

单侧股骨头缺血坏死患者双侧坐骨股骨间隙的 MRI 表现及其与继发 IFI 的相关性

许林森, 祝华强, 黄文健, 黎洪慨

中国科学院大学深圳医院(光明)医学影像科, 广东 深圳 518106

【摘要】 目的 探究单侧股骨头缺血坏死(ONFH)患者双侧坐骨股骨间隙(IFS)的磁共振(MRI)表现及其与继发坐骨股骨撞击综合征(IFI)的相关性。方法 回顾性分析 2016 年 1 月至 2021 年 6 月中国科学院大学深圳医院收治的 108 例单侧 ONFH 患者的临床资料, 将其设置为研究组, 其中国际骨循环学会(ARCO) I 期 19 例、II 期 32 例、III 期 33 例、IV 期 24 例。选择同期体检且髋关节结构正常无病变的 50 例健康者作为对照组。比较不同 ARCO 分期单侧 ONFH 患者及对照组的坐骨股骨间隙(IFS)、股方肌间隙(QFS)和颈干角(CCD)。所有图像分析及测量均分别由两位从事骨骼肌肉系统放射诊断的高年资医师利用 SIEMENS syngoMMWP VE40E 工作站进行操作。结果 ARCO III、IV 期患者健侧的 IFS、QFS 间距分别为(19.75±7.96) mm、(14.92±6.76) mm、(23.18±6.84) mm、(17.10±7.31) mm, 明显小于患侧的(24.51±6.28) mm、(19.65±5.30) mm、(28.58±5.28) mm、(22.89±6.25) mm, 差异均具有统计学意义($P < 0.05$); ARCO III、IV 期患者健侧的 CCD 数值分别为(135.78±5.71)°、(137.65±7.64)°, 明显高于患侧的(129.65±2.43)°、(132.79±6.08)°, 差异均具有统计学意义($P < 0.05$); 研究组患者健侧的 IFS 值和 QFS 分别为(21.14±7.08) mm、(12.34±6.83) mm, 明显小于对照组的(26.07±6.13) mm、(21.89±7.09) mm 及研究组患侧的(25.19±5.51) mm、(19.53±5.32) mm, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 研究组患者健侧 CCD 为(137.78±3.89)°, 明显大于对照组的(130.87±4.65)° 及研究组的患侧(132.37±7.04)°, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论 ARCO III、IV 期的单侧 ONFH 患者由于长期骨盆向健侧偏斜的跛行, 将出现健侧股骨头髋关节的 IFS、QFS 降低, 最终出现 IFI 可能性增大。

【关键词】 股骨头缺血坏死; 坐骨股骨间隙; 坐骨股骨撞击综合征; 磁共振; 相关性

【中图分类号】 R681.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2023)02-0244-04

MRI findings of bilateral ischiofemoral space in patients with unilateral osteonecrosis of the femoral head and their correlation with secondary ischiofemoral impingement. XU Lin-sen, ZHU Hua-qiang, HUANG Wen-jian, LI Hong-kai. Department of Medical Imaging, Shenzhen Hospital (Guangming) of University of Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518106, Guangdong, CHINA

