

# 膝骨关节炎合并股骨侧弓患者全膝关节置换术后 下肢机械轴对手术效果的影响

陈冰峰, 孙立春

(大庆市第五医院, 黑龙江 大庆 163714)

**摘要** 目的:探讨膝骨关节炎合并股骨侧弓患者全膝关节置换(total knee arthroplasty, TKA)术后下肢机械轴对手术效果的影响。方法:选择 2006—2010 年在大庆市第五医院接受 TKA 治疗的 74 例膝骨关节炎患者(74 膝)的病例资料,所有患者术前股骨侧弓角均  $>5^\circ$ ,术后随访时间均  $\geq 60$  个月。术后下肢机械轴矫正至中立位者 34 例(中立位组),术后下肢机械轴未矫正至中立位者 40 例(非中立位组)。比较 2 组患者的髋-膝-踝(hip-knee-ankle, HKA)角、膝关节主动活动度、Feller 髌骨评分、美国膝关节协会(American knee society, AKS)评分及并发症发生情况。结果:①HKA 角。术后即刻和末次随访时,中立位组的 HKA 角均大于非中立位组( $178.9^\circ \pm 1.1^\circ$ ,  $176.1^\circ \pm 1.0^\circ$ ,  $t=2.779$ ,  $P=0.008$ ;  $178.1^\circ \pm 1.0^\circ$ ,  $171.9^\circ \pm 1.3^\circ$ ,  $t=20.395$ ,  $P=0.000$ );中立位组术后即刻与末次随访时的 HKA 角比较,差异无统计学意义( $t=3.919$ ,  $P=0.752$ );非中立位组末次随访时的 HKA 角较术后即刻时减小( $t=2.845$ ,  $P=0.019$ )。②膝关节主动活动度。术前及末次随访时,2 组患者的膝关节主动活动度比较,组间差异均无统计学意义( $105.2^\circ \pm 10.3^\circ$ ,  $104.7^\circ \pm 10.1^\circ$ ,  $t=0.208$ ,  $P=0.836$ ;  $121.6^\circ \pm 10.7^\circ$ ,  $120.8^\circ \pm 10.5^\circ$ ,  $t=0.714$ ,  $P=0.477$ );与术前相比,末次随访时 2 组患者的膝关节主动活动度均增大( $t=-5.303$ ,  $P=0.000$ ;  $t=-6.713$ ,  $P=0.000$ )。③Feller 髌骨评分。术前及末次随访时,2 组患者的 Feller 髌骨评分比较,组间差异均无统计学意义[( $17.3 \pm 2.2$ )分, ( $16.4 \pm 2.1$ )分,  $t=1.806$ ,  $P=0.075$ ; ( $26.2 \pm 1.7$ )分, ( $25.7 \pm 2.1$ )分,  $t=0.899$ ,  $P=0.371$ ];与术前相比,末次随访时 2 组患者的 Feller 髌骨评分均增大( $t=-21.008$ ,  $P=0.000$ ;  $t=-21.562$ ,  $P=0.000$ )。④AKS 评分。术前及末次随访时,2 组患者的 AKS 评分比较,组间差异均无统计学意义[( $60.4 \pm 6.5$ )分, ( $58.3 \pm 7.8$ )分,  $t=1.213$ ,  $P=0.229$ ; ( $92.7 \pm 5.0$ )分, ( $90.4 \pm 7.3$ )分,  $t=1.548$ ,  $P=0.126$ ];与术前相比,末次随访时 2 组患者的 AKS 评分均增大( $t=-133.158$ ,  $P=0.000$ ;  $t=-18.217$ ,  $P=0.000$ )。⑤并发症发生情况。2 组各有 1 例患者发生股骨假体周围骨折,均接受手术治疗,术后骨折均愈合良好;非中立位组 2 例发生聚乙烯衬垫磨损,最终接受翻修手术。结论:膝骨关节炎合并股骨侧弓患者 TKA 术后下肢机械轴未矫正至中立位,对膝关节功能恢复无明显影响,但可能导致术后下肢矫正机械轴丢失加快、假体磨损加剧。

