·特约稿·

基于力学因素的膝骨关节炎防治指南(3)

中华医学会物理医学与康复学分会　中华医学会骨科学分会　西安医学会物理医学与康复学分会
西安交通大学附属红会医院

首席临床专家：
何成奇　四川大学华西医院
王坤正　西安交通大学第二附属医院
首席方法学家：
刘西纺　西安交通大学附属红会医院
石秀娥　陕西省康复医院
资深临床专家：
刘立平　西安交通大学附属红会医院
闫　亮　西安交通大学附属红会医院
朱　毅　郑州大学第五附属医院
马建兵　西安交通大学附属红会医院
袁普卫　陕西中医药大学
张挥武　四川省骨科医院
张　杨　山东中医药大学附属医院
共识专家组(以姓氏拼音为序)：
蔡　斌　上海交通大学医学院附属第九人民医院
蔡余力　山东中医药大学附属医院
崔志刚　中国康复研究中心北京博爱医院
丁　桃　昆明医科大学第一附属医院
丁　勇　西安交通大学附属红会医院
董　博　西安交通大学附属红会医院
龚剑秋　绍兴市人民医院
何红晨　四川大学华西医院
侯　越　四川大学华西医院
黄红拾　北京大学第三医院
黄　强　首都医科大学附属北京积水潭医院
李　辉　西安交通大学附属红会医院
李云霞　复旦大学附属华山医院
刘培来　山东大学齐鲁医院
鲁　超　西安交通大学附属红会医院
马燕红　上海市第六人民医院
潘化平　上海交通大学医学院苏州九龙医院
乔　锋　西安交通大学附属红会医院
史　达　西安交通大学附属红会医院
宋振华　海口市人民医院
魏　全　四川大学华西医院
吴永超　华中科技大学同济医学院附属协和医院
吴　劲　兵器工业总医院
杨　楠　空军军医大学唐都医院
杨　治　西安交通大学附属红会医院
尹　崑　山西医科大学第二医院
袁　华　空军军医大学西京医院
张　静　河北医科大学第三医院
张　鑫　四川省骨科医院
张新涛　北京大学深圳医院
张　艳　甘肃省康复中心医院
周　云　安徽医科大学第二附属医院
钟　珊　首都医科大学附属北京积水潭医院
仲卫红　福建中医药大学附属康复医院
指南秘书组：
梁　宇　马　菲　陈　阳
杨民毅　李勇亮　田晓绒
西安交通大学附属红会医院
指南证据组：
黄珂瑶　荆　科　王园园
谢寅耀　王　敏　秦佳欣
西安交通大学附属红会医院
王　琛　刘　海　许翌川　左杨瑞　贺玉婷
相里佳豪　师海江　马斌全　刘　颖
西安体育学院
外审专家组：
何　川　上海交通大学医学院附属瑞金医院
黄添隆　中南大学湘雅二医院
唐金树　解放军总医院第四医学中心
张国强　解放军总医院第四医学中心
曹学伟　广东省中医院
陈铮威　中国医学科学院北京协和医院
郭雪园　解放军总医院第一医学中心
执笔人(通讯作者)：
刘西纺　西安交通大学附属红会医院

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2026.07.001
*基金项目：陕西省卫生健康委员会创新平台基金资助项目(2024PT-13)
收稿日期：2025-11-03

2.5 肌力异常

临床问题5:是否推荐股四头肌无力作为膝骨关节炎(knee osteoarthritis,KOA)发生发展的力学性因素？有哪些方法可以对股四头肌无力进行评估和治疗？

推荐意见5.1:推荐将股四头肌无力作为导致KOA发生发展的力学性因素。(1B)

推荐原理:股四头肌作为膝关节的稳定器和减震器,可以在一定程度上降低膝关节上的有害负荷,有助于维持关节的机械环境[1—2]。股四头肌的无力可能导致股四头肌的扭矩变异性增加,导致膝关节无法实现精确控制,有可能会改变膝关节负荷,这被认为是膝关节软骨退化的重要因素[3]。

