

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.18.020

关节镜下不同缝合修复方法对 3 度半月板损伤患者手术效果、 膝关节本体感觉及 BGP、IGF- I 、MMP-1 水平的影响 *

高 志 罗仲流 范志航 陈鹏旭 孙 敏

(四川省骨科医院膝关节运动损伤科 四川 成都 610041)

摘要 目的:探讨关节镜下不同缝合修复方法对 3 度半月板损伤患者手术效果、膝关节本体感觉以及骨钙素(BGP)、胰岛素样生长因子 I (IGF- I)、基质金属蛋白酶 1(MMP-1)水平的影响。**方法:**选取 2018 年 1 月-2019 年 10 月期间我院收治的 3 度半月板损伤患者 120 例,根据随机数字表法分为 A 组($n=60$,关节镜下外内缝合法)和 B 组($n=60$,关节镜下全内缝合法),比较两组患者手术指标、并发症发生情况、国际膝关节评分委员会(IKDC)评分、Lysholm 评分、视觉疼痛模拟量表(VAS)评分、膝关节本体感觉以及 BGP、IGF- I、MMP-1 水平。**结果:**B 组手术时间短于 A 组($P<0.05$);两组住院时间、术中出血量比较无差异($P>0.05$)。两组术后 6 个月 IKDC 评分、Lysholm 评分较术前升高,VAS 评分以及 BGP、IGF- I、MMP-1 水平,15°、45°、75° 膝关节本体感觉差值较术前降低($P<0.05$);B 组术后 6 个月 IKDC 评分、Lysholm 评分高于 A 组,而 VAS 评分以及 BGP、IGF- I、MMP-1 水平,15°、45°、75° 膝关节本体感觉差值则低于 A 组($P<0.05$)。两组并发症发生率比较差异未见统计学意义($P>0.05$)。**结论:**与关节镜下外内缝合法相比,关节镜下全内缝合法可缩短手术时间,更好的改善患者膝关节功能,提高膝关节本体感觉,还能有效降低 BGP、IGF- I、MMP-1 水平,安全可靠。

关键词:关节镜下全内缝合法;关节镜下外内缝合法;3 度半月板损伤;膝关节本体感觉;胰岛素样生长因子 I;骨钙素;基质金属蛋白酶 1

中图分类号:R684;R687 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2021)18-3494-04

Effects of Different Suture Repair Methods Under Arthroscopy on the Operative Effect, Proprioception of Knee Joint and the Levels of BGP, IGF-I and MMP-1 in Patients with Third Degree Meniscus Injury*

GAO Zhi, LUO Zhong-liu, FAN Zhi-hang, CHEN Peng-xu, SUN Min

(Sports Injury Department of Knee Joint, Sichuan Orthopaedic Hospital, Chengdu, Sichuan, 610041, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the effects of different suture repair methods under arthroscopy on the operative effect, proprioception of knee joint and the levels of osteocalcin (BGP), insulin-like growth factor-I (IGF-I) and matrix metalloproteinase-1 (MMP-1) in patients with third degree meniscus injury. **Methods:** From January 2018 to October 2019, 120 patients with third-degree meniscus injury in our hospital were selected, patients were randomly divided into the group A ($n=60$, arthroscopic external internal suture) and group B ($n=60$, arthroscopic total internal suture). The operation indicators, complications, international (IKDC) score, Lysholm knee score committee score, visual analog scale (VAS) pain scores, proprioception of knee joint and levels of BGP, IGF- I, MMP 1 of two groups were compared. **Results:** The operation time of group B was shorter than that of group A ($P<0.05$). There were no significant differences between the two groups in intraoperative blood loss and hospital stays ($P>0.05$). 6 months after operation, the scores of IKDC and Lysholm in the two groups were higher than those before operation, and the VAS score and levels of BGP, IGF-I, MMP 1, 15° , 45° and 75° of knee proprioception difference were lower than those before operation ($P<0.05$). 6 months after operation, the scores of IKDC and Lysholm of group B were higher than those of group A, while the VAS score and levels of BGP, IGF-I, MMP 1, 15° , 45° and 75° of knee proprioception difference were lower than those of group A ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of complications between the two groups($P>0.05$). **Conclusion:** Compared with the arthroscopic external internal suture, the arthroscopic total internal suture can shorten the operation time, better to improve the knee joint function, improve the proprioception of the knee joint, effectively reduce the levels of BGP, IGF-I and MMP-1, which is safe and reliable.