**关键词** 关节成形术, 置换, 膝; 股骨; 畸形; 力线; 机械轴

## Effects of postoperative mechanical axis of the lower limb on the outcomes of total knee arthroplasty in patients with knee osteoarthritis and lateral femoral curvature

CHEN Bingfeng, SUN Lichun

The Fifth Hospital of Daqing City, Daqing 163714, Heilongjiang, China

**ABSTRACT** **Objective:** To explore the effects of postoperative mechanical axis of the lower limb (MAL) on the outcomes of total knee arthroplasty (TKA) in patients with knee osteoarthritis (KOA) and lateral femoral curvature. **Methods:** The medical records of 74 patients (74 knees) who received TKA for KOA in The Fifth Hospital of Daqing City from 2006 to 2010 with the preoperative lateral femoral curvature angle  $>5^\circ$  and the postoperative follow-up time  $\geq 60$  months were selected. After TKA, the MAL was corrected to neutral position in 34 patients (neutral position group), and wasn't in 40 cases (non-neutral position group). The hip-knee-ankle (HKA) angle, active range of motion (ROM) of knee, Feller's patella score, American knee society (AKS) score and postoperative complication incidence were compared between the 2 groups. **Results:** ①The HKA angles were greater in neutral position group compared to non-neutral position group immediately after the TKA and at the last follow-up ( $178.9 \pm 1.1$  vs  $176.1 \pm 1.0$  degrees,  $t=2.779$ ,  $P=0.008$ ;  $178.1 \pm 1.0$  vs  $171.9 \pm 1.3$  degrees,  $t=20.395$ ,  $P=0.000$ ). There was no statistical difference in HKA angles between immediately after the TKA and at the last follow-up in neutral position group ( $t=3.919$ ,  $P=0.752$ ), while the HKA angles decreased in non-neutral position group at the last follow-up compared to immediately after the TKA ( $t=2.845$ ,  $P=0.019$ ). ②There was no statistical difference in the active ROM of knees between

the 2 groups before the TKA and at the last follow-up ( $105.2 \pm 10.3$  vs  $104.7 \pm 10.1$  degrees,  $t = 0.208$ ,  $P = 0.836$ ;  $121.6 \pm 10.7$  vs  $120.8 \pm 10.5$  degrees,  $t = 0.714$ ,  $P = 0.477$ ). The active ROM of knees increased in the 2 groups at the last follow-up compared to pre-TKA ( $t = -5.303$ ,  $P = 0.000$ ;  $t = -6.713$ ,  $P = 0.000$ ). ③ There was no statistical difference in Feller's patella scores between the 2 groups before the TKA and at the last follow-up ( $17.3 \pm 2.2$  vs  $16.4 \pm 2.1$  points,  $t = 1.806$ ,  $P = 0.075$ ;  $26.2 \pm 1.7$  vs  $25.7 \pm 2.1$  points,  $t = 0.899$ ,  $P = 0.371$ ). The Feller's patella scores increased in the 2 groups at the last follow-up compared to pre-TKA ( $t = -21.008$ ,  $P = 0.000$ ;  $t = -21.562$ ,  $P = 0.000$ ). ④ There was no statistical difference in AKS scores between the 2 groups before the TKA and at the last follow-up ( $60.4 \pm 6.5$  vs  $58.3 \pm 7.8$  points,  $t = 1.213$ ,  $P = 0.229$ ;  $92.7 \pm 5.0$  vs  $90.4 \pm 7.3$  points,  $t = 1.548$ ,  $P = 0.126$ ). The AKS scores increased in the 2 groups at the last follow-up compared to pre-TKA ( $t = -133.158$ ,  $P = 0.000$ ;  $t = -18.217$ ,  $P = 0.000$ ). ⑤ The periprosthetic femur fracture was found in 1 patient in each group, and the fractures healed well after surgical treatment. Moreover, the wear of polyethylene inserts was found in 2 patients in non-neutral position group, and a revision TKA was performed respectively in the end.