【Abstract】 Objective To investigate the magnetic resonance imaging (MRI) findings of bilateral ischiofemoral space (IFS) in patients with unilateral osteonecrosis of the femoral head (ONFH) and its correlation with secondary ischiofemoral impingement syndrome (IFI). **Methods** The clinical data of 108 patients with unilateral ONFH admitted to Shenzhen Hospital of University of Chinese Academy of Sciences from January 2016 to June 2021 were retrospectively analyzed. The patients were assigned to the study group, including 19 with stage I, 32 with Arco stage II, 33 with Arco stage III, and 24 with Arco stage IV according to the International Society of bone circulation (ARCO). Fifty healthy people who had normal hip joint structure and no disease were selected as the control group. The IFS, quadratus femoris space (QFS), and cervical trunk angle (CCD) of unilateral ONFH patients with different Arco stages and controls were compared. All image analysis and measurement were performed by two senior physicians engaged in radiation diagnosis of skeletal muscle system using Siemens syngoMMWP VE40E workstation. **Results** The distances of IFS and QFS in the healthy side of the patients with ARCO stage III and IV were (19.75±7.96) mm, (14.92±6.76) mm, (23.18±6.84) mm, and (17.10±7.31) mm, respectively, which were significantly smaller than (24.51±6.28) mm, (19.65±5.30) mm, (28.58±5.28) mm, and (22.89±6.25) mm in the affected side ($P < 0.05$). The CCD values of the healthy side of the patients with ARCO stage III and IV were (135.78±5.71)°, (137.65±7.64)°, which were significantly higher than (129.65±2.43)°, (132.79±6.08)° of the affected side ($P < 0.05$). The IFS value and QFS of the healthy side in the study group were (21.14±7.08) mm and (12.34±6.83) mm, respectively, which were significantly smaller than (26.07±6.13) mm and (21.89±7.09) mm of the control group, and (25.19±5.51) mm and (19.53±5.32) mm of the affected side in the study group ($P < 0.05$). The CCD of the healthy side in the study group was (137.78±3.89)°, which was significantly larger than (130.87±4.65)° in the control group and (132.37±7.04)° in the study group ($P < 0.05$). **Conclusion** In patients with unilateral ONFH in ARCO stage III and IV, due to long-term claudication of the pelvis to the healthy side, the IFS and QFS of the femoral head and hip joint on the healthy side will decrease, and the possibility of IFI will increase.

【Key words】 Osteonecrosis of the femoral head (ONFH); Ischiofemoral space (IFS); Ischiofemoral impingement (IFI) syndrome; Magnetic resonance imaging; Correlation

坐骨股骨撞击综合征(Ischiofemoral impingement syndrome, IFI)是髋关节撞击综合征亚型, IFI患者也常 会由于髋关节外撞击而会出现髋关节的疼痛, 近年来 IFI 与股骨头缺血坏死(osteonecrosis of the femoral

通讯作者: 许林森(1977—), 男, 副主任医师, 主要研究方向为影像诊断, E-mail: 379383478@qq.com。

head, ONFH)均在临床上受到了较大的重视^[1]。相关研究结果指出,在研究 IFI 患者时,通常会将同时将 ONFH 患者纳入到研究中进行对比研究,且显示 IFI 的发生与 ONFH 存在较为密切的联系^[2-3]。按照 ONFH 患者的疾病发展过程分为股骨头坏死国际分期(Association Research Circulation Osseous, ARCO) I~IV 期 4 个不同的时期。本研究旨在应用 MRI 测量单侧 ONFH 患者两侧坐骨股骨间隙及相关组织间隙变化,以探讨 ARCO 不同分期单侧 ONFH 患者双侧坐骨股骨间隙的变化以及 ONFH 是否与 IFI 的发生有关。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2016 年 1 月至 2021 年 6 月在中国科学院大学深圳医院治疗的 108 例单侧 ONFH 患者的临床资料(研究组)。纳入标准:(1)病历资料完整者;(2)能随访调查者。排除标准:(1)骨盆先天畸形者;(2)髋关节先天脱位者;(3)无髋部及股骨骨折史者;(4)无髋部感染性疾病者;(5)糖尿病患者;(6)髋部肿瘤者。研究组患者的 ARCO 分期为 I 期 19 例、II 期 32 例、III 期 33 例、IV 期 24 例。I 期患者中男性 10 例,女性 9 例;年龄 35~75 岁,平均(49.37±11.59)岁;BMI 为 18.51~26.43 kg/m²,平均(22.98±5.03) kg/m²。II 期患者中男性 15 例,女性 16 例;年龄 38~71 岁,平均(50.93±12.14)岁;BMI 为 17.83~26.71 kg/m²,平均(23.05±4.71) kg/m²。III 期患者中男性 16 例,女性 17 例;年龄 36~73 岁,平均(48.93±12.75)岁;BMI 为 18.02~27.03 kg/m²,平均(22.76±4.99) kg/m²。IV 期患者中男 12 例,女 12 例;年龄 37~71 岁,平均(51.26±10.67)岁;BMI: 18.04~27.54 kg/m²,平均(23.01±5.42) kg/m²。四组患者的一般资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。选择同期在我院体检且髋关节结构正常无病变的 50 例健康者作为对照组,其中男性 15 例,女性 15 例;年龄 32~78 岁,平均(50.16±10.93)岁;BMI 为 18.91~26.32 kg/m²,平均(23.05±5.17) kg/m²。研究组和对照组的一般资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),本研究经我院伦理委员会批准。

