

·髋关节·

改良与传统股方肌骨瓣治疗青壮年股骨头坏死的临床疗效比较

浦路桥 李川 齐宝闯 卜鹏飞 蔡兴博 白艳 罗欢 徐永清

【摘要】 目的 回顾性分析比较改良股方肌骨瓣与传统股方肌骨瓣治疗青壮年股骨头坏死的临床疗效。**方法** 按照纳入及排除标准收集联勤保障部队第九二〇医院2019年1月至2020年7月因股骨头坏死接受髋关节手术治疗的78例患者资料,分为改良股方肌骨瓣组和传统股方肌骨瓣组,各组38例,对比分析两组手术时间,切口长度,Hb下降量,术后36个月VAS评分,髋关节Harris评分,及髋关节活动度及并发症情况,股骨头生存率等指标,评价两种手术方式的临床效果。**结果** 所有患者均顺利完成手术并获得随访,随访时间为(39.5±3.2)月,无伤口感染及深静脉血栓等并发症发生。改良组切口平均长度(10.7±0.9)cm,血红蛋白(hemoglobin, Hb)下降量(10.6±1.1)g/L,较传统组(13.5±0.7)cm, (12.1±1.1)g/L均减小, $P<0.05$, 差异有统计学意义; 术后36个月改良组髋关节Harris评分(86.7±4.5)、ROM(311.5±15.0)较传统组(82.7±5.4)、(294.4±20.8)改善明显, $P<0.05$, 差异有统计学意义, 两组患者在手术时间及VAS评分方面无显著差异, 改良组优良率94.7%与传统组优良率89.5%无显著性差异, 改良组股骨头生存率高于传统组。**结论** 改良股方肌骨瓣可有效保留股骨头后上支持带动脉, 治疗青壮年股骨头坏死的临床疗效较传统股方肌骨瓣效果好, 是保留髋关节手术的一种选择。

【关键词】 股骨头坏死; 股方肌骨瓣; 髋关节; 数字减影血管造影

Comparison of clinical efficacy of modified quadrat femoral bone flap and traditional quadrat femoral bone flap in the treatment of osteonecrosis of the femoral head in young adults Pu Luqiao, Li Chuan, Qi Baochuang, Bu Pengfei, Cai Xingbo, Bai Yan, Luo Huan, Xu Yongqing. Department of Orthopaedic, 920th Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army, Kunming 650032, China
Corresponding author; Email: xuyongqingkm@163.net

【Abstract】 Objective To investigate the clinical effect of the modified quadrat femoral bone flap and the traditional quadrat femoral bone flap. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, data of 78 patients who received hip preservation surgery for femoral head necrosis from 920th Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army from January 2019 to July 2020 were collected and divided into the improved quadrat femoral bone flap group and the traditional quadrat femoral bone flap group, with 38 cases in each group, operation time, incision length, Hb reduction, VAS score 36 months after operation, Harris score of hip joint, hip joint motion and complications, and survival rate of femoral head were compared between the two groups. To evaluate the clinical effect of the two surgical methods. **Results** All patients successfully completed the operation and were followed up for (39.5±3.2) months. No complications such as wound infection and deep vein thrombosis occurred. The average incision length and Hb decline of the improved group were (10.7±0.9) cm and (10.6±1.1) g/L, which were both decreased compared with the traditional group (13.5±0.7) cm and (12.1±1.1) g/L, $P<0.05$, and the difference was statistically significant. The Harris score (86.7±4.5) and ROM (311.5±15.0) in the improved group were significantly improved than those in the traditional group (82.7±5.4) and 294.4±20.8) 36 months after surgery ($P<0.05$), and the difference was statistically significant. There were no significant differences in operation time and VAS scores between the two groups. The superior rate of the improved group was 94.7% and 89.5%, and the

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2024.03.007

基金项目: 云南省骨科与运动康复临床医学研究中心(202102AA310068); 联勤保障部队第九二〇医院应用基础研究专项(2023YGY14)

作者单位: 650032 昆明, 中国人民解放军联勤保障部队第九二〇医院骨科

通信作者: 徐永清, Email: xuyongqingkm@163.net

survival rate of the improved group was higher than the traditional group. **Conclusion** The modified quadrate femoral bone flap can effectively preserve the posterior superior supporting band artery of the femoral head. The clinical effect of the modified quadrate femoral bone flap is better than that of the traditional quadrate femoral bone flap in the treatment of femoral head necrosis in young adults.