证据总结:meta分析表明股四头肌无力与放射学胫股关节炎的发生存在关联,女性(OR=1.43,95%CI:1.19—1.71)和男性(OR=1.39,95%CI:1.07—1.82)均受影响[4]。股四头肌无力与症状性膝关节炎的发生存在关联[4],在放射学前期KOA患者中更为显著。而股四头肌力量较强者,软骨损伤、骨髓病变和滑膜炎的发生率更低[5]。女性股四头肌力量最弱的四分位组在外侧髌股关节软骨损伤恶化方面风险增加(RR=1.50,95%CI:1.03—2.20)[6];股四头肌无力与全膝(HR=3.48,95%CI:1.30—9.35)和内侧胫股关节(HR=4.60,95%CI:1.25—17.02)软骨损失显著相关[7]。既往的专家共识均将肌力下降认为是KOA进展的重要危险因素,共识率达100%[8—9]。

推荐意见5.2:建议采用改良的Lovett 13级徒手肌力(manual muscle testing,MMT)评定方法评估股四头肌无力,必要时可采用手持测力计或等速肌力测试获取更精确的数据。(2C)

推荐原理:鉴于股四头肌无力是KOA发生发展的重要力学因素,准确评估股四头肌力量对及早发现高危人群具有重要意义。MMT评定操作简便,适用性广;而器械评定则可提供更精确的量化数据,有利于精确评估和随访监测。同时,由于肌力水平存在显著的年龄和性别差异,参考相应人群的标准值对准确评估至关重要。

证据总结:临床股四头肌肌力评估方法包括MMT评定和器械肌力评定[10]。MMT使用改良Lovett 13级评分标准,操作简便,几乎不需要特殊设备;器械评定包括手持测力计等,可提供精确的量化数据。不同年龄和性别群体的手持测力计评估的正常股四头肌肌力参考值:50—59岁女性优势侧和非优势侧平均值分别为(314.75±82.98)N和(305.22±75.68)N,男性则分别为(458.45±79.73)N和(452.54±86.52)N;60—69岁女性优势侧和非优势侧降至(263.48±66.92)N和(255.00±73.06)N,男性为(372.71±81.81)N和(377.57±67.75)N;70—79岁女性进一步降至(218.55±46.71)N和(215.72±48.55)N,男性为(358.57±76.13)N和(365.00±71.21)N[11]。等速测试常用峰值扭矩作为评估指标,60°/s角速度最常用于力量分析[12]。临床实践中,建议根据评估目的和医疗机构条件选择合适的评估方法,遵循标准化流程,并进行定期评估以关注患者肌力的变化趋势。

推荐意见5.3:在排除禁忌证的情况下建议采用传统抗阻训练、早期低负荷血流量限制训练(low-load blood flow restriction,LL-BFR)、神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation,NMES)和全身振动训练(whole-body vibration training, WBVT)作为预防股四头肌无力导致KOA的主要策略。对于普通人群,建议优先选择传统抗阻训练;对于60岁以上健康人群和早期KOA患者,选择LL-BFR训练更有优势。(2C)

推荐原理:NMES通过增加运动单元的招募和速率编码来增强肌肉激活[13];LL-BFR在局部限制动脉和静脉血流,使目标肌肉中产生更大的无氧环境和更多的疲劳[14],同时增强与传统高负荷训练相同区域的合成代谢反应诱导跟腱肥大[15];而WBVT则通过刺激肌肉纺锤波,影响中枢机制,激活α-运动神经元并产生振动强直反射[16—17]。这些干预措施通过不同的生理机制相互协同,共同发挥预防和治疗作用。

证据总结:meta分析显示,在60岁以上的健康人群中,与传统低负荷训练相比,LL-BFR在改善肌肉力量(SMD=0.44,95%CI:0.28—0.60)和肌肉肥大(SMD=0.51,95%CI:0.06—0.96)方面具有小到中等程度的优势[18]。对于早期KOA患者,LL-BFR训练显示出更明显的优势,在改善股四头肌力量(SMD=2.14,95%CI:0.38—3.90)和肌肉质量(SMD=1.33,95%CI:0.24—2.42)方面较传统低负荷训练更有效[19]。WBVT结合运动治疗可缓解疼痛并提升患者自我报告的功能活动水平(MD=－27.2,95%CI:－32.71—－21.69)[20—21]。过去的指南建议,标准化的NMES(频率50—75Hz,脉冲持续时间200—400μs,每次20min)结合运动方案的效果优于单一治疗,且每周5次较3次治疗更能改善股四头肌力量[22]。股四头肌力量训练的强度应为10%—60% 1RM,每个肌群8—12次/组,2—3组,每次30—60min,每周不少于3次,持续至少8周[23]。