1.2 检查方法

所有研究对象均行给予髋关节的 SIEMENS AVANTO 或 SIEMENS AERA 1.5T MRI 扫描,取仰卧中立位,选择多通道相位的阵列线圈,扫

描范围:以髌臼上缘为起点至股骨小转子下缘;扫描序列:冠状位 T1WI (TE: 12.5 ms, TR: 752 ms, FOV 360 mm×360 mm, NEX 2 次,层间距 1 mm,层厚 4 mm,矩阵 320×256);冠状位 PDWI (TE: 89.4 ms, TR: 3 359 ms, FOV 360 mm×360 mm,层间距 1 mm,层厚 4 mm,矩阵 320×256)。横轴位 PDWI (TE: 12 ms, TR: 698 ms, FOV 360 mm×360 mm, NEX 3 次,层间距 1 mm,层厚 4 mm,矩阵 320×256);横轴位 PDWI (TE: 88.1 ms, TR: 3 972 ms, FOV 360 mm×360 mm, NEX 3 次,层间距 1 mm,层厚 4 mm,矩阵 320×256)。所有图像分析及测量均分别由 2 位从事骨骼肌肉系统放射诊断的高年资医师利用 SIEMENS syngoMMWP VE40E 工作站进行操作。

1.3 观察指标与评价方法

(1)比较两位医师所测量数据;(2)比较不同 ARCO 分期患者两侧髋关节 IFS、QFS。(3)比较不同 ARCO 分期患者健侧和患侧髋关节 CCD。根据 MRI 作为 ARCO 分期的评定标准^[4]。I 期:患者股骨的结构正常, T2WI 信号增高,在上负重区 T1WI 主要为线样低信号; II 期:坏死区表现处新月形,无软骨下骨折和坏死,股骨头无明显的结果改变; III 期:同时存在软骨下骨折和坏死区,股骨头的正常结构发生变化; IV 期:关节软骨破坏明显。在横轴位 PDWI 上测量髋关节的坐骨股骨间隙 (IFS) 和股方肌间隙 (QFS), 在冠状位 T1WI 对颈干角 (CCD) 进行测量。QFS: 股骨小转子与腘绳肌止点之间直线距离; CCD: 通过股骨头中心的股骨颈中轴线与股骨干中轴线的夹角; IFS: 股骨小转子内侧缘与坐骨结节外侧缘间的距离。

1.4 统计学方法

应用 SPSS20.00 统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两位医师所测量数据比较

每位医师测量 2 次,取两名医师的平均值对数据进行统计,通过对每位医师测量的数据进行可重复性分析结果显示,对所有患者双侧髋关节的 IFS、QFS、CCD 测量结果显示相关系数值均较高, ICC 值分别为 0.95、0.99、0.93,均 $P<0.05$;由此可知,两名医师的测量数据能够保持较为一致,可以取其平均值对数据进行统计,见图 1 和图 2。