【Key words】 Osteonecrosis of the femoral head; Modified quadrat femoral bone flap; Hip joint; Digital subtraction angiography

股骨头坏死(osteonecrosis of the femoral head, ONFH)是股骨头血液供应受损导致局部关节软骨、软骨下骨和血管的结构和功能遭受破坏的结果^[1],发病率高达0.1%,目前是骨科医生面临的难治性疾病之一,可造成青壮年的髋关节残疾,给社会和家庭带来巨大经济负担^[2-6]。ONFH的发病跟缺血密切相关,主要是因为创伤与非创伤因素导致的股骨头早期静脉瘀滞,随病情发展至晚期动脉缺血的病理过程^[7,8]。

青壮年早期ONFH如果不及及时治疗,大约80%可发展成为股骨头塌陷而需要进行髋关节置换手术^[9-10],人工假体具有使用寿命,因此对于青壮年患者进行保留髋关节的手术意义重大^[11]。临床常用的保留髋关节手术包括有髓芯减压术,打压植骨术,带血运的骨移植术等^[7,12],主要围绕改善股骨头血供,提供股骨头负重区生物力学支撑进行治疗。其中股方肌骨瓣为一种带血管的骨移植手术方式,已有国内学者报道使用股方肌骨瓣治疗股骨颈骨折及ONFH取得良好的效果^[13-14]。传统的股方肌骨瓣需要切开后方关节囊,可能损伤股骨头的主要支持带动脉,基于此国内徐永清等通过解剖学研究设计了保留支持带动脉的改良股方肌骨瓣移植术并运用于临床治疗青壮年的早期ONFH^[15-16],能够有效保留股骨头后上支持带动脉。

本研究旨在回顾性分析比较传统股方肌骨瓣与改良股方肌骨瓣的临床疗效。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)年龄18~50岁;(2)符合股骨头坏死的诊断标准,且国际骨循环学会(Association Research Circulation Osseous, ARCO)分期在Ⅱ~Ⅲ期;(3)术后有36个月的完整随访资料;(4)术前数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)检查后上支持带动脉显影;(5)愿意接受保髋手术且术后遵医嘱保护性负重;(6)术前检查无明显手术禁忌症。

排除标准:(1)需长期饮酒或使用激素;(2)重度骨质疏松;(3)髋关节存在骨关节炎表现;(4)强制性脊柱炎及类风湿性关节炎;(5)髋关节发育不良;(6)存在急性感染、精神障碍等疾病。

二、一般资料

回顾性收集联勤保障部队第九二〇医院2019年1月至2020年7月因股骨头坏死接受保髋手术治疗的患者,本研究获得医院伦理委员会批准(批件号2021-064(科)-02),共提取年龄为18~50岁患有ONFH并接受骨方肌骨瓣治疗的患者107例,其中12例患者术前未进行DSA检查,4例患者髋关节发育不良,15例患者随访资料不全,选取符合标准的病例共76例,根据手术方式不同分为两组,各38例,传统股方肌骨瓣组(传统组):男30例,女8例,年龄26~50(33.9±5.6)岁,病程1~6(3.4±1.5)月,ARCO分期:Ⅱ期27例,Ⅲ期11例,激素型22例,酒精型16例。改良股方肌骨瓣组(改良组):男32例,女6例,年龄24~49(35.1±7.2)岁,病程1~6(3.1±1.4)月,ARCO分期:Ⅱ期28例,Ⅲ期10例,激素型20例,酒精型18例。