对于健康人群:①定期评估股四头肌功能,特别是高危人群;②进行预防性运动训练,可选择传统抗阻或低负荷血流限制训练(60岁以上);③加强膝关节健康教育。对于早期KOA患者:①结合运动治疗和疼痛管理;②采用低负荷血流限制训练和标准化NMES;③考虑添加全身振动治疗作为辅助手段,特别是与力量训练结合。

临床问题6:是否推荐腘绳肌过激活作为KOA发生发展的力学性因素？有哪些方法可用于腘绳肌过激活的评估和治疗？

推荐意见6.1:建议将腘绳肌过激活作为KOA发展的力学性因素。(2B)

推荐原理:腘绳肌是膝关节主要的屈肌群,对膝关节的动态稳定性起重要作用。但腘绳肌的过度激活可能导致膝关节内负荷分布异常,增加关节剪切力和压应力,并加速关节软骨退变进程[24—25];同时还可能降低膝ROM,加剧步态僵硬,并显著增加膝关节力矩的不平[26]。

证据总结:腘绳肌过激活水平在男性KOA患者中显著升高,与膝关节软骨形态学恶化(OR=1.59,95%CI:1.06—2.39)和膝关节退变(OR=4.60,95%CI:1.25—17.02)显著相关[27]。步态分析研究表明,有症状KOA患者中腘绳肌过激活导致步态僵硬,与动态膝关节力矩失衡直接相关[24,28]。指南工作组整合现有证据发现,腘绳肌功能的干预显著降低KOA患者的VAS评分(MD=2.6,95%CI:2.0—3.2)和WOMAC评分(MD=10.4,95%CI:8.1—12.7)[28—30]。

推荐意见6.2:建议采用肌力测试、表面肌电图或仪器化步态分析评估腘绳肌过激活。(2D)

推荐原理:腘绳肌过激活是指腘绳肌在膝关节运动过程中出现的异常增强的肌肉收缩模式。腘绳肌过激活通过改变膝关节的运动学和动力学特性,增加关节应力并加速KOA的进展[31]。肌力测试通过等速肌力测试和MMT评估腘绳肌的力量和激活状态[32]。表面肌电图(surface electromyographys,sEMG)可提供肌肉激活的量化数据,适用于动态和静态评估;而三维步态分析则通过结合关节角度、外力和肌肉活动提供更全面的生物力学信息[32]。

证据总结:临床上诊断腘绳肌过激活的方法有肌力测试、sEMG或仪器化步态分析。肌力测试通过等速测试(坐姿膝屈伸)和MMT(膝屈曲、单腿站立)评估腘绳肌力量。健康人群腘绳肌与股四头肌的共激活比值(co-activation ratio,CR)约为0.30—0.50,KOA患者增加至0.60—0.75[33]。步态分析通过主成分分析第二主成分评分(principal component 2 score)和分阶段均方根振幅(phase-specific root mean square amplitude)测量腘绳肌激活时间,正常范围为20%—30%,当激活时间达到40%—50%时提示明显的腘绳肌过激活[33—34]。腘绳肌过激活患者的膝关节外展力矩峰值显著升高,从健康个体的3.5%—4.5%,增加到5.0%—6.5%[24—25]。建议在诊断腘绳肌过激活时,参考以下标准:CR>0.60[33];激活时间>40%步态周期[33—34];膝关节外展力矩峰值>5.0%[24—25]。

推荐意见6.3:建议采用牵伸腘绳肌、器械辅助软组织松动(instrument-assisted soft tissue mobilization ,IASTM)、动态软组织松动(dynamic soft tissue mobilization,DSTM)和本体感觉神经肌肉促进(proprioceptive neuromuscular facilitation,PNF)作为改善腘绳肌过激活的主要策略。(2D)

推荐原理:牵伸腘绳肌、IASTM、DSTM和PNF能改善腘绳肌过激活,从而延缓KOA的发生和进展。IASTM和DSTM通过机械刺激促进软组织重塑,增加组织弹性和血液循环,从而改善腘绳肌柔韧性[35—36]。PNF则通过神经肌肉系统的反射机制,促进肌肉放松和拉伸,提高ROM[37]。

