

关节镜下软骨成形术在胫骨高位截骨术治疗内翻型膝骨关节炎中的应用

佟磊 彭志伟 王云清 朱自强

【摘要】 目的 探讨关节镜下软骨成形术结合胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)治疗内翻型膝骨关节炎的临床疗效。**方法** 选取2018年5月至2020年5月我科收治的39例施行HTO的内翻型膝骨关节炎病人,其中在关节镜下对损伤的软骨行成形术的18例纳入观察组,另外21例未在关节镜下对软骨损伤进行处理的病人作为对照组,比较两组病人手术前后的西安大略和麦克马斯特大学(WOMAC)关节炎指数、疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)和股胫角(femora tibial angle, FTA),以及两组病人手术前后屈伸角度和屈曲达90°所用时间。**结果** 两组病人手术后WOMAC指数、VAS评分和FTA均较术前显著降低,MPTA较术前明显增大,与术前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。另外,两组病人之间术前和术后随访中,MPTA、FTA并无明显差异($P > 0.05$),而观察组术后WOMAC指数及VAS评分显著低于对照组($P < 0.05$)。观察组术后末次随访时屈曲和伸直角度明显优于对照组($P < 0.05$),并且观察组屈曲角度达90°所用时间明显少于对照组($P < 0.05$)。**结论** 关节镜下软骨成形术结合HTO治疗内翻型膝骨关节炎,疗效肯定,可以显著缓解病人疼痛症状,使病人能够早期高效地开始功能锻炼,获得更好的功能状态。

【关键词】 胫骨高位截骨术;软骨成形术;关节镜技术;等离子刀;骨性关节炎;内翻膝

Application of Arthroscopic Chondroplasty in the Treatment of Varus Knee Osteoarthritis by High Tibial Osteotomy. TONG Lei, PENG Zhi-wei, WANG Yun-qing, ZHU Zi-qiang. Sports Medicine Joint Surgery, the Second Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou 221000, China

Corresponding author: TONG Lei, E-mail: leitongxz@163.com

【Abstract】 Objective To explore the clinical effect of arthroscopic chondroplasty combined with high tibial osteotomy (HTO) in the treatment of varus knee osteoarthritis. **Methods** From May 2018 to May 2020, 39 cases of knee osteoarthritis with varus deformity who underwent HTO were selected. Eighteen patients who underwent arthroscopic chondroplasty on the injured cartilage were included in the observation group, and the rest 21 patients whose cartilage injury was not given arthroscopy were used as the control group. The Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) osteoarthritis score, visual analogue scale (VAS) score, medial proximal tibial angle (MPTA), femora tibial angle (FTA), the time of flexion and extension angle and flexion reach of 90° were compared between the two groups. **Results** The WOMAC index, VAS scores and FTA were significantly reduced as compared with those preoperation, MPTA was significantly increased as compared with that preoperation ($P < 0.05$). In addition, there was no significant difference in MPTA and FTA between the two groups during preoperative and postoperative follow-up, while the postoperative WOMAC and VAS scores in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). The flexion and extension angles of the last postoperative follow-up in the observation group were significantly greater than those in the control group ($P < 0.05$), and the time to reach 90° in the observation group was significantly shorter than in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Arthroscopic chondroplasty combined with HTO in the treatment of varus knee osteoarthritis has a positive effect and can significantly alleviate the pain symptoms. The patients can start functional exercise early and efficiently, and obtain a better functional status.

【Key words】 High tibial osteotomy; Chondroplasty; Arthroscopy; Plasma knife; Osteoarthritis; Varus knee

胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)是治疗早期或轻度膝关节骨性关节炎的成熟外科手术,这种保膝手术已经被证实在膝骨关节炎的整体治疗中具有十年以上的确切疗效^[1-2]。HTO通常用于矫正膝内侧间室关节炎的膝关节内翻畸形^[3-5],通过将负重轴移向外侧间室,使得膝关节负荷被重新分配,从而缓解疼痛症状^[6-8]。

但是,HTO手术仅仅是关节外的矫形治疗,忽略了对关节内软骨损伤的处理^[9-11],损伤后松散的软骨组织或纤维化软骨碎片可能会引起机械刺激和滑膜炎,从而引发术后疼痛、机械症状和复发性积液等后遗症^[12-13]。所以,在HTO手术中处理软骨损伤是很有必要的,其方法有膝关节灌洗、软骨成形术、微骨折术或自体软骨细胞植入、同种异体骨软骨移植或自体骨软骨移植等。随着关节镜技术的发展,近年来,关节镜下软骨成形术逐渐成为治疗软骨损伤的主流方式^[14-16]。