**Conclusion:** An unsuccessful correction of MAL has no significant impact on the recovery of knee function after TKA, while it may accelerate the loss of correction of MAL and aggravate the wear of prosthesis after TKA in patients with KOA and lateral femoral curvature.

**Keywords** arthroplasty; replacement; knee; femur; malformation; lines of force; mechanical axis

股骨冠状面弓状畸形会影响股骨机械轴与解剖轴的关系,从而影响全膝关节置换(total knee arthroplasty, TKA)术中股骨假体的安放及术后下肢机械轴<sup>[1-4]</sup>。而 TKA 术中假体位置不良,会影响患者术后的膝关节功能,甚至导致假体失效<sup>[5-6]</sup>。为探讨膝骨关节炎合并股骨侧弓患者 TKA 术后下肢机械轴对手术效果的影响,我们进行了此项研究,现总结报告如下。

## 1 临床资料

**1.1 一般资料** 选择 2006—2010 年在大庆市第五医院接受 TKA 治疗的膝骨关节炎患者的病例资料进行研究。试验方案经医院医学伦理委员会审查通过。

**1.2 纳入标准** ①因膝骨关节炎初次接受 TKA 手术;②股骨侧弓角[图 1(1)]  $> 5^\circ$ ;③由同一组医生进行手术,且均采用骨水泥型假体;④随访时间  $\geq 60$  个月;⑤病例资料完整。

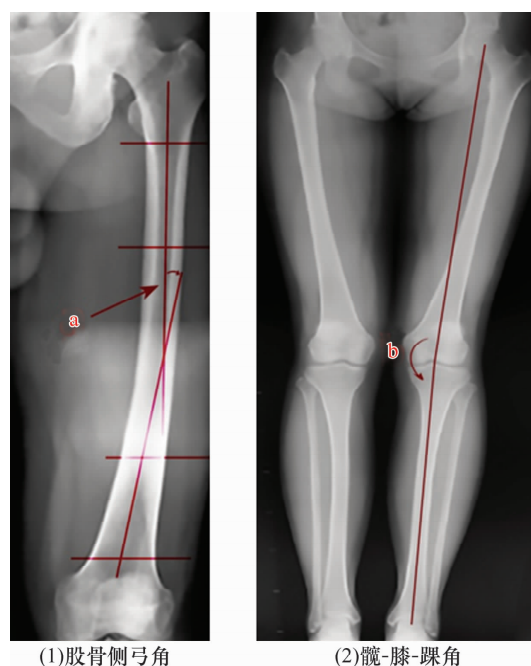
**1.3 排除标准** ①术前存在与既往创伤或手术有关的关节外股骨或胫骨畸形者;②合并影响下肢功能的其他疾病者。

## 2 方法

**2.1 病例分组** 根据术后下肢机械轴是否矫正至中立位,将符合要求的患者分为 2 组:术后髌-膝-踝(hip-knee-ankle, HKA)角[图 1(2)]偏离  $180^\circ$  的角度  $\leq 3^\circ$  者纳入中立位组,偏离  $180^\circ$  的角度  $> 3^\circ$  者纳入非中立位组。

**2.2 手术效果分析** 比较 2 组患者的 HKA 角、膝关节主动活动度、Feller 髌骨评分<sup>[7]</sup>、美国膝关节协会(American knee society, AKS)评分<sup>[8]</sup>及并发症发生

情况。



(1)股骨侧弓角

(2)髌-膝-踝角

(1)中 a 为股骨侧弓角,即将股骨小转子下缘水平线与股骨髁上 10 cm 水平线之间的股骨干分为 4 等份,并作过等分点的水平线,再分别作近 1/4 段 2 条水平线与内外侧皮质交点所成线段中点的连线、远 1/4 段 2 条水平线与内外侧皮质交点所成线段中点的连线,2 条线所成锐角;(2)中 b 为髌-膝-踝角,即股骨机械轴和胫骨机械轴的内侧夹角。