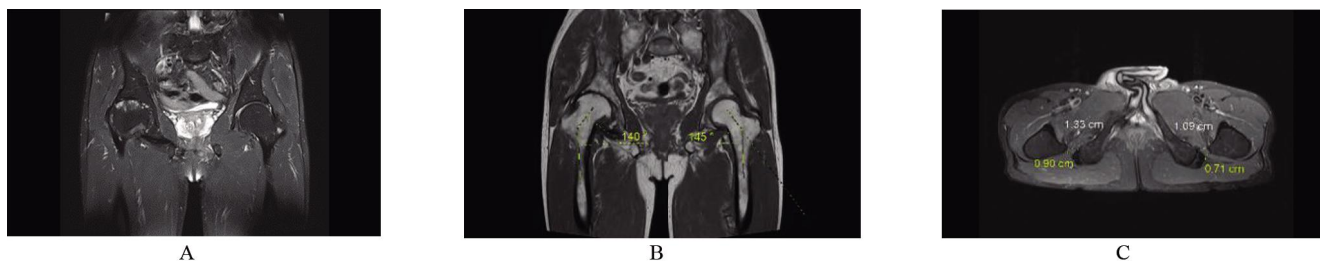


图 1 男,70 岁,右股骨头缺血坏死 ARCO IV 期伴对侧 IFS 减小

Figure 1 A male patient, 70 years old, with ischemic necrosis of right femoral head of stage IV ARCO complicating decreased contralateral IFS
注:A,冠状位压脂 PDWI:由图可见右股骨头缺血坏死,关节面扁平,髋关节退变;B,冠状位 T1WI:由图可见左侧 CCD145°,右侧 CCD140°;C,横轴位压脂 PDWI:由图可见左 IFS(白线)10.9 mm, QFS(黄线)7.1 mm,右 IFS 13.3 mm, QFS 9.0 mm。

Note: A, coronal PDWI: the right femoral head shows avascular necrosis, the articular surface is flat, and the hip joint is degenerative; B, coronal T1WI: the left CCD 145° and the right CCD 140°; C, horizontal PDWI: left IFS (indicated by white line) 10.9 mm, QFS (yellow line) 7.1 mm, right IFS 13.3 mm, QFS 9.0 mm.

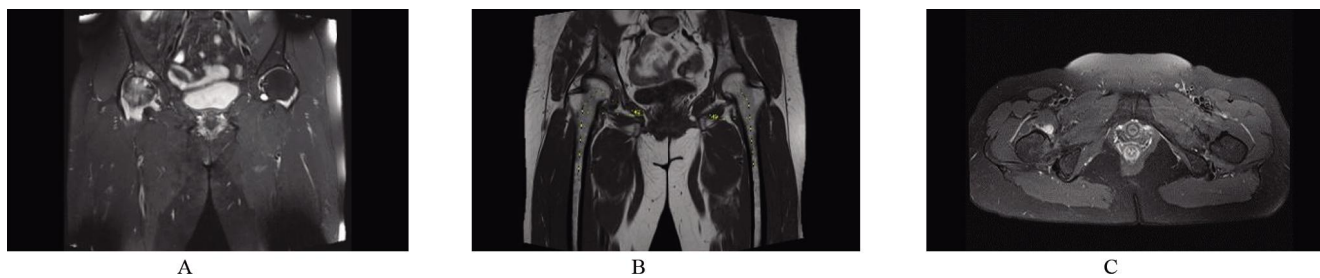


图2 女,53岁,右股骨头缺血坏死 ARCO IV期伴对侧 IFI

Figure 2 A female patient, 53 years old, with ischemic necrosis of right femoral head of stage IV ARCO complicating contralateral IFI

注:A,冠状位压脂PDWI:由图可见右股骨头缺血坏死,髋关节退变、滑囊炎;B,冠状位T1WI:由图可见左侧CCD 149°,右侧CCD 142°;C,由图可见横轴位压脂PDWI:左侧IFI,股方肌水肿。

Note: A, coronal PDWI: ischemic necrosis of the right femoral head, hip joint degeneration, and bursitis can be seen; B, coronal T1WI: the left CCD is 149° and the right CCD is 142°; C, horizontal PDWI: left IFI, quadratus femoris edema.