证据总结:IASTM[28]和DSTM[29]均可改善腘绳肌柔韧性(SMD=0.78; 95% CI:0.62—0.94;SMD=0.7,95% CI 0.48—0.92),降低腘绳肌过激活水平。选择性牵伸腘绳肌(强化股二头肌和拉伸半腱肌、半膜肌)在4周干预后显著优于常规全身腘绳肌牵伸,KOOS疼痛子量表组间差异效应量Cohen's d=0.79(95%CI:0.65—1.12),KOOS症状子量表Cohen's d=0.80(95% CI:0.61—1.18),OAKHQOL疼痛子量表Cohen's d=0.79(95%CI:0.58—1.09)[38]。但当前证据质量较低,临床应用时需结合患者个体情况、密切监测疗效,期待未来更多高质量研究提供支持。

临床问题7:是否推荐髋外展肌无力作为KOA发生发展的危险因素?有哪些方法可以对髋外展肌无力进行评估和治疗?

推荐意见7.1:建议将髋外展肌无力作为KOA发展的危险因素。(2D)

推荐原理:髋外展肌群,主要包括臀中肌、臀小肌、阔筋膜张肌和缝匠肌等,对维持躯干稳定、控制下肢运动至关重要[39]。在步态周期中通过外展力矩来稳定骨盆,防止对侧骨盆下降[40]。髋外展肌群无力会导致骨盆失稳,身体重心偏移,从而增加膝关节内侧间室负荷和髋内收力矩,加速膝关节退行性改变[41—44]。髋外展肌群增强能够有效控制骨盆在额状面的运动,防止重力线偏离支撑膝,从而减轻膝关节内侧间室压力[45]。

证据总结:本指南工作组整合现有证据发现[46—49],髋外展肌力量训练可以显著降低疼痛评分(SMD=－0.29,95%CI:－0.54—－0.04)并改善WOMAC功能评分(SMD=－0.54,95%CI: －1.04—－0.08)。meta分析中也发现KOA患者存在髋外展肌无力(SMD=－0.60,95% CI: －1.04—－0.17)[50]。基线髋外展肌力量与2年后的内侧胫股和外侧胫股软骨损伤进展呈负相关(RR=0.95,95%CI:0.84—1.08; RR=0.83,95%CI:0.71—0.98)[51]。这提示髋外展肌力量可能对膝关节软骨起到保护作用,并有助于维持关节功能[51]。但现有证据质量极低,膝外展肌群无力作为危险因素的因果关系尚需更多高质量研究证实。

推荐意见7.2:推荐采用改良的Lovett 13级MMT或器械肌力评定方法评估髋外展肌肌力,必要时可采用手持测力计或等速肌力测试等评定获取更精确的数据。评估时应参考年龄-性别特异性标准值。(1B)

推荐原理：髋外展肌无力可能加剧已患KOA患者的病情进展，准确评估髋外展肌肌力有助于预测KOA进展。MMT操作简便，适用性广；而器械评定则可提供更精确的量化数据，有利于精确评估和随访监测。

证据总结：髋外展肌肌力评估方法包括MMT和器械肌力评定[10]。不同年龄和性别群体的手持测力计评估的正常髋部肌群肌力参考值[11]：50—59岁女性优势侧和非优势侧平均值分别为(208.12±40.36)N和(203.27±38.37)N，男性则分别为(305.97±68.79)N和(298.49±67.64)N；60—69岁女性优势侧和非优势侧降至(192.30±44.11)N和(178.45±41.94)N，男性为(260.02±51.59)N和(265.06±64.18)N；70—79岁女性进一步降至(162.95±36.54)N和(154.66±33.11)N，男性为(251.2±48.64)N和(242.64±48.94)N。髋外展肌等速肌力测试以峰值扭矩(Nm/kg)为核心指标，推荐60°/s角速度进行力量分析，需采用单组测试(3—30次重复)以避免疲劳[12]。临床实践中，建议根据评估目的和医疗机构条件选择合适的评估方法，并定期评估以关注患者肌力的变化趋势。

推荐意见7.3：建议采用针对性NMES、渐进式抗阻运动和WBVT作为改善髋外展肌无力的主要策略。(2C)