Key words: Arthroscopic total internal suture; Arthroscopic external internal suture; Third degree meniscus injury; Proprioception of knee joint; Insulin-like growth factor I; Osteocalcin; Matrix metalloproteinase 1

Chinese Library Classification(CLC): R684; R687 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)18-3494-04

* 基金项目:四川省干部保健基金项目(川干研 2019-602)

作者简介:高志(1982-),男,博士,副主任医师,研究方向:膝关节运动损伤,E-mail: fan20200605@163.com

(收稿日期:2020-11-26 接受日期:2020-12-21)

前言

半月板位于胫骨平台内侧和外侧的关节面,是构成膝关节的重要结构之一,具有吸收震荡、传递负荷、稳定关节、保护关节面软骨等重要作用^[1]。而半月板损伤可引起疼痛、膝关节功能障碍、弹响、肿胀等,若治疗不当,可引起膝关节软骨退变,后期逐渐发展为骨关节炎,严重影响患者膝关节功能^[2,3]。3度半月板损伤较为严重,无论是药物或者理疗的方法都不能起到良好的治疗效果,此时多给予手术处理^[4]。关节镜下全内缝合法、关节镜下外内缝合法均是治疗3度半月板损伤的常见术式^[5,6],但有关两种方案的疗效具体优劣尚存在一定争议。本研究通过对比关节镜下不同缝合修复方法对3度半月板损伤患者手术效果、膝关节本体感觉以及骨钙素(BGP)、胰岛素样生长因子 I (IGF- I)、基质金属蛋白酶 1(MMP-1)水平的影响,以期为临床3度半月板损伤治疗方案的选择提供数据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:(1)McMurrayTest 阳性征,术前合并有膝关节疼痛绞锁情况;(2)通过MRI检查显示半月板撕裂或者退变;(3)患者知情本研究并积极配合;(4)符合关节镜操作体征者。排除标准:(1)交叉韧带损伤未修复、重建者,严重的关节软骨损伤;(2)合并心肝肾等重要脏器功能障碍者;(3)既往有膝关节手术史者;(4)合并凝血功能障碍者;(5)合并精神障碍,无法配合治疗者;(6)合并严重感染、免疫缺陷者。此次研究已通过我院伦理学委员会批准进行。选取2018年1月-2019年10月期间我院收治的3度半月板损伤患者120例,根据随机数字表法分为A组(n=60,关节镜下外内缝合法)和B组(n=60,关节镜下全内缝合法),其中A组女25例,男35例,病程6~18月,平均(12.54±1.96)月;年龄36~59岁,平均(47.91±4.26)岁;体质量指数20~26 kg/m²,平均(23.49±0.96)kg/m²;左膝28例,右膝25例,双膝7例。研究组女29例,男31例,病程5~20月,平均(12.16±1.88)月;年龄35~62岁,平均(47.62±5.19)岁;体质量指数21~27 kg/m²,平均(23.53±0.88)kg/m²;左膝26例,右膝24例,双膝10例。两组一般资料对比无差异(P>0.05),均衡可比。

1.2 方法

两组均给予以下处理:硬膜外麻醉,取仰卧位,在患者患肢大腿部位绑好气囊止血带,采用美国林弗泰克公司生产的30°的关节镜探查患者的整个膝关节,评估患者半月板情况,并对关节腔进行清理,将半月板损伤的部分给予新鲜化处理,对半月板撕裂缘进行复位。随后A组患者给予关节镜下外内缝合法治疗,经皮、关节囊、半月板撕裂部采用由外向内的缝合法,给予水平褥式的方法进行缝合。B组患者给予关节镜下全内缝合法治疗,采用Omnispan半月板缝合器,首先对半月板损伤的部分缝合,再对准半月板损伤的部分给予缝合固定。两组缝合完毕后视患者恢复情况给予常规康复训练。