2.2 不同 ARCO 分期患者两侧髋关节 IFS、QFS 比较 ARCO III、IV 期患者健侧的 IFS、QFS 间距明显小于患侧,差异均有统计学意义($P < 0.05$); ARCO I、II 期的患者健侧 IFS、QFS 与患侧比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。研究组患者健侧的 IFS 小于对照组及研究组患侧,差异均有统计学意义($P < 0.05$);研究组患者患侧的 IFS、QFS 与对照组比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1 和表 2。

表 1 不同 ARCO 分期患者健侧和患侧髋关节 IFS、QFS 比较($\bar{x} \pm s$)
Table 1 Comparison of IFS and QFS of healthy and affected hip joints of patients in different ARCO stages ($\bar{x} \pm s$)

ARCO 分期	例数	IFS(mm)	t 值	P 值	QFS (mm)	t 值	P 值
I 期	19		2.320	0.051		2.203	0.064
患侧		22.37±5.32			16.03±5.23		
健侧		17.50±6.32			12.45±3.75		
II 期	32		0.694	0.508		-0.283	0.801
患侧		25.34±7.28			19.65±5.21		
健侧		20.25±7.26			14.82±6.75		
III 期	33		3.014	0.001		2.991	0.007
患侧		24.51±6.28			19.65±5.30		
健侧		19.75±7.96			14.92±6.76		
IV 期	24		2.210	0.043		2.321	0.034
患侧		28.58±5.28			22.89±6.25		
健侧		23.18±6.84			17.10±7.31		

表 2 研究组与对照组的髋关节 IFS、QFS 比较($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of hip joint IFS and QFS between the study group and the control group ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	IFS (mm)	QFS (mm)
研究组健侧	108	21.14±7.08 ^a	12.34±6.83 ^a
研究组患侧	108	25.19±5.51	9.53±5.32
对照组	50	26.07±6.13	21.89±7.09

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$ 。

Note: Compared with the control group, ^a $P < 0.05$ 。

2.3 不同 ARCO 分期患者健侧和患侧髋关节 CCD 比较 ARCO III、IV 期患者健侧的 CCD 数值明显高于患侧,差异有统计学意义($P < 0.05$); ARCO I、II 期患者健侧与患侧的 CCD 数值比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。研究组患者健侧 CCD 明显大于对照组及研究组患侧,差异均有统计学意义($P < 0.05$);研究组患侧

CCD 与对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 3 不同 ARCO 分期患者健侧和患侧髋关节 CCD 比较($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Comparison on CCD of healthy and affected hip joints in patients with different ARCO stages ($\bar{x} \pm s$)

ARCO 分期	例数	CCD (°)	t 值	P 值
I 期	19		-1.061	0.332
患侧		135.17±7.63		
健侧		134.56±6.09		
II 期	32		-1.357	0.201
患侧		132.06±5.91		
健侧		131.95±9.04		
III 期	33		-3.124	0.009
患侧		129.65±2.43		
健侧		135.78±5.71		
IV 期	24		-2.534	0.023
患侧		132.79±6.08		
健侧		137.65±7.64		

3 讨论

IFI 是一种较为常见的髋关节病变,其中股肌与坐骨股骨之间的间隙减小是诊断 IFI 的一个较为重要的解剖学结构变化指标,本次作者在临床工作中选择部分 ONFH 合并 IFI 的患者作为研究对象,其中分析一些有着典型临床表现 ONFH 患者。MRI 通常用于对坐骨股骨与股肌之间间隙大小进行检测;疼痛是 IFI 患者的最为常见的表现,尤其是在腹股沟部位或者髋部,且这种疼痛可能会放射到大腿和膝盖两侧^[5-7]。MRI 是测量诊断 ONFH 的常用工具,可有效获取 IFI 和 ONFH 患者更多的病变信息。

本研究结果显示,单侧病变患者患侧的 IFS、QFS 与对照组比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),而单侧病变患者健侧的 IFS、QFS 明显小于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。由此可知,单侧 ONFH 患者的检查发现 IFS、QFS 有明显减小的情况,有多种因素可能会导致 IFS、QFS 数值降低情况的出现,其中最可能的就是健侧髋关节代偿性过度使用可能导致这一结果的出现,单侧 ONFH 病变的患者病变侧的髋部由于疼痛会导致患侧正常功能障碍,健侧不自主地出现代偿与过度受力的情况,健侧长期过度承重最终会导致