本文通过回顾性分析我院2018年5月至2020年5月收治的39例内翻型膝骨关节炎病人,分别采用HTO结合关节镜下软骨行成形术及单独HTO手术治疗,通过比较两组病人手术前后的西安大略和麦克马斯特大学(WOMAC)关节炎指数、疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)和股胫角(femora tibial angle, FTA)以及两组病人手术前后屈伸角度和屈曲达90°所用时间,评价两种术式的疗效差异。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①年龄<65岁;②内翻畸形位于胫骨侧,且来自关节外;③内翻畸形<20°;④膝关节K-L分期为Ⅲ期以内;⑤外侧软骨和半月板功能正常。

排除标准:①膝关节或周围软组织感染;②合并股骨侧畸形;③膝关节交叉韧带或侧副韧带损伤;④合并严重全身性疾病(如难控性高血糖及高血压、重度骨质疏松症等)。

二、一般资料

共纳入39例,其中18例在关节镜下对损伤软骨进行成形的病人纳入观察组,另外21例未对软骨损伤进行处理的病人纳入对照组。观察组中男4例,女14例,年龄为(57.78±4.86)岁(49~65岁),身体质量指数(BMI)为(26.77±3.78) kg/m²;对照组中男6例,女15例,年龄为(59.95±3.31)岁(55~65岁),BMI为(26.03±3.67) kg/m²。两组病例的性别、年龄、

WOMAC指数、VAS评分、MPTA和FTA等基本资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$,表1)。

表1 两组病例术前的基本资料对比

观察指标	观察组 (18例)	对照组 (21例)	统计值	P值
性别(男/女,例)	4/14	6/15	-	0.651
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	57.8±4.9	60.0±3.3	-	0.222
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	26.8±3.8	26.0±3.7	0.614	0.543
膝关节伸直角度($\bar{x}\pm s$,°)	-2.6±1.3	-2.1±1.7	0.838	0.408
膝关节屈曲角度($\bar{x}\pm s$,°)	128.7±8.1	128.4±5.8	0.132	0.896
WOMAC指数($\bar{x}\pm s$,分)	59.2±15.5	53.6±19.3	-	0.383
VAS评分($\bar{x}\pm s$,分)	7.2±1.8	6.5±2.5	1.050	0.300
MPTA($\bar{x}\pm s$,°)	82.3±3.2	82.1±3.0	0.291	0.772
术前FTA($\bar{x}\pm s$,°)	179.0±3.9	178.5±4.4	0.392	0.698

三、手术方法

两组病人均由同一主刀医生完成手术,在腰硬联合麻醉下取平卧位,上止血带后开始手术。观察组病人麻醉后,常规绑止血带,取膝关节前内、外侧入路探查关节内结构,使用等离子刀将软骨损伤部位进行消融成形(图1),对于损伤部位小、脱落有小片软骨者,射频汽化处理脱落的小片软骨,使软骨脱落表面修整平滑;对于软骨损伤面积较大、损伤边缘较为牢固的,仅处理软骨浅层,采用射频汽化术使其光滑;若软骨损伤与骨内结构存在轻微分离导致损伤边缘不牢固的,须先用髓核钳或蓝钳等去除不稳定的软骨,再射频汽化处理损伤边缘,使关节面软骨与骨交界面平整平滑。如有半月板损伤行半月板成形术。随后行HTO,于膝关节内侧取一长约6~8 cm楔形切口,显露鹅足并向远端牵开,适当松解内侧副韧带前缘,用Hohmann拉钩沿胫骨后方紧贴骨面朝腓骨小头方向插入,保护后方血管神经,于鹅足边缘朝向腓骨头尖部和腓骨头周径之间打入导针,透视确定深达胫骨外侧皮质,测量深度后平行打入第2枚导针,计算锯片进入深度后,在锯片上标记,紧贴2枚导针的下方进行水平截骨,截骨完成后,改用小而窄的锯片进行前方的上行截骨,用撑开器撑开截骨间隙,达到计划撑开高度后,放置下肢力线杆,透视下确定力线杆位于胫骨嵴外侧斜坡处,Tomofix锁定钢板固定。对照组病人麻醉后,常规绑止血带,取膝关节前内、外侧入路探查关节内结构,如有半月板损伤行半月板成形术。HTO手术操作同观察组。