图 1 股骨侧弓角和髌-膝-踝角测量方法示意图

**2.3 数据统计** 采用 SPSS26.0 软件进行数据统计分析。2 组患者性别的比较采用  $\chi^2$  检验,年龄、体重指数、股骨侧弓角、随访时间、HKA 角、膝关节主动活动度、Feller 髌骨评分及 AKS 评分的组间和组内比较均采用  $t$  检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

### 3 结果

**3.1 分组结果** 共纳入 74 例膝骨关节炎患者 (74 膝), 其中中立位组 34 例、非中立位组 40 例。2 组患者的基线资料比较, 差异无统计学意义, 有可比性 (表 1)。

#### 3.2 手术效果分析结果

**3.2.1 HKA 角** 术后即刻和末次随访时, 中立位组的 HKA 角均大于非中立位组; 中立位组术后即刻与末次随访时的 HKA 角比较, 差异无统计学意义; 非中立位组末次随访时的 HKA 角较术后即刻时减小 (表 2)。

**3.2.2 膝关节主动活动度** 术前及末次随访时, 2 组患者的膝关节主动活动度比较, 组间差异均无统计学意义; 与术前相比, 末次随访时 2 组患者的膝关节主动活动度均增大 (表 3)。

**3.2.3 Feller 髌骨评分** 术前及末次随访时, 2 组患者的 Feller 髌骨评分比较, 组间差异均无统计学意义; 与术前相比, 末次随访时 2 组患者的 Feller 髌骨评分均增大 (表 4)。

**3.2.4 AKS 评分** 术前及末次随访时, 2 组患者的 AKS 评分比较, 组间差异均无统计学意义; 与术前相比, 末次随访时 2 组患者的 AKS 评分均增大 (表 5)。

表 1 2 组行全膝关节置换术的膝骨关节炎合并股骨侧弓患者的基线资料

组别	样本量/ 例	性别/例		年龄/ ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	体质量指数/ ( $\bar{x} \pm s$ , $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	股骨侧弓角/ ( $\bar{x} \pm s$ , °)	随访时间/ ( $\bar{x} \pm s$ , 月)
		男	女				
中立位组	34	3	31	71.3 ± 4.2	30.3 ± 3.7	10.5 ± 3.1	74.8 ± 8.2
非中立位组	40	3	37	70.8 ± 4.7	30.2 ± 3.9	10.6 ± 2.8	77.4 ± 7.5
检验统计量		$\chi^2 = 0.048$		$t = 0.764$	$t = 0.003$	$t = -0.515$	$t = -1.579$
P 值		0.826		0.447	0.997	0.608	0.119

表 2 2 组行全膝关节置换术的膝骨关节炎合并股骨侧弓患者的髌-膝-踝角

组别	样本量/例	髌-膝-踝角/( $\bar{x} \pm s$ , °)		t 值	P 值
		术后即刻	末次随访		
中立位组	34	178.9 ± 1.1	178.1 ± 1.0	3.919	0.752
非中立位组	40	176.1 ± 1.0	171.9 ± 1.3	2.845	0.019
t 值		2.779	20.395		
P 值		0.008	0.000		

表 3 2 组行全膝关节置换术的膝骨关节炎合并股骨侧弓患者的膝关节主动活动度

组别	样本量/例	膝关节主动活动度/( $\bar{x} \pm s$ , °)		t 值	P 值
		术前	末次随访		
中立位组	34	105.2 ± 10.3	121.6 ± 10.7	-5.303	0.000
非中立位组	40	104.7 ± 10.1	120.8 ± 10.5	-6.713	0.000
t 值		0.208	0.714		
P 值		0.836	0.477		

表 4 2 组行全膝关节置换术的膝骨关节炎合并股骨侧弓患者的 Feller 髌骨评分

组别	样本量/例	Feller 髌骨评分/( $\bar{x} \pm s$ , 分)		t 值	P 值
		术前	末次随访		
中立位组	34	17.3 ± 2.2	26.2 ± 1.7	-21.008	0.000
非中立位组	40	16.4 ± 2.1	25.7 ± 2.1	-21.562	0.000
t 值		1.806	0.899		
P 值		0.075	0.371		