两组患者的一般资料经统计学分析,差异无统计学意义($P>0.05$)(表1)。

三、治疗方法

患者入院前均完善骨盆X线,髋关节MRI,股骨头DSA检查,符合股骨头坏死诊断标准,DSA后上支持带动脉显影,术前常规完善血常规、生化、肝肾功能,凝血常规,心电图、胸片及双下肢血管超声检查,评估患者全身情况,排除手术禁忌症后进行保髋手术治疗。

两组患者均采用全身麻醉,健侧卧位,后外侧切口。

传统组:以大转子为中心做弧形切口,远端沿股骨干轴线,近端弧形指向髂后上棘,切口长约13 cm,切开皮肤致阔筋膜,劈开阔筋膜暴露臀大肌,钝性分离臀大肌暴露短外旋肌群,以股方肌为蒂部以骨刀凿取股方肌骨瓣(1 cm*2 cm*5 cm),切断短外旋肌群及后方关节囊暴露股骨头,负重区头颈

表1 传统股方肌骨瓣组与改良股方肌骨瓣组患者术前一般资料统计

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	ARCO分期(例)		病因(例)		Harris评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	VAS评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	ROM($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)
		男	女		Ⅱ期	Ⅲ期	酒精	激素			
传统组	38	30	8	33.9 \pm 5.6	27	11	16	22	72.9 \pm 2.6	4.5 \pm 0.6	183.8 \pm 11.1
改良组	38	32	6	35.1 \pm 7.2	28	10	18	20	72.7 \pm 2.7	4.3 \pm 0.6	180.9 \pm 10.8
统计值		0.35		-0.54	0.66		0.21		0.29	1.39	1.14
P值		0.554		0.58	0.798		0.645		0.768	0.168	0.255

注:ARCO,国际骨循环协会;VAS:疼痛视觉模拟评分;ROM:髋关节活动度(屈曲,后伸,内收,外展,内旋及外旋度数总和)

交界部位开窗(2 cm*2 cm),C型臂透视下以2.0 mm克氏针定位股骨头坏死部位,沿克氏针方向以弧形骨刀打通硬化带,清理死骨,大转子取骨植入股骨头,骨瓣沿隧道植入股骨头内,4.5 mm空心钉固定骨瓣,大转子植入同种异体骨,冲洗并缝合伤口。

改良组(图1~4):以大转子为中心做弧形切口,远端沿股骨干轴线,近端弧形指向髂后上棘,切口长约10 cm,切开皮肤致阔筋膜,劈开阔筋膜暴露臀大肌,钝性分离臀大肌暴露短外旋肌群,以股方肌为蒂部以骨刀凿取股方肌骨瓣(1 cm*2 cm*6 cm)(图1),保留近端梨状肌止点,沿骨瓣深层在关节囊内暴露股骨颈基底部,骨膜剥离子向近端推开部分关节囊保护后上支持带动脉于关节囊表面(图2),靠近股骨头位置开窗(2 cm*2 cm)(图3),C型臂透视下以2.0 mm克氏针定位股骨头坏死部位,沿克氏针方向以弧形骨刀打通硬化带,清理死骨,大转子取骨植入股骨头,骨瓣沿隧道植入股骨头内(图4),4.5 mm空心钉固定骨瓣,大转子植入同种异体骨,

冲洗并缝合伤口。

四、术后处理

术后两组患者均给予抗生素治疗24 h(头孢呋辛,750 mg, bid, 疗程1 d),术后24 h给予静脉静滴尿激酶(10万U, qd, 疗程7 d),术后1周复查术侧股骨头DSA,术后14 d伤口愈合拆线,术后1月卧床,行踝泵锻炼,股四头肌和小腿三头肌的收缩锻炼,避免负重,术后2月扶拐杖下床,患肢禁止负重,术后3个月可部分负重,建议患者扶拐杖6个月保护性负重。

五、疗效评定及随访

统计所有患者手术切口长度,手术时间(从切开皮肤至缝合完毕),术后24小时内血红蛋白(hemoglobin, Hb)下降量,术后36个月疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS),髋关节Harris评分,髋关节活动度(range of motion, ROM, 屈曲,后伸,内收,外展,内旋及外旋度数总和)。