四、观察指标及评价标准

分析比较两组病例术前、术后末次随访时的

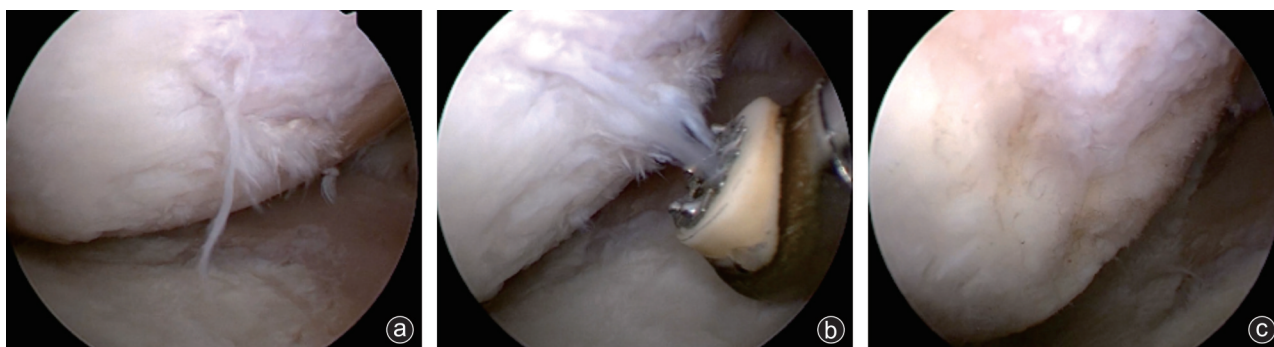


图1 病人,男,57岁,因内翻型膝骨关节炎入院,行关节镜下软骨成形联合HTO手术治疗 a:关节镜下软骨成形前可见软骨面毛糙;b:术中使用等离子刀对损伤的软骨进行消融成形;c:关节镜下软骨成形后可见软骨表面变得光滑

WOMAC指数、VAS评分。统计两组病例术后膝关节屈曲到90°所用的天数以及术前、术后末次随访的关节屈伸活动度。收集两组病例术前、术后的下肢全长X线片并测量对比其MPTA和FTA。测量病人术前以及术后膝关节屈曲角度和伸直角度进行对比分析。

五、统计学分析

采用GraphPad Prism 6软件(GraphPad公司,美国)进行统计分析,MPTA、FTA等计量数据用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用 t 检验或Mann-Whitney检验进行比较,计数资料采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

观察组随访(13.50 ± 3.68)个月(9~24个月),对照组随访(13.67 ± 2.92)个月(9~20个月),切口均一

期愈合,未发生感染、再骨折、神经、血管损伤等并发症。典型病例见图2。

一、手术前后影像学改变

观察组术后FTA为 $171.2^\circ\pm 3.6^\circ$,较术前的 $179.0^\circ\pm 3.9^\circ$ 明显降低,差异具有统计学意义($t=12.381, P<0.001$,图3a)。对照组术后FTA为 $170.0^\circ\pm 4.4^\circ$,也较术前的 $178.5^\circ\pm 4.4^\circ$ 明显降低,差异具有统计学意义($t=7.701, P<0.001$,图3b)。观察组与对照组术前和术后的FTA进行组间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$,图3c、d)。

观察组术后的MPTA为 $90.2^\circ\pm 3.3^\circ$,较术前的 $82.3^\circ\pm 3.2^\circ$ 明显升高,差异有统计学意义($t=7.319, P<0.001$,图4a)。对照组术后MPTA为 $90.8^\circ\pm 4.2^\circ$,也较术前的 $82.1^\circ\pm 3.0^\circ$ 明显升高,差异有统计学意义($t=7.478, P<0.001$,图4b)。观察组与对照组术前和术后的MPTA进行组间对比,差异均无统计学意



图2 病人,男,61岁,患有合并膝内翻的膝骨关节炎 a:病人术前下肢全长片,下肢内翻畸形明显;b、c:病人术前正侧位X线片可见关节退变、内侧关节间隙狭窄;d:病人术后下肢全长片,力线矫正;e、f:病人术后正侧位X线片,见胫骨内侧截骨线,内固定在位

义($P > 0.05$, 图 4 c、d)。

二、手术前后关节功能改变

观察组术后末次随访的 WOMAC 指数为(9.28 ± 5.46)分,较术前(59.17 ± 15.50)分明显降低,差异有统计学意义($P < 0.001$, 图 5 a)。对照组术后的 WOMAC 指数为(18.43 ± 13.91)分,也较术前的(53.62 ± 19.28)分明显降低,差异有统计学意义($P < 0.001$, 图 5 b)。观察组与对照组的术前 WOMAC 指数对比,差异无统计学意义($P > 0.05$, 图 5 c);但两组的术后 WOMAC 指数对比,差异有统计学意义($P < 0.001$, 图 5 d)。

观察组术后末次随访的 VAS 评分为(0.889 ± 0.502)分,较术前的(7.194 ± 1.792)分明显降低,差异有统计学意义($t=14.475$, $P < 0.001$, 图 6 a)。对照组