1.3 观察指标

(1)记录两组术中出血量、手术时间、住院时间等手术指标情况。(2)记录两组术后并发症发生情况。(3)术后采用门诊复查的形式随访6个月,于术前、术后6个月采用国际膝关节评分委员会(IKDC)评分^[7]、Lysholm评分^[8]、视觉疼痛模拟量表(VAS)评分^[9]评价患者膝关节功能及疼痛情况。其中VAS评分0~10分,分数越高,疼痛感越强。IKDC评分总分100分,分数越高膝关节功能越好。Lysholm评分总分100分,分数越高说明膝关节功能越好。(4)于术前、术后6个月采用膝关节等速测试系统对患者双侧膝关节被动角度给予重现试验,设置测试角度分别为15°、45°、75°,让患者感受其所停止的角度,计算与测试角度的差值。(5)于术前、术后6个月从患者患侧膝关节抽取关节液3 mL,置于超低温冰箱(-80℃)保存待测。采用酶联免疫吸附法检测BGP、IGF- I、MMP-1水平,严格遵守试剂盒(深圳晶美生物科技有限公司)说明书步骤进行。

1.4 统计学方法

数据采用SPSS25.0进行统计分析。计量资料均通过正态性检验,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,行t检验。计数资料采用率(%)描述,行 χ^2 检验。检验标准设置为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组手术指标比较

B组手术时间短于A组(P<0.05);两组住院时间、术中出血量比较无差异(P>0.05);详见表1。

表1 两组手术指标比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of operation indicators between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	Operation time(min)	Intraoperative blood loss(mL)	Hospital stays(d)
Group A(n=60)	45.87± 4.72	20.21± 2.66	7.68± 0.51
Group B(n=60)	38.73± 3.83	19.78± 2.47	7.62± 0.48
t	9.099	0.918	0.664
P	0.000	0.316	0.508

2.2 两组相关量表评分比较

两组术前Lysholm评分、VAS评分、IKDC评分比较无差异(P>0.05);两组术后6个月IKDC评分、Lysholm评分较术前升高,VAS评分较术前降低(P<0.05);B组术后6个月IKDC评分、Lysholm评分高于A组,而VAS评分则低于A组(P<0.

05);详见表2。

2.3 两组BGP、IGF- I、MMP-1水平比较

两组术前BGP、IGF- I、MMP-1水平比较无差异(P>0.05);两组术后6个月BGP、IGF- I、MMP-1水平均较术前降低,且B组低于A组(P<0.05);详见表3。

表 2 两组相关量表评分比较($\bar{x} \pm s$, 分)

Table 2 Comparison of scores of related scales between the two groups($\bar{x} \pm s$, scores)

Groups	IKDC scores		Lysholm scores		VAS scores	
	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation
Group A(n=60)	45.76 $\pm$ 6.24	73.62 $\pm$ 7.31*	51.87 $\pm$ 7.05	76.75 $\pm$ 7.38*	4.43 $\pm$ 0.75	1.67 $\pm$ 0.32*
Group B(n=60)	44.83 $\pm$ 6.09	88.97 $\pm$ 8.06*	52.34 $\pm$ 8.73	87.26 $\pm$ 7.46*	4.39 $\pm$ 0.86	1.26 $\pm$ 0.25*
t	0.826	10.927	0.324	7.758	0.272	7.821
P	0.410	0.000	0.746	0.000	0.786	0.000

Note: compared with before operation, * $P < 0.05$.

表 3 两组 BGP、IGF- I 、MMP-1 水平比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of levels of BGP, IGF-I and MMP-1 between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	BGP($\mu\text{g/L}$)		IGF- I ($\mu\text{g/L}$)		MMP-1($\mu\text{g/L}$)	
	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation
Group A(n=60)	18.73 $\pm$ 1.73	13.19 $\pm$ 1.96*	14.94 $\pm$ 1.58	9.82 $\pm$ 1.24*	14.36 $\pm$ 1.28	9.38 $\pm$ 1.34*
Group B(n=60)	18.89 $\pm$ 1.64	8.93 $\pm$ 1.83*	14.81 $\pm$ 1.62	6.69 $\pm$ 1.21*	14.57 $\pm$ 1.19	6.59 $\pm$ 1.07*
t	0.502	12.306	0.445	13.994	0.931	12.603
P	0.604	0.000	0.657	0.000	0.354	0.000

Note: compared with before operation, * $P < 0.05$.