健侧 IFS、QFS 角度出现减小的情况^[8-10]。

本研究结果显示, ARCO III、IV 期单侧病变患者健侧的 IFS、QFS 明显小于患侧的数值, 差异均有统计学意义($P < 0.05$), 而 ARCO I、II 期单侧病变患者健侧与患侧 IFS、QFS 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。由此可知, ARCO III、IV 期单侧病变患者健侧更可能会出现 IFS、QFS 数值降低的情况; 这可能是由于随着 ARCO 患者病程的发生与发展, ARCO 患者患侧疼痛的情况逐渐加重, 并且在后期 ARCO III、IV 期的患者有部分会存在骨性关节炎伴发股骨头塌陷的情况, 进一步加剧 IFS、QFS 数值降低的情况^[11]。所以 ARCO III、IV 期的患者由于患侧的活动受限情况明显比 ARCO I、II 期严重, 故 ARCO III、IV 期的患者出现过度承重侧髋关节的情况会更明显, 而 I、II 期的单侧患者由于过度承重的情况不太严重, 因此 ARCO I、II 期单侧患者的健侧股骨头侧的 IFS、QFS 角度未出现较为明显的改变。

本研究结果还显示, 单侧 ONFH 患者患侧 CCD 与健康对照组比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 而单侧 ONFH 患者正常侧 CCD 与健康对照组相比明显增大, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。同时, ARCO I、II 期单侧 ONFH 患者双侧 CCD 无明显差别, 且 ARCO III、IV 期的单侧 ONFH 患者健侧的髋关节 CCD 度数明显增加, 该结果与大部分学者研究提出的相关研究结果一致, 即 IFS、QFS 与股骨颈干角呈负相关; 各种原因导致的 CCD 的增大均可能会导致患者出现 IFI^[12-14]。同时, 还有学者在研究中发现, 体操运动员髋关节的股骨颈较大, 且髋关节 IFI 的发病率较高, 且这可能是由于在训练过程中下肢反复承受过度的负荷会在不同程度上导致颈部干角增加, 进一步会出现髋关节解剖适应性发生变化, 这一结果也与本研究结果一致^[15]。

综上所述, 单侧 ARCO III、IV 期的单侧 ONFH 患者由于健侧股骨头髋关节的 IFS、QFS 降低, 最终出现 IFI 的可能性增大。

参考文献

- [1] Song YF, Zhang ZK, Sang H, et al. MRI evaluation of changes in unilateral avascular necrosis of femoral head and bilateral ischium femoral space of hip joint in different stages of Arco [J]. Chin J Magn Reson Imag, 2021, 12(4): 65-68.
宋彦芳, 张泽坤, 桑辉, 等. MRI 评估 ARCO 不同分期内单侧股骨头缺血坏死髋关节双侧坐骨股骨间隙的变化[J]. 磁共振成像, 2021, 12(4): 65-68.
- [2] Chen ZQ, Liu Z, Tian YG, et al. Correlation between MRI staging and necrosis index of avascular necrosis of the femoral head [J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(3): 220-223.
陈志清, 刘智, 田永刚, 等. 股骨头缺血坏死 MRI 分期与坏死指数的相关性[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(3): 220-223.
- [3] Chen CJ, Zhao X, Luo Y, et al. Research progress on the current situation of head salvage treatment and prognostic factors of femoral head necrosis [J]. Chin J Orthop, 2021, 41(1): 49-57.
陈长军, 赵鑫, 罗月, 等. 股骨头坏死保头治疗现状及预后影响因素的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(1): 49-57.
- [4] Professional Committee of bone circulation and osteonecrosis, orthopaedic branch, Chinese Medical Association, Bone microprosthodontics group, orthopaedic branch, Chinese Medical Association, Interna-