随访情况:通过电话、微信及门诊复查等方法进行随访。分别于术后1个月、2个月、3个月、6个月、

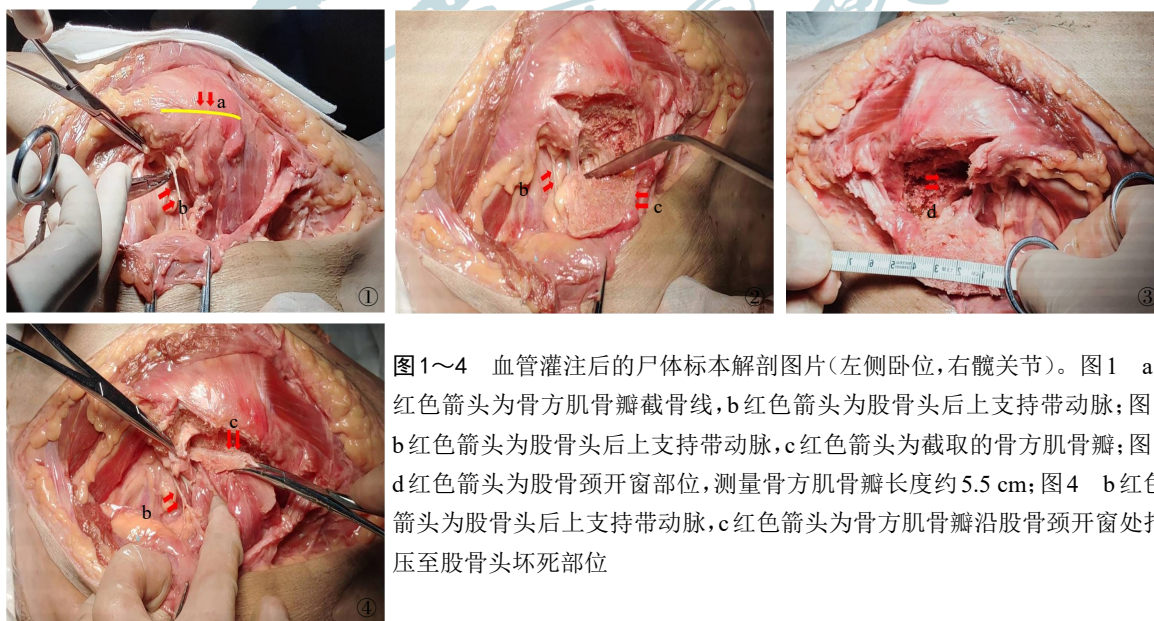


图1~4 血管灌注后的尸体标本解剖图片(左侧卧位,右髋关节)。图1 a红色箭头为骨方肌骨瓣截骨线,b红色箭头为股骨头后上支持带动脉;图2 b红色箭头为股骨头后上支持带动脉,c红色箭头为截取的骨方肌骨瓣;图3 d红色箭头为股骨颈开窗部位,测量骨方肌骨瓣长度约5.5 cm;图4 b红色箭头为股骨头后上支持带动脉,c红色箭头为骨方肌骨瓣沿股骨颈开窗处打压至股骨头坏死部位

12个月、24个月和36个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄骨盆正侧位X线片。术后首次复诊时进行术侧股骨头DSA检查,2个月复查时指导患者扶拐下地行走的正确步态,纠正不良行走方式,指导加强患肢股四头肌和小腿三头肌的肌功能锻炼强度,第三次复诊时进一步巩固第二次复诊的要求并复查骨盆正位X线片。

六、统计学方法

采用SPSS 22.0软件(IBM,美国)进行数据的统计分析,两组患者术前的一般资料(性别,病因,ARCO分期)采用 χ^2 检验或连续校正的 χ^2 检验进行比较,计量资料(切口长度,手术时间,Hb下降量,VAS评分,Harris评分和ROM以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组患者之间采用两独立样本 t 检验进行比较,检验水准 α 值取双侧0.05, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