2.4 两组膝关节本体感觉差值比较

两组术前 15°、45°、75° 膝关节本体感觉差值比较无差异($P > 0.05$);两组术后 6 个月 15°、45°、75° 膝关节本体感觉

差值均较术前降低($P < 0.05$);B 组术后 6 个月 15°、45°、75° 膝关节本体感觉差值低于 A 组($P < 0.05$);详见表 4。

表 4 两组膝关节本体感觉差值比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of knee proprioception difference between the two groups($\bar{x} \pm s$)

Groups	15° (°)		45° (°)		75° (°)	
	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation	Before operation	6 months after operation
Group A(n=60)	5.27 $\pm$ 0.33	3.98 $\pm$ 0.24*	4.91 $\pm$ 0.27	3.48 $\pm$ 0.34*	5.15 $\pm$ 0.38	3.69 $\pm$ 0.32*
Group B(n=60)	5.21 $\pm$ 0.41	2.73 $\pm$ 0.26*	4.96 $\pm$ 0.28	2.52 $\pm$ 0.37*	5.09 $\pm$ 0.32	2.38 $\pm$ 0.27*
t	0.883	27.364	0.996	14.798	0.936	24.236
P	0.379	0.000	0.321	0.000	0.351	0.000

Note: compared with before operation, * $P < 0.05$.

2.5 两组并发症发生情况比较

A 组术后出现 3 例切口感染、4 例神经血管损伤, 并发症发生率为 11.67%(7/60);B 组术后出现 2 例切口感染、2 例神经血管损伤, 并发症发生率为 6.67%(4/60);两组并发症发生率比较差异未见统计学意义($\chi^2=0.901, P=0.343$)。

3 讨论

膝关节内外侧半月板具有吸收震荡、传导负荷和增强关节稳定等生物力学功能, 同时还可保护关节软骨及预防退行性疾病的发生^[10,11]。当人体膝关节处于运动状态时, 半月板不断承受着向周围移位的水平拉力、旋转时的剪式应力以及传导负荷的垂直压力^[12,13]。剧烈的运动则可引起膝关节的过度拉伸、胫骨与

股骨之间的强烈挤压和旋转, 进而发生半月板撕裂^[14]。3 度半月板损伤作为半月板损伤中极为严重的一种, 具有治疗难度大的特点, 若未能予以及时治疗, 可引起患者膝关节生物力学功能的改变, 致使膝关节本体感觉功能变差, 长此以往, 可引起早期膝关节炎发作, 不利于患者预后^[15]。此外, 由于半月板本身没有血液供应, 通常只是在基底周缘处伴有血液循环, 因此其主要营养来源为关节液。而半月板损伤作为一种刺激性损伤, 可引起机体免疫应答, 激活并释放大细胞因子如 BGP、IGF- I 、MMP-1 等, 进一步导致膝关节软骨的损伤, 加重病情恶化^[16,17]。

膝关节的生理功能与半月板息息相关, 在治疗 3 度半月板损伤时, 为了术后膝关节功能的恢复效果, 应尽可能的维持半月板的完整性。在所有治疗方案中, 切除损坏半月板的可行度

一般,再生的半月板无法很好的代替以往半月板的功能。因此,半月板缝合术是目前能够最大限度挽救半月板的主要技术,而关节镜作为新技术应用到临床后,不仅可以准确的判断半月板损伤的类型、部位以及程度,还可观察关节腔内的各种结构,有利于帮助患者合理选择手术方式,减少漏诊、误诊和治疗的盲目性^[18]。关节镜下外内缝合法是既往临床用于治疗半月板损伤的常用方法,但部分研究结果显示^[19,20],关节镜下外内缝合法操作较为复杂,且手术的时间也较长,同时还可增加神经以及血管损伤的发生风险。近年来,临床不少医生尝试将关节镜下全内缝合法应用于半月板损伤中,全内缝合法无需取切口,可在全关节内完成修补操作,再加以修正^[21,22]。

本文结果证实,B组手术时间短于A组,可见相对于关节镜下外内缝合法,关节镜下全内缝合法操作更为简便。关节镜下全内缝合法通过两枚带滑结的缝线固定器对半月板进行修补,在内侧或者后外侧不需要切口,同时关节内部不产生结扣,有效缩短手术时间^[23,24]。两组术中出血量、住院时间比较差异无统计学意义,可能是因为两种手术方式均属于微创操作,对患者损伤差异不大,患者近期恢复效果大致相当。此外,本次研究结果还显示,两组膝关节功能、膝关节本体感觉及疼痛情况均有所改善,且关节镜下全内缝合法的患者改善效果更佳。总结可能与关节镜下全内缝合法以下几个优势有关:关节镜下全内缝合法仅需要通过关节镜手术入路的途径完成所有操作,对组织造成的创伤较小^[25,26]。关节镜下全内缝合法可根据病情特点给予快速且灵活的调整以避免对软骨组织造成不必要的损伤^[27]。此外,由于半月板的营养供给来源之一的关节液的特殊性,本研究引入了BGP、IGF-I、MMP-1水平作为观察指标,其中BGP由成骨细胞和破骨细胞分泌,可反映骨转换情况^[28]。IGF-I通过介导生长激素发挥促生长作用,同时还可诱导成骨细胞分泌,进而保持骨量^[29]。MMP-1通过降解关节软骨的胶原、蛋白聚糖,导致关节软骨纤维弹性丧失^[30]。本研究结果中关节镜下全内缝合法降低BGP、IGF-I、MMP-1水平的效果更为显著,有助于帮助患者缓解病情。另两组并发症发生率比较差异未见统计学意义,可见两种缝合技术均安全可靠。

