但因其局限性, 容易出现漏诊或假阳性。CT与X线相比, 在病变显示方面具有较多的优势, 不仅能通过观察骨小梁星芒结构的异常变化来判断X线平片难以发现的早期坏死病灶, 而且在显示骨小梁微细骨折和关节面塌陷及确定病灶大小、位置、边界和结构等方面也明显优于X线平片, 从而可为早期诊断提供有利的帮助^[4]。SPECT属于功能性检查, 反映骨组织血流和代谢情况。骨扫描可以更早发现异常, 但特异性差, 多种疾病均可影响骨组织的放射性核素吸收而使SPECT在诊断早期成人FHN中的特异性较差^[5]。MRI具有多方位成像和较高软组织对比度等优点, 而且通过其良好的密度分辨率和空间分辨率, 在显示病变的解剖形态变化的同时, 还能提供有关的病

理及生化方面的信息, 其应用前景更广泛, 尤其对于骨髓病变的显示更具优势。能敏感地反映早期出现的骨髓组织异常, 包括水肿、坏死和髓腔内修复性纤维肉芽组织形成。这主要是由于骨密度或骨结构未出现异常时, 通常还处于细胞性坏死阶段, MRI可明显的显示出反应带, 此反应带位于坏死区和活性骨的间隙, 此时MRI就可表现出异常现象, 通常是关节面下骨髓内呈现线性信号, CT可检查出信号时通常是在发生了骨吸收和再骨化后的反应带出现时后, 此时患者已经进入Ⅱ期, MRI不仅可显示病变部位在解剖形态上的改变, 还能从病理和生化等方面提供诸多信息^[6]。本研究对4种检查方法诊断早期成人FHN的敏感性和准确性综合比较发现, MRI最高, 其次CT和SPECT相当, X线平片最差。因此, MRI可早期诊断成人FHN, 并可准确分期和判断预后^[7]。

考虑到各种检查的费用, 运用成本效益分析的办法, 本研究提出如下诊断早期成人FHN的影像学检查途径, 对成人FHN的高危病人, 比如长期大量服用糖皮质激素药物、长期酗酒、外伤和对侧已有FHN者以及有髋关节症状的病人, 当临床考虑股骨头坏死时宜先照X线平片, 如果平片明确诊断, 则可根据临床需要决定是否做CT扫描,

而无需做MRI检查。X线平片可疑者,可行CT检查;CT扫描的重点是观察骨坏死病理演变过程,有无骨吸收、骨增生,尤其是有无关节面的塌陷,这些对临床决定如何治疗非常重要。CT还对髋关节疾病的鉴别诊断有帮助,三维重建有助于骨科手术的设计。X线平片正常的成人FHN高危患者,可直接行MRI检查确定诊断;而X线平片正常的非高危患者,可不再进行CT和MRI检查。极少数MRI检查可疑者须近期内随访观察。MRI检查确定有股骨头坏死,则随访以X线平片和CT为主,而无需再做MRI。SPECT一般不作为首选,但首诊为SPECT检查的患者,出现特异性征象可确诊,虽为阳性但可疑FHN者或SPECT阴性的FHN高危患者须行MRI检查确诊。

MRI、CT、SPECT是相对于X线的先进的影像学诊断仪器,可得到常规X线影像学检查不能得到的功能与代谢图像,但检查费用昂贵。当其相对X线的高检出率能否也相对降低成本效益比^[8]。卫生经济学观点认为不但要考虑医生诊疗方面,还要从患者的方面进行考虑,故其中治疗及检查费用是患者认真考虑的一个部分。在我国,临床上医生选用的最适合患者的检查方法可能会超出患者所能承担的经济负担。因此,需要在患者检查成本和获得的效果与效用之间掌握最佳的平衡点,卫生经济学分析可以帮助医生把握成本和效果之间的平衡^[9]。成本-效果分析的指导思想是以最低的成本去实现确定的目标,即从成本和效果两个方面对备选方案之间的成本效果进行评价。

效益的评价是成本效益分析中的关键,因为成本是固定用价格来评价的,而效益的评价却不是固定的,它可以通过多方面的参数来评价,如诊断的准确率、治疗效果、健康状况、生存时间等,而评价参数不同,结果也会有一定的差异。本研究以股骨头早期坏死的正确检出率为效果指标进行比较,可以整体评价检查方案的效果,力求有限医疗资源使用的有效性及效用的极大化。这与经济学理论是不谋而合的。因此,积极开展股骨头坏死早期影像检查经济学评估,可以作为临床实践评价影像检查选择策略,最大限度减轻社会经济负担的新的标准^[10]。同时可为我国医疗保险项目的合理确定、诊疗价格的科学评估及效益费用的客观评价提供依据。