推荐原理：髋外展肌力量训练可以降低髋内收力矩，从而减少膝关节内侧间室的负荷，可能减轻疼痛并延缓疾病进展[45]。髋外展肌的激活对于在行走和转移身体重心时维持姿势稳定和平衡至关重要[45,50]。NMES通过直接刺激肌肉收缩、改善神经肌肉募集、促进蛋白质合成、改善本体感觉和减轻疼痛等多重机制来增强肌力[52]。而全身振动训练则通过刺激肌肉纺锤波，影响中枢机制，激活α运动神经元并产生振动强直反射[16—17]；渐进式抗阻训练通过促进肌纤维蛋白质合成、优化神经调控、诱导肌纤维类型转化及增强骨密度，全面提升肌肉力量、耐力和骨骼健康[53—56]。这三种干预措施通过不同的机制相互协同，发挥预防和治疗作用。

证据总结：髋外展肌抗阻训练干预在减轻KOA患者疼痛(SMD=－1.91，95%CI：－2.92—－0.9)和改善功能(SMD=0.70，95%CI：0.25—1.14)方面有显著效果[56—57]。全身振动结合运动治疗可缓解疼痛并提升患者自我报告的功能活动水平(SMD=0.46，95%CI：0.20—0.71；SMD=－0.72，95%CI：－1.14—－0.30)[20—21]。髋外展肌力量训练可使用主观疲劳程度来监测强度，每个肌群8—12次/组，2—3组，每次15—30min，每周锻炼5天，持续12周，可以使用等张、等速、等长，或多种形式综合的肌力训练形式[23]。NMES作为辅助或独立干预手段，可针对性增强髋外展肌力与爆发力。亚运动阈值NMES结合步行训练能显著提升短时程力发力率，提示其对髋外展肌快速力量激活的优化作用[58]。

2.6 髌股关节结构紊乱

临床问题8：是否推荐髌股关节结构紊乱作为KOA发生发展的力学性因素？有哪些方法可以对髌股关节结构紊乱进行评估和治疗？

推荐意见8.1：建议髌骨脱位史为KOA发生发展的力学性因素。(2C)

推荐原理：髌骨是人体内最大的籽骨，与股四头肌和髌腱共同构成复杂的伸肌机制，在增加股四头肌力矩、分散力量和维持关节稳定性方面发挥着重要作用[59]。髌骨脱位是由于外伤、解剖异常以及软组织失衡等多种原因共同作用[60]。髌骨脱位常作为髌股关节不稳定的初始表现，可能导致关节面异常应力分布、股四头肌力线偏移、Q角和髌骨外翻角度增大以及软骨损伤，进而影响膝关节的稳定性和正常功能[61]。尽管髌骨脱位与KOA之间的直接因果关系尚待进一步明确，但从生物力学角度推测，反复的髌骨脱位可能通过软骨损伤、关节生物力学改变、持续炎症反应和肌肉失衡等机制，增加KOA的发生风险[62]。

证据总结：本指南工作组整合现有研究发现，髌骨脱位显著增加了KOA发生的风险(HR=9.70，95%CI：4.65—20.24)[63—64]。另一项病例对照研究结果显示，既往髌骨脱位与髌股关节炎的发生显著相关(OR=3.2，95%CI：1.25—8.18)[65]。髌骨脱位的频率越高，发生软骨损伤和KOA的风险越大[66]。识别和管理好髌骨脱位，特别是对于年轻和骨骼未成熟的患者，可能降低未来发生KOA的风险。

推荐意见8.2：建议采用影像学检查与临床诊断相结合的方法对髌骨脱位进行综合评估。(2B)

推荐原理：影像学检查，能客观量化与髌骨脱位相关的解剖学参数，如胫骨结节-滑车沟距离(tibial tubercle-trochlear groove，TT-TG)、滑车深度、髌骨倾斜角等[67]。临床诊断通过系统的病史询问(如复发性脱位史)和体格检查(如J形征、恐惧试验阳性等)，快速评估患者的临床表现、髌骨稳定性及相关功能障碍，为诊断提供直接的动态和功能性信息。影像学提供解剖结构数据，临床诊断揭示功能状态和症状，两者互为补充，能更全面准确地评估髌骨脱位，为防治提供依据。

证据总结：影像学检查广泛应用TT-TG、滑车深度、髌骨倾斜角、髌骨高度、胫骨结节到后交叉韧带的距离(tibial tubercle to posterior cruciate ligament，TT-PCL)等，但诊断标准尚无统一结论[68—69]。有研究指出，TT-TG正常范围为13.6—20mm、髌骨倾斜角正常范围为11°—20°[70]。一项横断面研究通过MRI评估，髌骨脱位的诊断阈值包括：TT-PCL>15.0mm(敏感性72.0，95%CI：62.1—80.5；特异性75.00，95%CI：65.3—83.1)、TT-TG>21.3mm(敏感性76.0，95%CI：66.4—84.0；特异性 46.00，