术后的 VAS 评分为(1.476 ± 0.680)分,也较术前的(6.452 ± 2.495)分显著降低,差异具有统计学意义($P < 0.001$, 图 6 b)。观察组与对照组的术前 VAS 对比,差异无统计学意义($P > 0.05$, 图 6 c)。而观察组的术后 VAS 评分明显低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.001$, 图 6 d)。

三、术前术后膝关节屈伸功能状态

观察组术后末次随访的伸直角度为 $-5.389^\circ \pm 1.335^\circ$,较术前的 $-2.556^\circ \pm 1.294^\circ$ 明显增大,差异有统计学意义($t=8.974$, $P < 0.001$, 图 7 a)。对照组术后的伸直角度为 $-2.905^\circ \pm 1.480^\circ$,较术前的 $-2.143^\circ \pm 1.711^\circ$ 无明显改变,差异无统计学意义($P > 0.05$, 图 7 b)。观察组与对照组的术前伸直角度对比,差异无统计学意义($P > 0.05$, 图 7 c)。而观察组与对照

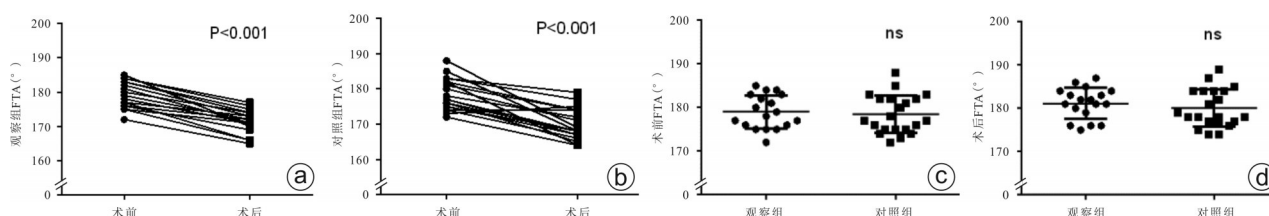


图 3 两组手术前后的 FTA 改变 a: 观察组手术前后 FTA 变化; b: 对照组手术前后 FTA 变化; c: 两组术前 FTA 对比; d: 两组术后 FTA 对比

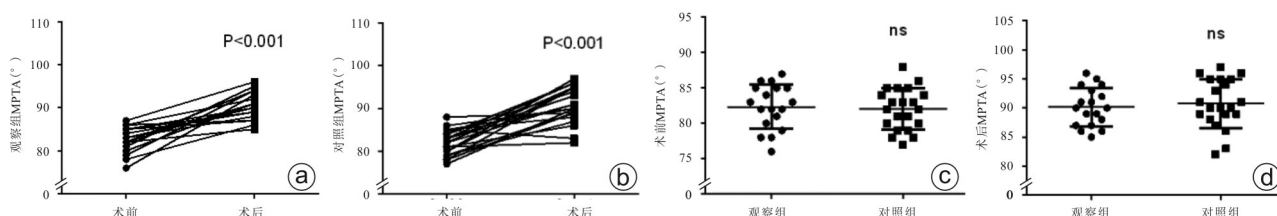


图 4 两组手术前后的 MPTA 改变对比 a: 观察组手术前后 MPTA 变化; b: 对照组手术前后 MPTA 变化; c: 两组术前 MPTA 对比; d: 两组术后 MPTA 对比

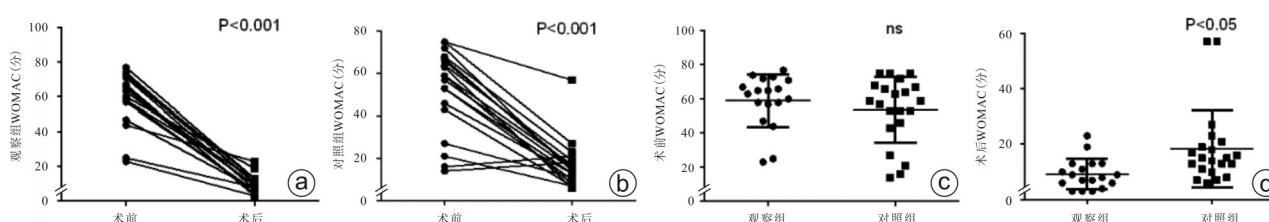


图 5 两组病人手术前后的 WOMAC 指数改变 a: 观察组手术前后 WOMAC 指数变化; b: 对照组手术前后 WOMAC 指数变化; c: 两组术前 WOMAC 指数对比; d: 两组术后 WOMAC 指数对比