综上所述,与关节镜下外内缝合法相比,关节镜下全内缝合法可缩短手术时间,更好的改善患者膝关节功能,提高膝关节本体感觉,还能有效降低BGP、IGF-I、MMP-1水平,安全可靠。

参 考 文 献(References)

- [1] Kurzweil PR, Cannon WD, DeHaven KE. Meniscus Repair and Replacement[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2018, 26(4): 160-164
- [2] Rai MF, Brophy RH, Sandell LJ. Osteoarthritis following meniscus and ligament injury: insights from translational studies and animal models[J]. Curr Opin Rheumatol, 2019, 31(1): 70-79
- [3] Lin Z, Huang W, Ma L, et al. Kinematic features in patients with lateral discoid meniscus injury during walking[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 5053
- [4] Bilgen B, Jayasuriya CT, Owens BD. Current Concepts in Meniscus Tissue Engineering and Repair [J]. Adv Healthc Mater, 2018, 7(11): e1701407
- [5] Kennedy MI, Strauss M, LaPrade RF. Injury of the Meniscus Root[J]. Clin Sports Med, 2020, 39(1): 57-68
- [6] Zhou Z, Xiao L, He C, et al. Application of assisted portal under anterior horn of lateral meniscus for the treatment of discoid meniscus injury[J]. Knee, 2019, 26(5): 1125-1135
- [7] 金钢, 仲海燕, 邵为, 等. 关节镜下自体腓绳肌腱与腓骨长肌腱单束重建前交叉韧带[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(24): 2252-2256
- [8] 罗丹, 朱辉, 王琼芳, 等. 超声检查在症状性膝关节骨性关节炎中的应用价值及与 Lysholm 评分的相关性研究 [J]. 检验医学与临床, 2019, 16(23): 3454-3456, 3460
- [9] 王涛, 史长安, 张文生, 等. 关节镜手术治疗膝关节内侧半月板 Ramp 损伤的疗效研究[J]. 海南医学, 2019, 30(22): 2912-2914
- [10] Bronstein RD, Schaffer JC. Physical Examination of the Knee: Meniscus, Cartilage, and Patellofemoral Conditions [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(5): 365-374
- [11] Karpinski K, Diermeier T, Willinger L, et al. No dynamic extrusion of the medial meniscus in ultrasound examination in patients with confirmed root tear lesion [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(10): 3311-3317
- [12] 宋鑫鑫, 黄昌林, 王久清, 等. 关节镜下不同术式治疗盘状半月板的临床疗效研究[J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(25): 4944-4947
- [13] Feucht MJ, Izadpanah K, Lacheta L, et al. Arthroscopic transtibial pullout repair for posterior meniscus root tears. Arthroskopische transtibiale Auszugsnaht von posterioren Meniskuswurzelrissen [J]. Oper Orthop Traumatol, 2019, 31(3): 248-260
- [14] Chhabra A, Ashikyan O, Hlis R, et al. The International Society of Arthroscopy, Knee Surgery and Orthopaedic Sports Medicine classification of knee meniscus tears: three-dimensional MRI and arthroscopy correlation[J]. Eur Radiol, 2019, 29(11): 6372-6384
- [15] Cordle AC, Williams DD, Andrews CL. The Postoperative Meniscus: Anatomical, Operative, and Imaging Considerations [J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2018, 22(4): 398-412
- [16] Ying XZ, Qian JJ, Peng L, et al. Model research on repairing meniscus injury in rabbits using bone marrow mesenchymal stem cells and silk fibroin meniscus porous scaffold[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2018, 22(12): 3689-3693
- [17] Sohn DW, Bin SI, Kim JM, et al. Discoid lateral meniscus can be overlooked by magnetic resonance imaging in patients with meniscal tears [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2018, 26 (8): 2317-2323
- [18] Ghazi Zadeh L, Chevrier A, Farr J, et al. Augmentation Techniques for Meniscus Repair[J]. J Knee Surg, 2018, 31(1): 99-116
- [19] Ellis HB Jr, Wise K, LaMont L, et al. Prevalence of Discoid Meniscus During Arthroscopy for Isolated Lateral Meniscal Pathology in the Pediatric Population[J]. J Pediatr Orthop, 2017, 37(4): 285-292
- [20] Okimura S, Mae T, Tachibana Y, et al. Biomechanical comparison of meniscus-suture constructs for pullout repair of medial meniscus posterior root tears[J]. J Exp Orthop, 2019, 6(1): 17
- [21] 杨镇, 张明宇, 郑江, 等. 关节镜下应用全内和外内缝合法治疗半月板损伤的临床研究[J]. 实用骨科杂志, 2013, 19(3): 212-214
- [22] Nakamura R, Takahashi M, Kuroda K, et al. Suture Anchor Repair for a Medial Meniscus Posterior Root Tear Combined With Arthroscopic Meniscal Centralization and Open Wedge High Tibial Osteotomy [J]. Arthrosc Tech, 2018, 7(7): e755-e761
- [23] 魏刚, 陈登明, 文学, 等. 关节镜下应用全内和外内缝合法治疗半月板损伤的临床研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2017, 16(1): 71-74