表 5 2 组行全膝关节置换术的膝骨关节炎合并股骨侧弓患者的美国膝关节协会评分

组别	样本量/例	美国膝关节协会评分/( $\bar{x} \pm s$ , 分)		t 值	P 值
		术前	末次随访		
中立位组	34	60.4 ± 6.5	92.7 ± 5.0	-133.158	0.000
非中立位组	40	58.3 ± 7.8	90.4 ± 7.3	-18.217	0.000
t 值		1.213	1.548		
P 值		0.229	0.126		

**3.2.5 并发症发生情况** 2 组各有 1 例患者发生股骨假体周围骨折,均接受手术治疗,术后骨折均愈合良好;非中立位组 2 例发生聚乙烯衬垫磨损,最终接受翻修手术。

#### 4 讨论

股骨冠状面弓状畸形在亚洲人群中并不少见<sup>[9]</sup>,此类人群接受 TKA 时更容易出现下肢机械轴不良。目前仅有少量研究探讨股骨侧弓对 TKA 中远期疗效的影响。部分研究者已经开始采用一些技术对拟行 TKA 患者的股骨冠状面畸形进行矫正,如股骨截骨矫形、计算机导航技术、个体化器械等,并取得了满意的中短期随访结果<sup>[10-15]</sup>。

对于实施 TKA 时是否必须将下肢机械轴矫正至中立位,学界始终存在争议。Fang 等<sup>[16]</sup>对 3992 例(6070 膝)行 TKA 的患者进行了回顾性分析,结果发现术后下肢机械轴异常者膝关节的翻修率高于下肢机械轴良好者。与之相反,Bellemans 等<sup>[17]</sup>分析了 250 例 20~27 岁的健康成年人,结果发现 32% 的男性和 17% 的女性下肢存在 $\geq 3^\circ$ 膝内翻,他们认为将这些人的下肢机械轴恢复到中立位可能并无必要。实施 TKA 时为了获得良好的下肢机械轴,可能需要进行广泛的软组织松解,导致软组织的平衡被破坏,进而影响术后膝关节功能恢复<sup>[18-19]</sup>。一些研究表明,TKA 术后下肢机械轴异常者的假体生存率和临床表现与下肢机械轴良好者并无明显差异。如 Matziolis 等<sup>[20]</sup>报道了 TKA 术后下肢机械轴未矫正至中立位者和下肢机械轴良好者的 5 年以上随访结果,发现下肢机械轴未矫正至中立位不会导致术后膝关节功能不佳。

从膝关节主动活动度、Feller 髌骨评分及 AKS 评分的分析结果来看,TKA 术后患者的膝关节功能明显改善,而且术中下肢机械轴是否矫正至中立位对于膝关节功能并无明显影响。影像学分析显示,非中立位组的 HKA 角从术后即刻到末次随访时逐渐减小,中立位组的 HKA 角术后始终保持稳定。造成这种现象的原因可能是术后下肢机械轴不良,导致假体不稳,引起聚乙烯衬垫磨损。非中立位组 2 例发生聚乙烯衬垫磨损,而中立位组无患者出现聚乙烯衬垫磨损,也从一定程度上证实了这一点。