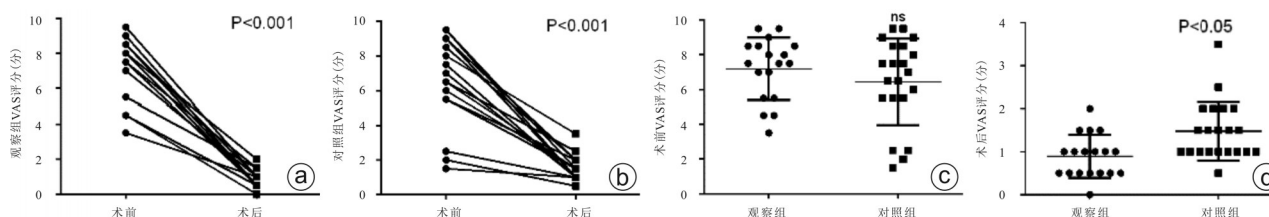


图 6 两组病人手术前后 VAS 评分的改变 a: 观察组手术前后 VAS 评分变化; b: 对照组手术前后 VAS 评分变化; c: 观察组和对照组术前 VAS 评分对比; d: 观察组和对照组术后 VAS 评分对比

组的术后伸直角度相比明显增大($t=5.465, P<0.001$,图7 d)。

观察组术后末次随访的屈曲角度为 $141.6^{\circ}\pm 5.9^{\circ}$,较术前的 $128.7^{\circ}\pm 8.1^{\circ}$ 明显增大,差异有统计学意义($t=7.506, P<0.001$,图8 a)。对照组术后屈曲角度为 $129.6^{\circ}\pm 5.6^{\circ}$,较术前的 $128.4^{\circ}\pm 5.8^{\circ}$ 无明显改变,差异无统计学意义($P>0.05$,图8 b)。观察组与对照组的术前屈曲角度对比,差异无统计学意义($P>0.05$,图8 c)。而观察组与对照组的术后屈曲角度相比明显增大($t=6.477, P<0.001$,图8 d)。

观察组术后膝关节屈曲达 90° 的时间为(3.72 ± 1.64) d,明显少于对照组的(6.14 ± 2.59)d,差异有统计学意义($t=3.415, P<0.01$,图9)

讨 论

膝关节骨性关节炎是一种累及骨、软骨、滑膜及关节周围结构的疾病,其基本病理表现为关节滑膜增生、进行性关节软骨破坏、周围骨赘形成等,多累及内侧关节间室。随着保膝理念的提出,针对内翻畸形的膝骨关节炎病人,目前越来越多学者采用HTO进行治疗,其通过纠正下肢的机械轴来卸载内侧间室的压力,加载至非病变的外侧间室,从而减轻临床疼痛症状^[17-19]。随着关节镜微创技术的发展,许多学者开始将关节镜清理技术和HTO联合起来治疗伴有内翻畸形的膝骨关节炎病人,取得了较满意的疗效^[20-21],但是关节镜技术多用于处理关节内滑膜增生、半月板退变及游离体等,往往忽略了关节软骨损伤的治疗。

早期的软骨损伤表现为软骨的分层、纤维化和龟裂,随着病变的进展,会产生软骨碎片,这些碎片产生机械性和化学性刺激,进一步损伤周围健康的软骨组织,软骨损伤处的关节面会变得高低不平,导致骨关节炎症状的进一步加重,因此,对损伤的关节软骨进行早期治疗是必要的,而软骨成形术被认为是治疗软骨损伤的有效方法^[22-25]。英国国家健康与护理卓越研究所(NICE)2014年指南也明确了软骨成形在治疗软骨损伤中的作用^[26],研究表明,软骨成形术可以获得更加光滑的软骨表面^[27-28],同时降低软骨通透性,维持软骨结构特性^[29-30]。我们的研究结果表明,在HTO手术的同时,膝关节镜下进行软骨成形术的观察组的临床疗效明显优于未进行软骨成形的对照组,观察组病人术后WOMAC指数及VAS评分显著低于对照组病人,观察组术后末次随访时的屈伸角度明显优于未进行软骨成形的对照组,并且观察组病人屈曲达 90° 所用时间也明显少于对照组。

软骨成形手术方法主要有电烧、激光、机械刨削、等离子刀技术四种。电烧技术在处理软骨损伤时,温度需要达到 $400^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$,这样的温度会留下热坏死带,坏死带的周边有细胞热损伤。激光技术有一定的优越性,修整后的关节表面平整,疼痛和关节渗液减少,但有研究表明,由于激光的局部温度过高,仍然会产生热坏死带。因此,目前临床多采用机械刨削、等离子刀两种技术进行软骨成形手术,但是,采用机械刨削系统处理软骨损伤,修整后的关节面不平整,导致进一步的关节磨损,Stein等^[31]发现,