导致牙齿移动缓解延长,牙齿移动速度减慢,这也解释了 C 组、D 组牙齿移动未随正畸力增加而延长的原因。鉴于 100 g 正畸力牙齿移动较快,且对牙周破坏小,可缩短正畸疗程,可推荐作为正畸治疗的优选方案。

综上,不同正畸力、不同时间牙齿位移、龈沟液细胞因子水平不同。100 g 正畸力牙齿移动距离最长,牙周组织局部炎症反应较平稳。给予 100 g 以上正畸力后牙周组织局部炎症反应逐渐加剧,但牙齿位移距离并未延长。因此 100 g 正畸力即可促使牙齿移动,又能保持正畸过程中适当的细胞因子水平,可减少对牙周组织的破坏,有利于牙周组织恢复。

参考文献(References)

- [1] Kuitert RB. Orthodontic treatment for adults [J]. Ned Tijdschr Tandheelkd, 2000, 107(4): 160-168
- [2] 郭润智,黄一平,杜茜,等. 牙骨质结构不良患者正畸治疗的研究进展[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2020, 27(3): 167-170
- [3] 咎琳,李硕,汪硕,等. 骨膜蛋白在人正畸牙移动中对牙周膜改建的作用机制[J]. 检验医学与临床, 2017, 14(24): 3624-3625, 3628
- [4] 马静雯,宋萌,潘劲松,等. 牙周膜成骨分化研究进展 [J]. 现代生物医学进展, 2017, 17(1): 181-184, 197
- [5] 李博,赵志河. 加速正畸牙齿移动的辅助干预措施 [J]. 华西口腔医学杂志, 2019, 37(6): 648-655
- [6] 胡玮玮,李芳芳,葛殿奎. 炎性指标对口腔种植修复术后牙槽骨吸收改建活跃期种植体评估的价值研究[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2019, 22(6): 565-571
- [7] 韩建国,王丽,韩斐斐,等. 老年牙周病患者牙槽骨吸收与 IL-6、TNF- α 、PGE2 水平相关性研究 [J]. 徐州医学院学报, 2011, 31(6): 392-394
- [8] 刘红,米丛波,祝军. 正畸力作用下大鼠炎症牙周组织中肝细胞生长因子的表达[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(15): 2377-2382
- [9] Lakshmanan R, Jayakumar ND, Sankari M, et al. Estimation of pentraxin-3 levels in the gingival tissues of chronic and aggressive periodontitis participants: an in vivo study[J]. J Periodontol, 2014, 85(2): 290-297
- [10] Pradeep AR, Kathariya R, Raghavendra NM, et al. Levels of pentraxin-3 in gingival crevicular fluid and plasma in periodontal health and disease[J]. J Periodontol, 2011, 82(5): 734-741
- [11] 林久祥. 现代口腔正畸学[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2011: 48
- [12] Iliadi A, Koletsis D, Eliades T. Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis [J]. Orthod Craniofac Res, 2019, 22 (4): 248-258
- [13] Wu J, Liu Y, Zhang J, et al. Biomechanical investigation of orthodontic treatment planning based on orthodontic force measurement and finite element method before implementation: A case study [J]. Technol Health Care, 2018, 26(S1): 347-359
- [14] Asiry MA. Biological aspects of orthodontic tooth movement: A review of literature[J]. Saudi J Biol Sci, 2018, 25(6): 1027-1032
- [15] Aljabaa A, Almoammar K, Aldrees A, et al. Effects of vibrational devices on orthodontic tooth movement: A systematic review [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2018, 154(6): 768-779