76例患者均顺利完成手术并获得随访,平均随访时间(39.5 ± 3.2)个月,其中传统组1例患者术后1周术口出现脂肪液化,经换药及抗感染治疗后伤口愈合。改良组切口平均长度(10.7 ± 0.9)cm,Hb下降量(10.6 ± 1.1)g/L,较传统组(13.5 ± 0.7)cm, (12.1 ± 1.1)g/L均减小, $P<0.05$,差异有统计学意义;术后36个月改良组髋关节Harris评分(86.7 ± 4.5)、ROM(311.5 ± 15.0)较传统组(82.7 ± 5.4)、(294.4 ± 20.8)改善明显,

$P<0.05$,差异有统计学意义,而两组患者在手术时间及VAS评分方面无显著差异, $P>0.05$ (表2),改良组优良率94.7%与传统组优良率89.5%无显著性差异, $P>0.05$ (表3),改良组1例行髋关节置换,传统组3例行髋关节置换,改良组股骨头生存率高于传统组(图5)。典型病例:传统股方肌骨瓣与改良股方肌骨瓣临床资料见图6~15。

讨 论

一、ONFH保留髋关节手术的原则和理念

股骨头坏死保髋治疗手术方式多样,呈“百家争鸣”趋势,但目前尚缺乏一种公认的手术方式^[9]。据统计我国非创伤型股骨头坏死多达812万^[2],每年新增病例大约20万^[12],青壮年股骨头坏死不及时治疗可能带来关节残疾,严重影响生活质量,因此早期选择合适的保髋手术方式尤为重要。ONFH发病机制尚未完全清楚,普遍认为与股骨头内缺血密切相关^[2,17],因此股骨头血供的保护和重建是保髋手术需要重点关注的部分,尤其是后上支持带动脉的外侧柱血供保护可降低股骨头塌陷率,改善ONFH的预后^[18]。改良的股方肌骨瓣可有效保留后上支持带动脉,且骨瓣自带股方肌肌蒂血运,可改善部分股骨头内血供,同时能够在转子取骨进行充分植骨,提供负重区的支撑。赵德伟等报道股骨头坏死早期主要是静脉瘀滞及动脉缺血,血管内明显血栓形成^[19],因此本中

表2 传统股方肌骨瓣组与改良股方肌骨瓣组术后指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	切口长度(cm)	手术时间(min)	Hb下降(g/L)	术后36个月评分		
					Harris评分	VAS评分	ROM(°)
传统组	38	13.5±0.7	50.9±4.7	12.1±1.1	82.7±5.4	1.8±1.1	294.4±20.8
改良组	38	10.7±0.9	51.7±4.6	10.6±1.1	86.7±4.5	1.5±0.7	311.5±15.0
t 值		14.60	-0.72	5.59	-3.50	1.45	-4.09
P 值		0.000	0.469	0.000	0.001	0.151	0.000

注:Hb: hemoglobin, 血红蛋白; VAS: visual analogue scale, 疼痛视觉模拟评分; ROM: range of motion, 髋关节活动度(屈曲,后伸,内收,外展,内旋及外旋度数总和)

表3 传统股方肌骨瓣组与改良股方肌骨瓣组术后优良率比较

组别	例数	优(%)	良(%)	总优良率(%)	可(%)	差(%)
传统组	38	5(13.1%)	29(76.3%)	34(89.5%)	2(5.1%)	2(5.1%)
改良组	38	6(15.7%)	30(78.9%)	36(94.7%)	1(2.6%)	1(2.6%)
检验统计量		0.01	0.00	0.00		
P 值		0.972	0.987	0.991		