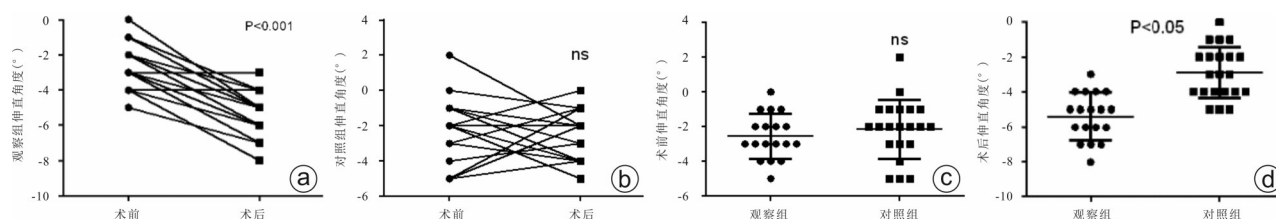


图7 两组病人手术前后伸直角度的改变 a:观察组手术前后伸直角度变化;b:对照组手术前后伸直角度变化;c:观察组和对照组术前伸直角度对比;d:观察组和对照组术后伸直角度对比

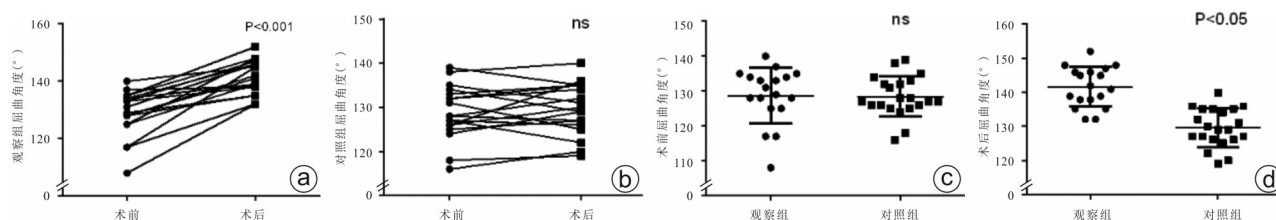


图8 两组病人手术前后屈曲角度的改变 a:观察组手术前后屈曲角度变化;b:对照组手术前后屈曲角度变化;c:观察组和对照组术前屈曲角度对比;d:观察组和对照组术后屈曲角度对比

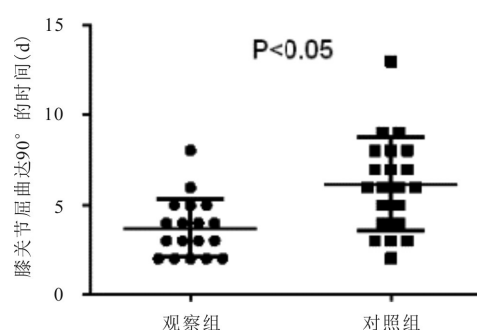


图9 观察组和对照组术后膝关节屈曲达90°时的天数比较

机械刨削处理后的软骨表面有不同程度的纤维化, 软骨细胞核有轻度到中度的致密化改变, 并且有中度的细胞浆嗜伊红性物质浓缩。等离子的温度仅有 60 ℃~80 ℃, 具有工作温度低、局部组织热损伤小等显著优点, 因此被认为是软骨成形手术的最佳方法。王黎明等^[32]研究认为, 采用等离子刀进行软骨成形术组的临床疗效明显优于机械刨削组, 主要是因为: ①局部温度低, 热损伤小; ②去除的软骨量少, 对周围正常软骨组织损伤小。在 Piper 等^[16]的临床研究中, 证实了在治疗三级以下软骨损伤中使用等离子消融刀进行软骨成形术的肯定疗效。在一项随机对照临床研究中, 比较了半月板切除术中分别使用射频消融和机械刨削刀进行软骨成形术^[15], 射频消融组较机械刨削刀组膝关节活动度改善明显, 再次手术率低。Voloshin 等^[33]在射频消融软骨成形术后 2 年进行了二次关节镜检查, 发现大多数(88%)病变没有进展的迹象, 56%在完全或部分填充后出现改善。

本研究将关节镜下等离子软骨成形术应用在 HTO 手术中大大提升了临床疗效, 术后能够获得更加平滑的软骨表面, 减少术后疼痛、机械症状和复发性积液等后遗症, 使得病人更加顺利地进行功能锻炼, 与不处理软骨损伤的 HTO 手术相比, 能在病人术后康复过程中获得更好的功能状态, 使得 HTO 术后的病人更加顺利地重返运动。本研究的局限性在于样本量太少, 随访时间较短, 且仅收集了术前和术后末次随访的 X 线片及功能评分, 缺乏术后不同时间点的疗效分析。另外, 在影像学资料中, 术后未通过 MRI 对软骨恢复情况进行评估, 仅通过功能来评价有效性, 还是有所欠缺。

参 考 文 献

[1] Dares M, Putman S, Brosset T, et al. Opening-wedge high tibial osteotomy performed with locking plate fixation (TomoFix) and

early weight-bearing but without filling the defect. A concise follow-up note of 48 cases at 10 years' follow-up [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(4): 477-480.