- tional Society of bone circulation China. Chinese guidelines for clinical diagnosis and treatment of adult osteonecrosis of the femoral head (2020) [J]. Chin J Orthop, 2020, 40(20): 1365-1376.
中国医师协会骨科医师分会骨循环与骨坏死专业委员会, 中华医学会骨科分会骨显微修复学组, 国际骨循环学会中国区. 中国成人股骨头坏死临床诊疗指南(2020)[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(20): 1365-1376.
- [5] Xu TT, Yang T, Shi DH, et al. Progress in diagnosis and treatment of subchondral insufficiency fracture of femoral head [J]. Journal of Medical Postgraduates, 2020, 33(11): 1223-1227.
许潭潭, 杨涛, 史东宏, 等. 股骨头软骨下功能不足性骨折的诊疗进展[J]. 医学研究生学报, 2020, 33(11): 1223-1227.
- [6] Gao TY, Wang FZ, Pan SN. Progress in imaging diagnosis of developmental hip dysplasia complicated with femoral head necrosis [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2020, 36(12): 1911-1914.
高天阳, 王丰哲, 潘诗农. 影像学诊断发育性髋关节发育不良并发股骨头坏死进展[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(12): 1911-1914.
- [7] Kim HY, Cha YH, Choy WS, et al. Femoral head wedge resection for the treatment of avascular necrosis of the femoral head after pediatric femoral neck fracture: a case report [J]. J Pediatr Orthop B, 2018, 27(3): 283-288.
- [8] Sun W, Li ZR. 2019 International Association for bone circulation research. Staging of femoral head necrosis [J]. Chin J Orthop, 2020, 40(13): 889-892.
孙伟, 李子荣. 2019 国际骨循环研究协会股骨头坏死分期[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(13): 889-892.
- [9] Wang XL, Han CQ, Zhao XN, et al. Establishment of an improved animal model of early steroid induced necrosis of the femoral head [J]. Chin J Exp Surg, 2020, 37(3): 571-574.
王小龙, 韩超前, 赵晓娜, 等. 改良早期激素性股骨头坏死动物模型的建立[J]. 中华实验外科杂志, 2020, 37(3): 571-574.
- [10] Wei QS, Fang B, Chen ZQ, et al. The role of the anterolateral bone state of the femoral head in the progression of femoral head necrosis and collapse [J]. J Clin Rehabil Tis Eng Res, 2019, 23(16): 2516-2522.
魏秋实, 方斌, 陈镇秋, 等. 股骨头前外侧骨质状态在股骨头坏死塌陷进展中的作用(英文)[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(16): 2516-2522.
- [11] Xue XD, Li B, Zhang Q, et al. Application of spiral CT and magnetic resonance in clinical diagnosis of adult femoral head necrosis [J]. Hainan Medical Journal, 2019, 30(2): 223-225.
薛向东, 李波, 张焱, 等. 螺旋 CT 和磁共振在成人股骨头坏死临床诊断中的应用[J]. 海南医学, 2019, 30(2): 223-225.
- [12] Zhuang ZK, Xu ZQ, Guo JH, et al. Related factors of femoral head necrosis after internal fixation of femoral neck fracture in young and middle-aged [J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26(22): 2044-2049.
庄至坤, 许志庆, 郭金花, 等. 中青年股骨颈骨折内固定术后股骨头坏死的相关因素[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(22): 2044-2049.
- [13] Al-Omari AA, Aleshawi AJ, Marei OA, et al. Avascular necrosis of the femoral head after single steroid intra-articular injection [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2020, 30(2): 193-197.
- [14] Peng XX, Zhao G, Wu LL. Clinical value of CT and X-ray in diagnosis of senile osteonecrosis of femoral head [J]. Chinese Journal of Gerontology, 2018, 38(13): 3183-3185.
彭小星, 赵刚, 吴琳琳. CT 和 X 线诊断老年股骨头坏死的临床价值[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(13): 3183-3185.
- [15] Fu WM, Wang BJ. Relationship between focus scope, blood supply and pathological changes of femoral head necrosis based on imaging technology: diagnostic animal experimental scheme [J]. J Clin Rehabil Tis Eng Res, 2017, 21(7): 1086-1091.
傅维民, 王本杰. 基于影像学技术股骨头坏死病灶范围、血液供应与病理变化关系: 诊断性动物实验方案[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(7): 1086-1091.

(收稿日期: 2022-02-17)