注:两组患者术后3年随访优良率无显著差异, $P>0.05$

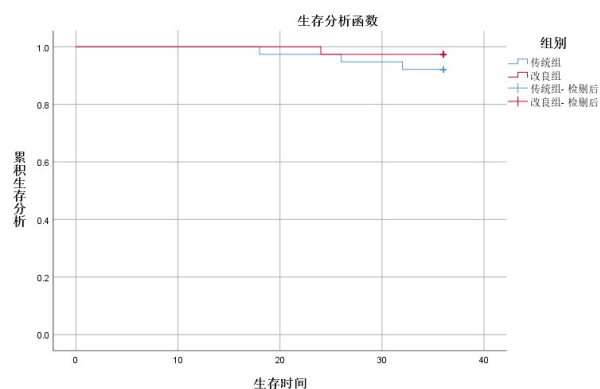


图5 传统股方肌骨瓣组与改良股方肌骨瓣组生存曲线,蓝色线代表传统股方肌骨瓣组,红色线代表改良股方肌骨瓣组,随时间推移改良组髋关节生存率高于传统组

术后辅助使用尿激酶进行溶栓处理。

二、DSA在股骨头坏死保髋手术中的作用

股骨头血供保护需要在术前明确股骨头周围动脉

分布情况,Ganz等^[20]过尸体解剖学研究明确股骨头后上支持带动脉由旋股内侧动脉发出在股骨颈后上方头部骨软骨连接处外侧2~4 mm处发出分之进入股骨头。国内学者报道将DSA用于股骨头血供检查可显示股骨头周围动脉走行并指导保髋手术入路选择^[21],术前能清楚显示股骨头周围动脉分布(图8,13),对于术前后上支持带动脉显影的患者,使用本研究中的改良股方肌骨瓣可有效保留后上支持带动脉,改善ONFH预后。对于术前后上支持带动脉未显影患者,术后使用尿激酶辅助溶栓治疗,临床上观察到后上支持带再通现象,因此即使术前DSA检查无后上支持带动脉显影,仍然建议使用改良股方肌骨瓣。对于已发生股骨头塌陷且DSA检查股骨头周围动脉显影情况不佳患者,保髋预后差,可能考虑进行髋关节置换手术。本研究中发现,传统股方肌骨瓣常规切开关节囊,同时切断股骨头后上支持