本研究的结果提示,膝骨关节炎合并股骨侧弓患者 TKA 术后下肢机械轴未矫正至中立位,对膝关节功能恢复无明显影响,但可能导致术后下肢矫正机械

轴丢失加快、假体磨损加剧。由于本研究为回顾性研究,加之样本量较少,所得结论有待进一步的研究证实。

#### 参考文献

- [1] 潘盛,郑欣,黄超然.全膝关节置换术下肢体力线的研究进展[J].中国骨与关节损伤杂志,2020,35(8):894-896.
- [2] 吴博.股骨解剖形态对膝关节置换术中股骨假体冠状位对线的影响[D].重庆:第三军医大学,2017.
- [3] 王波,胡海涛,潘健,等.膝关节骨性关节炎全膝关节置换术后下肢体力线与早期临床效果关系的研究[J].中国骨与关节损伤杂志,2015,30(10):1044-1048.
- [4] 李超,程静波,冯明利.从生物力学角度认识股骨解剖结构对膝关节置换的影响[J].中国组织工程研究,2020,24(36):5850-5857.
- [5] 郭新宇,王直兵,张峡,等.外弓股骨膝内翻患者固有内翻力线的术前计划[J].中华医学杂志,2020,100(15):1175-1179.
- [6] 周颐,向柄彦.全膝关节置换术胫骨假体旋转定位研究进展[J].中国矫形外科杂志,2021,29(12):1110-1114.
- [7] FELLER J A, BARTLETT R J, LANG D M. Patellar resurfacing versus retention in total knee arthroplasty[J]. J Bone Joint Surg Br, 1996, 78(2):226-228.
- [8] MARTIMBIANCO A L, CALABRESE F R, IHA L A, et al. Reliability of the "American Knee Society Score" (AKSS)[J]. Acta Orthop Bras, 2012, 20(1):34-38.
- [9] 卿明松,彭筋宸,杨礼丹,等.关节置换治疗膝骨关节炎合并股骨侧弓:传统方法及计算机导航辅助的对比[J].中国组织工程研究,2019,23(32):5203-5208.
- [10] 马崇文,李睿,阎亮,等.计算机导航技术在全膝关节置换术中的应用进展[J].中国医学物理学杂志,2019,36(3):369-372.
- [11] 于清波,鄂正康,辛红伟,等.计算机导航下全膝关节置换术对术中出血量及关节功能恢复的影响[J].中国骨伤,2020,33(1):15-20.
- [12] 邢川明,徐燕,王黎明.导航技术与传统膝关节置换后下肢体力线的 Meta 分析[J].成都医学院学报,2018,13(5):594-599.
- [13] 张波,江敞,朱云森,等.计算机导航系统辅助全膝关节置换术治疗膝关节骨性关节炎的早期疗效[J].临床骨科杂志,2021,24(6):792-797.
- [14] 袁伟,赵辉,符培亮,等.三维打印个体化器械在全膝关节置换术中的应用[J].中华关节外科杂志(电子版),2016,10(2):71-73.
- [15] 方亮,董睿,金红婷,等.3D 打印个体化器械操作在全膝关节置换术中的应用现状[J].中国骨伤,2019,32(6):

582 – 586.

- [16] FANG D M, RITTER M A, DAVIS K E. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? [J]. J Arthroplasty, 2009, 24(6 Suppl): 39 – 43.
- [17] BELLEMANS J, COLYN W, VANDENNEUCKER H, et al. The Chitranjan Ranawat Award: is neutral mechanical alignment normal for all patients? The concept of constitutional varus[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(1): 45 – 53.
- [18] 钟昌恒, 彭昊. 下肢力线在全膝关节置换术的应用进展[J]. 生物医学工程与临床, 2022, 26(2): 253 – 257.
- [19] 喻长纯, 王战朝, 尚延春. 膝关节内翻屈曲畸形全膝关节置换的软组织平衡[J]. 中国修复重建外科杂志, 2007, 21(10): 1062 – 1066.
- [20] MATZIOLIS G, ADAM J, PERKA C. Varus malalignment has no influence on clinical outcome in midterm follow – up after total knee replacement[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2010, 130(12): 1487 – 1491.