因此,X线作为一种价格相对便宜的检查手段,更适合用作一种筛选方法;而MRI作为一种昂贵的高准确性检查手段,只有将更多其利用在X

线平片诊断阴性,但是具有FHN的高危因素的病人,准确指导临床诊断方面才有价值。在我国卫生资源相对不足的情况下,只有准确把握符合我国国情的各类检查方式的适应证,才能真正得到更有效的利用。成本效益分析中的效益在健康卫生领域应包含两方面的意义,一为投入资金的实际使用效率,另外还应包含实际所达到的在健康方面的效果。对早期股骨头坏死的患者而言,就是早期的发现率,可以进行早期干预,减少或者减慢进入晚期的可能^[11-13]。由于改变临床决策,不仅节约医疗成本,更重要的是为患者健康带来更大的效益。

参考文献

1. Ficat RP, Arlet J. Necrosis of the femoral head. In: Hungerford DS. eds. Ischemia and Necrosis of Bone[M]. Baltimore, MD; Williams and Wilkins; 1980: 171.
2. 上海市医疗机构医疗服务项目和价格汇编(2010版). The catalogues and prices of medical institutions services in Shanghai (2010 edition).
3. Mitchell DG, Rao VM, Dalinka MK, et al. Femoral head avascular necrosis: correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings[J]. Radiology, 1987, 162(3): 709-715.
4. 宋英儒,黄仲奎,龙莉玲,等.早期股骨头缺血性坏死影像模型的实验研究[J].临床放射学杂志,2002,21(5): 392-396. SONG Yingru, HUANG Zhongkui, LONG Liling, et al. Experimental study of early avascular necrosis of femoral head image models[J]. Journal of Clinical Radiology, 2002, 21(5): 392-396.
5. 徐白莹,张永贤,田嘉禾,等.核素显像对股骨头缺血坏死的诊断及预测价值[J].中国临床影像杂志,1998,9(3): 182-183. XU Baixuan, ZHANG Yongxian, TIAN Jiahe, et al. Radionuclide imaging in the diagnosis and predictive value of avascular necrosis of femoral head[J]. Chinese journal of clinical image, 1998, 9(3): 182-183.
6. 毛克亚,王继芳,王义生,等.酒精性股骨头坏死核素骨显像的早期变化[J].中华核医学杂志,2000,20(1): 42. MAO Keya, WANG Jifang, WANG Yisheng, et al. Early radionuclide bone imaging change of alcoholic avascular necrosis[J]. Chin J Nucl Med, 2000, 20(1): 42.
7. Steinberg ME, Hayken GD, Steinberg DR. A quantitative system for staging avascular necrosis[J]. J Bone Joint Surg Br, 1995, 77(1): 34-41.
8. Bozic KJ, Morshed S, Silverstein MD, et al. Use of cost-effectiveness analysis to evaluate new technologies in orthopaedics. The case of alternative bearing surfaces in total hip arthroplasty[J]. J Bone Joint

- Surg Am, 2006, 88(4): 706-714.
9. Briggs A, Sculpher M, Dawson J, et al. Modelling the cost-effectiveness of primary hip replacement: how cost-effective is the Spectron compared to the Charnley prosthesis? CHE Technical Paper Series 28. York: University of York, 2003: 51.
 10. Fitzpatrick R, Shortall E, Sculpher M, et al. Modelling of cost-effectiveness of THR: methods and results and discussion in primary total hip replacement surgery: a systematic review of outcomes and modelling of cost-effectiveness associated with different prostheses[J]. Health Technol Assess 1998, 2(20): 17-32.
 11. Vale L, Wyness L, McCormack K, et al. A systematic review of the effectiveness and cost-effectiveness of metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty for treatment of hip disease[J]. Health Technol Assess, 2002, 6(15): 1-109.
 12. Bozic KJ, Pui CM, Ludeman MJ, et al. Do the potential benefits of metal-on-metal hip resurfacing justify the increased cost and risk of complications?[J]. Clin Orthop Relat Res, 2010, 468(9): 2301-2312.
 13. Petrou S, Gray A. Economic evaluation using decision analytical modelling: design, conduct, analysis, and reporting[J]. BMJ, 2011, 342: d1766.

本文引用: 金磊, 胡柯嘉, 吴永伟, 芮永军, 陆尧, 孔友谊. 早期股骨头坏死影像学诊断的成本效益分析 [J]. 临床与病理杂志, 2015, 35(1): 59-64. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2015.01.016

Cite this article as: JIN Lei, HU Kejia, WU Yongwei, RUI Yongjun, LU Yao, KONG Youyi. Cost-effective analysis for the imaging diagnosis of early femoral head necrosis [J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2015, 35(1): 59-64. doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2015.01.016