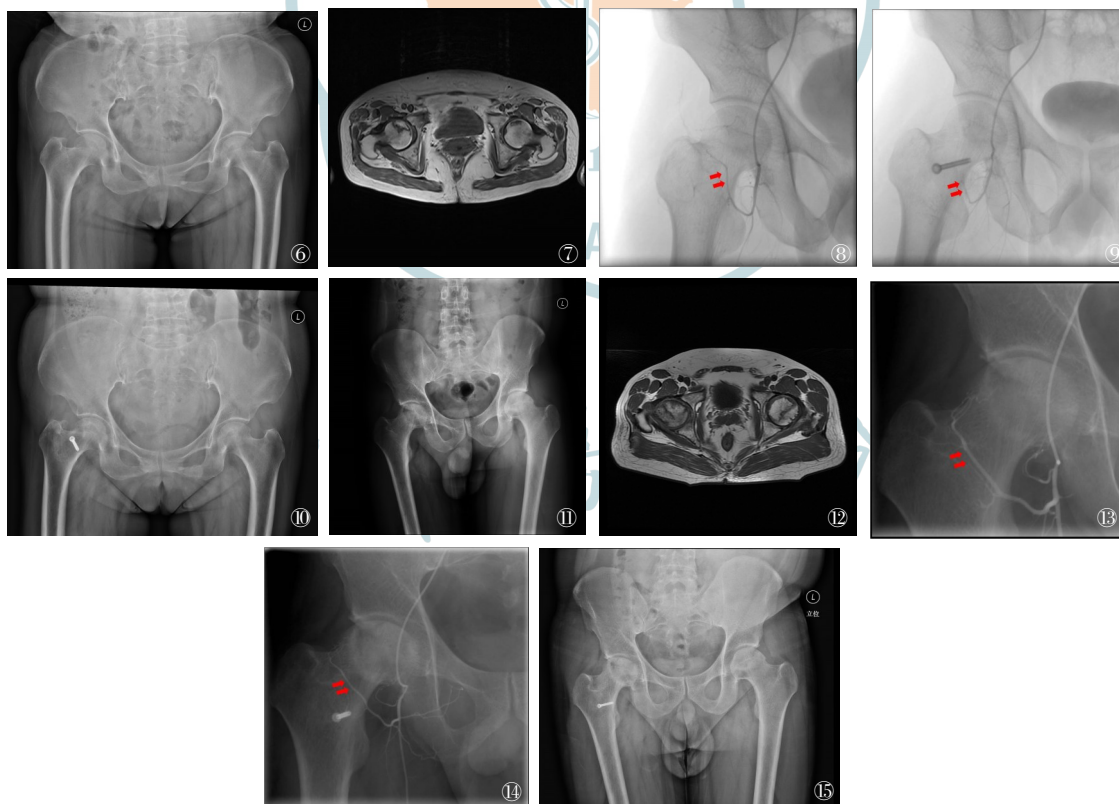


图6~10 男性,32岁,右侧股骨头坏死(激素型,ARCO分期:Ⅱ期)。采用传统股方肌骨瓣手术;图6 术前骨盆X线片;图7 术前髋关节MRI,右侧股骨头坏死;图8 术前右侧股骨头DSA,红色箭头显示股骨头后上支持带动脉显影;图9 术后1月右侧股骨头DSA,红色箭头显示股骨头后上支持带动脉未显影,下支持带动脉显影;图10 术后3年骨盆X线片,股骨头无塌陷,关节间隙正常;图11~15 男性,38岁,右侧股骨头坏死(激素型,ARCO分期:Ⅲ期),采用改良股方肌骨瓣手术。图11 术前骨盆X线片,右侧股骨头形状不规则;图12 术前髋关节MRI,双侧侧股骨头坏死;图13 术前右侧股骨头DSA,红色箭头显示股骨头后上支持带动脉显影;图14 术后1月右侧股骨头DSA,红色箭头显示股骨头后上支持带动脉显影,且头内血液循环情况较术前改善;图15 术后3年骨盆X线片,骨盆倾斜纠正,右侧股骨头未进一步塌陷,关节间隙正常

带动脉,术后DSA复查后上支持带动脉中断,但下支持带动脉存在(如图9),患者远期随访效果良好,原因是患者处于早期股骨头坏死,头内动脉环完整,通过下支持带动脉可代偿股骨头内血供。

三、改良股方肌骨瓣的优势与劣势

股方肌解剖位置临近股骨头,且富含丰富的来源于旋股内侧动脉的分支血管,与股骨头主要血供来源相同,为股方肌骨瓣移植术提供良好的解剖学基础。本研究中观察改良股方肌骨瓣可切取长度平均6 cm,移动范围平均7 cm,在股骨颈基底部分近端推开部分关节囊开窗,可将骨瓣沿隧道植入股骨头软骨下负重区,改善股骨头内血运并提供部分支撑,同时大转子处可取松质骨对头内坏死区域进行充分植骨,不需要切断后方关节囊及外旋肌群,充分保护股骨头后上支持带动脉,创伤小,手术切口、术后中远期髋关节Harris评分及关节活动度较传统股方肌骨瓣好,股骨头生存率较传统组高。但由于不切开后方关节囊,不能充分暴露股骨头,对坏死区域定位需要借助术中的C型臂透视,增加了患者的辐射剂量。

四、本研究存在的不足

本研究为回顾性分析,不是标准的随机对照研究,同时病例数相对较少,为单中心数据,随访时间最长3年,远期疗效需要进一步跟踪随访,同时获取更多患者及更多医院数据进行分析比较。