- [2] Hantes ME, Natsaridis P, Koutalos AA, et al. Satisfactory functional and radiological outcomes can be expected in young patients under 45 years old after open wedge high tibial osteotomy in a long-term follow-up [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26(11): 3199-3205.
- [3] Bannuru RR, Osani MC, Vaysbrot EE, et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2019, 27(11): 1578-1589.
- [4] Van den Bempt M, Van Genechten W, Claes T, et al. How accurately does high tibial osteotomy correct the mechanical axis of an arthritic varus knee? A systematic review [J]. Knee, 2016, 23(6): 925-935.
- [5] Van Genechten W, Van Tilborg W, Van den Bempt M, et al. Feasibility and 3D planning of a novel patient-specific instrumentation technique in medial opening-wedge high tibial osteotomy [J]. J Knee Surg, 2021, 34(14): 1560-1569.
- [6] Kim JG, Suh DH, Choi GW, et al. Change in the weight-bearing line ratio of the ankle joint and ankle joint line orientation after knee arthroplasty and high tibial osteotomy in patients with genu varum deformity [J]. Int Orthop, 2021, 45(1): 117-124.
- [7] Martinez-Cano JP. Editorial commentary: anterolateral hinge position decreases the slope in opening-wedge high tibial osteotomy: a key point in treating an anterior cruciate ligament-deficient, varus knee [J]. Arthroscopy, 2021, 37(5): 1585-1587.
- [8] Berruto M, Maione A, Tradati D, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy, a reliable procedure for osteoarthritic varus knee [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(12): 3955-3961.
- [9] Van Genechten W, Van den Bempt M, Van Tilborg W, et al. Structural allograft impaction enables fast rehabilitation in opening-wedge high tibial osteotomy: a consecutive case series with one year follow-up [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(12): 3747-3757.
- [10] Eliasberg CD, Hancock KJ, Swartwout E, et al. The ideal hinge axis position to reduce tibial slope in opening-wedge high tibial osteotomy includes proximalization-extension and internal rotation [J]. Arthroscopy, 2021, 37(5): 1577-1584.
- [11] Kim JI, Kim BH, Han HS, et al. Rotational changes in the tibia after high tibial valgus osteotomy: a comparative study of lateral closing versus medial opening wedge osteotomy [J]. Am J Sports Med, 2020, 48(14): 3549-3556.
- [12] Hubbard MJ. Articular debridement versus washout for degeneration of the medial femoral condyle. A five-year study [J]. J Bone Joint Surg Br, 1996, 78(2): 217-219.
- [13] Scillia AJ, Aune KT, Andrachuk JS, et al. Return to play after chondroplasty of the knee in National Football League athletes [J]. Am J Sports Med, 2015, 43(3): 663-668.
- [14] Anderson DE, Rose MB, Wille AJ, et al. Arthroscopic mechanical chondroplasty of the knee is beneficial for treatment of focal cartilage lesions in the absence of concurrent pathology [J]. Orthop J Sports Med, 2017, 5(5): 2325967117707213.
- [15] Spahn G, Hofmann GO, von Engelhardt LV. Mechanical debridement versus radiofrequency in knee chondroplasty with concomitant medial meniscectomy: 10-year results from a randomized controlled study [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(5): 1560-1568.
- [16] Piper D, Taylor C, Howells N, et al. Use of a novel variable power