- [16] Zere E, Einy S, Asbi T, et al. Orthodontic extraction space closure with and without socket preservation: a comparative case analysis[J]. Quintessence Int, 2019, 50(4): 306-314
- [17] Lin T, Yang L, Zheng W, et al. Th17 Cytokines and its Correlation with Receptor Activator of Nuclear Factor kappa B Ligand During Orthodontic Tooth Movement [J]. Iran J Immunol, 2020, 17 (2): 137-143
- [18] Belibasakis GN, Bostanci N. The RANKL-OPG system in clinical periodontology[J]. J Clin Periodontol, 2012, 39(3): 239-248
- [19] 杨莹,赵谦. OPG/RANKL/RANK 系统及其在口腔颌面部骨破坏疾病中的研究进展[J]. 临床口腔医学杂志, 2018, 34(6): 378-380
- [20] Zhang S, Li C, Zhang S, et al. Serum levels of proinflammatory, anti-inflammatory cytokines, and RANKL/OPG in synovitis, acne, pustulosis, hyperostosis, and osteitis (SAPHO) syndrome [J]. Mod Rheumatol, 2019, 29(3): 523-530
- [21] Hamamcı N, Acun Kaya F, Uysal E, et al. Identification of interleukin 2, 6, and 8 levels around miniscrews during orthodontic tooth movement[J]. Eur J Orthod, 2012, 34(3): 357-361
- [22] Boyce BF, Li P, Yao Z, et al. TNF-alpha and pathologic bone resorption[J]. Keio J Med, 2005, 54(3): 127-131
- [23] Daigo K, Mantovani A, Bottazzi B. The yin-yang of long pentraxin PTX3 in inflammation and immunity[J]. Immunol Lett, 2014, 161(1): 38-43
- [24] 孙春彦,林莉. 龈沟液中正五聚体蛋白 3 水平与慢性牙周炎的相关性研究[J]. 口腔医学研究, 2013, 29(11): 1039-1041, 1047
- [25] 朱琳琳,李璇,严斌,等. 加速正畸牙移动方法及其机制的研究进展[J]. 口腔生物医学, 2016, 7(2): 93-97
- [26] 王琳璇,李永明,邱亚,等. 肿瘤坏死因子- α 在正畸牙移动中作用的研究进展[J]. 口腔医学, 2018, 38(7): 654-658

(上接第 3497 页)

- [24] 杨立群,王贵清,蔡显义,等. 关节镜下 Fast-Fix 快速缝合系统缝合修复半月板方法的临床体会[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(10): 936-937
- [25] 李震,王睿铸,纪斌平,等. 关节镜下全内缝合法修补半月板 59 例疗效观察[J]. 实用骨科杂志, 2010, 16(9): 654-656
- [26] 张贵民,崔智慧,陈明梁. 稳定型内侧面半月板 ramp 损伤采用全内缝合修复手术对关节活动度和愈合效果的影响[J]. 中国临床医生杂志, 2020, 48(5): 596-598
- [27] 陈同磊,周海龙,沈国强. 关节镜下全内缝合治疗半月板水平撕裂的临床疗效[J]. 江苏医药, 2018, 44(1): 109-111
- [28] Bailey S, Karsenty G, Gundberg C, et al. Osteocalcin and osteopontin influence bone morphology and mechanical properties [J]. Ann N Y Acad Sci, 2017, 1409(1): 79-84
- [29] Tian F, Wang Y, Bikle DD. IGF-1 signaling mediated cell-specific skeletal mechano-transduction[J]. J Orthop Res, 2018, 36(2): 576-583
- [30] Macarie RD, Vadana M, Ciortan L, et al. The expression of MMP-1 and MMP-9 is up-regulated by smooth muscle cells after their cross-talk with macrophages in high glucose conditions[J]. J Cell Mol Med, 2018, 22(9): 4366-4376