参 考 文 献

- Liu N, Zheng CM, Wang QL, et al. Treatment of non-traumatic avascular necrosis of the femoral head (Review) [J]. Exp Ther Med, 2022, 23(5): 321.
- Zhao DW, Zhang F, Wang BJ, et al. Guidelines for clinical diagnosis and treatment of osteonecrosis of the femoral head in adults (2019 version) [J]. Journal of Orthopaedic Translation, 2020, 21: 100-110.
- Russo S, Sadile F, Esposito R, et al. Italian experience on use of E.S. W. therapy for avascular necrosis of femoral head [J]. Int J Surg, 2015, 24(Pt B): 188-190.
- Floerkeimer T, Thorey F, Daentzer D, et al. Clinical and radiological outcome of the treatment of osteonecrosis of the femoral head using the osteonecrosis intervention implant [J]. Int Orthop, 2011, 35(4): 489-495.
- Petek D, Hannouche D, Suva D. Osteonecrosis of the femoral head: pathophysiology and current concepts of treatment [J]. EFORT Open Rev, 2019, 4(3): 85-97.
- 朱诗白, 张啸天, 陈曦, 等. 股骨头坏死的保髓治疗 [J]. 中华关节外科杂志:电子版, 2020, 14(6): 741-746.
- 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.
- Zhao DW, Ma ZJ. Application of biomaterials for the repair and treatment of osteonecrosis of the femoral head [J]. Regen Biomater, 2020, 7(1): 1-8.
- Atilla B, Bakircioglu S, Shope AJ, et al. Joint-preserving procedures for osteonecrosis of the femoral head [J]. EFORT Open Rev, 2019, 4(12): 647-658.
- Kaushik AP, Das A, Cui QJ. Osteonecrosis of the femoral head: An update in year 2012 [J]. World J Orthop, 2012, 3(5): 49-57.
- Piuzzi NS, Chahla J, Schrock JB, et al. Evidence for the use of Cell-Based therapy for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review of the literature [J]. J Arthroplasty, 2017, 32(5): 1698-1708.
- 张长青. 股骨头坏死保髓治疗指南(2016版) [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2016, 2(2): 65-70.
- 刘乐泉, 王小铁. 股方肌骨瓣移植结合内固定治疗青壮年股骨颈骨折54例 [J]. 中华显微外科杂志, 2017, 40(4): 378-380.
- 陈坤峰, 徐继胜, 赵志坚. 股方肌骨瓣移植联合螺钉内固定治疗中青年陈旧性股骨颈骨折 [J]. 中华显微外科杂志, 2017, 40(2): 178-181.
- San CM, Xu YQ, Lee MJ, et al. A modified surgical method for the treatment of ONFH: quadratus femoris muscle pedicle bone grafting with preservation of the posterior superior retinacular artery [J]. BMC Surg, 2022, 22(1): 437.
- 徐永清, 浦路桥, 李川, 等. 保留后上支持动脉的股方肌骨瓣治疗股骨头坏死的临床研究 [J]. 中华关节外科杂志:电子版, 2022, 16(6): 664-669.
- Mont MA, Salem HS, Piuzzi NS, et al. Nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: where do we stand Today?: a 5-Year update [J]. J Bone Joint Surg Am, 2020, 102(12): 1084-1099.
- Zheng GS, Qiu X, Wang BJ, et al. Relationship between blood flow and collapse of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head [J]. J Bone Joint Surg Am, 2022, 104(Suppl 2): 13-18.
- Wang BJ, Li L, Wang YK, et al. Digital subtraction angiography and magnetic resonance Imaging- Based staging of circulatory obstruction in the femoral head during osteonecrosis of the femoral head development [J]. Ann Plast Surg, 2020, 85(6): 677-684.
- Gautier E, Ganz K, Krügel N, et al. Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications [J]. J Bone Joint Surg Br, 2000, 82(5): 679-683.
- 赵德伟, 王本杰, 王卫明, 等. 股骨头修复与重建术后血运重建的数字减影血管造影评价 [J]. 中华医学杂志, 2006, 86(7): 438-441.

(收稿日期:2023-10-31)

(本文编辑:吕红芝)

浦路桥, 李川, 齐宝闯, 等. 改良与传统股方肌骨瓣治疗青壮年股骨头坏死的临床疗效比较 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2024, 10(3): 165-300.