- radiofrequency ablation system specific for knee chondroplasty: surgical experience and two-year patient results [J]. *Cureus*, 2021, 13(1): e12864.
- [17] Kim KI, Seo MC, Song SJ, et al. Change of chondral lesions and predictive factors after medial open-wedge high tibial osteotomy with a locked plate system [J]. *Am J Sports Med*, 2017, 45(7): 1615-1621.
- [18] Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, et al. Factors affecting cartilage repair after medial opening-wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(3): 779-784.
- [19] Lau LCM, Fan JCH, Chung KY, et al. Satisfactory long-term survival, functional and radiological outcomes of open-wedge high tibial osteotomy for managing knee osteoarthritis: Minimum 10-year follow-up study [J]. *J Orthop Translat*, 2020, 26: 60-66.
- [20] Tseng TH, Tsai YC, Lin KY, et al. The correlation of sagittal osteotomy inclination and the anteroposterior translation in medial open-wedge high tibial osteotomy—one of the causes affecting the patellofemoral joint? [J]. *Int Orthop*, 2018, 43(3): 605-610.
- [21] Tsai YC, Tseng TH, Ho CH, et al. Medial joint space width and convergence angle change with time after medial opening-wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee*, 2020, 27(6): 1923-1930.
- [22] Iwasaki K, Kondo E, Matsubara S, et al. Effect of high tibial osteotomy on the distribution of subchondral bone density across the proximal tibial articular surface of the knee with medial compartment osteoarthritis [J]. *Am J Sports Med*, 2021, 49(6): 1561-1569.
- [23] Atkinson HF, Birmingham TB, Schulz JM, et al. High tibial osteotomy to neutral alignment improves medial knee articular cartilage composition [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30(3): 1065-1074.
- [24] Orrego M, Besa P, Orrego F, et al. Medial opening wedge high tibial osteotomy: more than ten years of experience with Puddu plate technique supports its indication [J]. *Int Orthop*, 2020, 44(10): 2021-2026.
- [25] Bockmann B, Nebelung W, Boese CK, et al. Planning results for high tibial osteotomies in degenerative varus osteoarthritis using standing and supine whole leg radiographs [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(1): 77-82.
- [26] Abram SGF, Palmer AJR, Judge A, et al. Rates of knee arthroplasty in patients with a history of arthroscopic chondroplasty: results from a retrospective cohort study utilising the National Hospital Episode Statistics for England [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(4): e030609.
- [27] Voss JR, Lu Y, Edwards RB, et al. Effects of thermal energy on chondrocyte viability [J]. *Am J Vet Res*, 2006, 67(10): 1708-1712.
- [28] Yasura K, Nakagawa Y, Kobayashi M, et al. Mechanical and biochemical effect of monopolar radiofrequency energy on human articular cartilage: an in vitro study [J]. *Am J Sports Med*, 2006, 34(8): 1322-1327.
- [29] Uthamanthil RK, Edwards RB, Lu Y, et al. In vivo study on the short-term effect of radiofrequency energy on chondromalacic patellar cartilage and its correlation with calcified cartilage pathology in an equine model [J]. *J Orthop Res*, 2006, 24(4): 716-724.
- [30] Amiel D, Ball ST, Tasto JP. Chondrocyte viability and metabolic activity after treatment of bovine articular cartilage with bipolar radiofrequency: an in vitro study [J]. *Arthroscopy*, 2004, 20(5): 503-510.
- [31] Stein DT, Ricciardi CA, Viehe T. The effectiveness of the use of electrocautery with chondroplasty in treating chondromalacic lesions: A randomized prospective study [J]. *Arthroscopy*, 2002, 18(2): 190-193.
- [32] 王黎明, 桂鉴超, 宋华荣, 等. 等离子刀与机械清理在治疗膝关节骨关节炎中的作用分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2004, 6(7): 798-800.
- [33] Voloshin I, Morse KR, Allred CD, et al. Arthroscopic evaluation of radiofrequency chondroplasty of the knee [J]. *Am J Sports Med*, 2007, 35(10): 1702-1707.

(收稿日期: 2021-10-15)

(本文编辑:陈姗姗)

引用格式

佟磊, 彭志伟, 王云清, 等. 关节镜下软骨成形术在胫骨高位截骨术治疗内翻型膝骨关节炎中的应用 [J]. *骨科*, 2022, 13(3): 222-228. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.03.006.

(上接第221页)

- [13] Sjolander P, Johansson H, Djupsjobacka M. Spinal and supraspinal effects of activity in ligament afferents [J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2002, 12(3): 167-176.
- [14] Franchi A, Zaccherotti G, Aglietti P. Neural system of the human posterior cruciate ligament in osteoarthritis [J]. *J Arthroplasty*, 2005, 10(5): 679-682.
- [15] Fischer-Rasmussen T, Krogsgaard M, Jensen DB, et al. Inhibition of dynamic thigh muscle contraction by electrical stimulation of

the posterior cruciate ligament in humans [J]. *Muscle Nerve*, 2001, 24(11): 1482-1488.

(收稿日期: 2022-02-20)

(本文编辑:陈姗姗)

引用格式

金文铭, 向杜磊, 沈阳, 等. 保残双束重建技术在军事训练致后交叉韧带损伤中的应用 [J]. *骨科*, 2022, 13(3): 218-221, 228. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2022.03.005.