(收稿日期: 2021-12-30 本文编辑: 李晓乐)

(上接第 14 页)

- [6] GUIMARÃES G C, PIVA H, ARAUJO G C, et al. Binding investigation between M2 – 1 protein from hRSV and acetylated quercetin derivatives: 1H NMR, fluorescence spectroscopy, and molecular docking [J]. Int J Biol Macromol, 2018, 111: 33 – 38.
- [7] KIM J R, YOO J J, KIM H A. Therapeutics in osteoarthritis based on an understanding of its molecular pathogenesis[J]. Int J Mol Sci, 2018, 19(3): 674.
- [8] ZHANG X H, XU X X, XU T. Ginsenoside ro suppresses interleukin – 1 $\beta$  – induced apoptosis and inflammation in rat chondrocytes by inhibiting NF –  $\kappa$ B[J]. Chin J Nat Med, 2015, 13(4): 283 – 289.
- [9] 罗晓平, 于之伦, 邓超, 等. 黄芩素对 2,4,6 – 三硝基苯磺酸诱导的小鼠实验性肠炎的作用和机制[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2017, 31(6): 541 – 546.
- [10] 杨波, 龙慧, 王郑钢, 等. 黄芩素通过促进 miR – 29a – 3p 抑制 MAP2K6 改善骨性关节炎模型大鼠软骨细胞退化[J]. 中药药理与临床, 2019, 35(6): 32 – 37.
- [11] IMRAN M, RAUF A, SHAH Z A, et al. Chemo – preventive and therapeutic effect of the dietary flavonoid kaempferol: a comprehensive review [J]. Phytother Res, 2019, 33(2): 263 – 275.
- [12] KADIOGLU O, NASS J, SAEED M E, et al. Kaempferol is an anti – inflammatory compound with activity towards NF –  $\kappa$ B pathway proteins [J]. Anticancer Res, 2015, 35(5): 2645 – 2650.
- [13] LI Q, WU M, FANG G, et al. MicroRNA – 186 – 5p down-regulation inhibits osteoarthritis development by targeting MAPK1[J]. Mol Med Rep, 2021, 23(4): 253.
- [14] YANG Y, GU Y, ZHAO H, et al. Loganin attenuates osteoarthritis in rats by inhibiting IL – 1 $\beta$  – induced catabolism and apoptosis in chondrocytes via regulation of phosphatidylinositol 3 – kinases (PI3K)/Akt [J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 4159 – 4168.
- [15] WU X Y, LIU W T, WU Z F, et al. Identification of HRAS as cancer – promoting gene in gastric carcinoma cell aggressiveness[J]. Am J Cancer Res, 2016, 6(9): 1935 – 1948.
- [16] CHEN Y T, HUANG Z Y, TANG H H, et al. Pterostilbene sensitizes cisplatin – resistant human bladder cancer cells with oncogenic HRAS[J]. Cancers (Basel), 2020, 12(10): 2869.
- [17] LÜ G, LI L, WANG B, et al. LINC00623/miR – 101/HRAS axis modulates IL – 1 $\beta$  – mediated ECM degradation, apoptosis and senescence of osteoarthritis chondrocytes[J]. Aging (Albany NY), 2020, 12(4): 3218 – 3237.
- [18] JIANG H, DAI J, ZHANG C, et al. Circ\_0045714 alleviates TNF –  $\alpha$  – induced chondrocyte injury and extracellular matrix degradation through miR – 218 – 5p/HRAS axis[J]. J Bioenerg Biomembr, 2021, 53(1): 97 – 107.
- [19] YUDUSHKIN I. Control of Akt activity and substrate phosphorylation in cells[J]. IUBMB Life, 2020, 72(6): 1115 – 1125.
- [20] 颜春鲁, 李盛华, 安方玉, 等. 右归丸通过 PI3K/Akt/mTOR 信号通路对膝骨关节炎模型鼠软骨组织保护作用的研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(3): 318 – 322.
- [21] CHU X, YU T, HUANG X, et al. Tomatidine suppresses inflammation in primary articular chondrocytes and attenuates cartilage degradation in osteoarthritic rats[J]. Aging (Albany NY), 2020, 12(13): 12799 – 12811.
- [22] 谢文鹏, 杨灵森, 马亮, 等. 基于 p38 MAPK 信号通路探讨苍膝通痹胶囊对 KOA 大鼠关节软骨的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(18): 70 – 76.

(收稿日期: 2022-01-04 本文编辑: 李晓乐)