95%CI: 36.0—56.3)、滑车深度<4.95mm(敏感性80.00,95%CI: 70.8—87.3; 特异性82.00,95%CI: 73.9—89.0)[71]。另一项研究测得髌骨倾斜角、TT-TG、股骨滑车深度的诊断界值分别为:>10.7°(敏感性93.3%,特异性93.3%)、>9.7mm(敏感性70.0%,特异性86.7%)、<4.5mm(敏感性96.7%,特异性83.3%)[72]。临床诊断包括病史和体格检查。复发性髌骨脱位指既往有一次或多次髌骨外侧脱位史,查体可见膝前疼痛肿胀、股四头肌萎缩、髌骨活动度异常、Q角增大、J形征、髌骨倾斜试验及恐惧试验阳性[73—75]。

推荐意见8.3:建议首次髌骨脱位且无明显骨软骨骨折的患者采用非手术治疗。存在以下情况时建议采用手术治疗:①保守治疗效果不佳;②复发性脱位;③首次脱位伴有骨软骨骨折/游离体。(2B)

推荐原理:首次髌骨脱位且无明显骨软骨骨折时,考虑非手术治疗,建议持续6周至3个月,包括股四头肌训练、股内侧肌特异性训练以及石膏、夹板、支具、肌贴固定等[76—77]。若保守治疗无效、出现复发性脱位或首次脱位伴有骨软骨骨折/游离体,则考虑手术干预。由于髌骨脱位病因复杂,最佳方案需个体化评估,应综合考虑患者的运动需求、解剖畸形程度、韧带松弛程度等因素。手术方式包括内侧髌股韧带(medial patellofemoral ligament,MPFL)重建术、滑车成形术、胫骨结节截骨术、股骨截骨术和联合手术。MPFL重建术是治疗复发性髌骨脱位常用的术式[78];若存在其他显著的骨性结构异常,常需多种术式联合以达到最佳疗效[79—80]。

证据总结:在非手术治疗方面,针对首次髌骨脱位患者的研究表明,股四头肌锻炼组的Lysholm膝关节评分(中位数95.0 vs. 89.0,*P*=0.05)和功能结果均优于股内侧斜肌锻炼组[81]。髌骨稳定支具与不限制运动的膝关节支架,在髌骨脱位再脱位率上无显著差异(34.4% vs. 37.5%,*P*=0.794),但后者功能结果更优[82]。meta分析显示,与非手术治疗相比,手术治疗原发性外侧髌骨脱位在6年内的再脱位率较低(RR 0.40,95%CI: 0.25—0.661),且Kujala评分更高(MD=10.17,95%CI: 1.61—18.74)[83]。MPFL重建术复发率显著低于MPFL修复(OR=0.42,95%CI: 0.07—0.72)和非手术治疗(OR=0.09,95%CI: 0.03—0.32);MP-FL修复导致的复发率也明显低于非手术治疗(OR=0.42,95%CI: 0.25—0.70)[84]。

推荐意见8.4:建议将高位髌骨作为KOA发生发展的力学性因素。(2C)

推荐原理:髌骨的排列和形态与膝关节的运动学和动力学密切相关,矢状位排列异常通常分为高位和低位[85]。高位髌骨患者在膝关节伸展过程中,由于髌骨和滑车之间的接触面积减少,易导致髌骨不稳定、髌股关节对线不良和关节面接触压力增加,从而增加髌骨脱位和软骨加速退变的风险[86]。膝关节屈曲时,高位髌骨不易滑入股骨髁间窝,进一步增大髌股关节间压力,长期较高压力会引起髌骨软骨面磨损,最终导致活动时疼痛进行性加重、膝ROM受限等功能障碍[87]。此外,与高位髌骨相关的较长髌腱可能增加脂肪垫水肿,加重KOA的炎症反应[88]。

证据总结:本指南证据组整合现有研究发现[85—86],高位髌骨与髌股骨髓病变存在显著相关性(OR=2.51,95%CI: 1.84—3.43),且髌骨位置越高,软骨损伤恶化几率越高(OR=3.27,95%CI: 2.24—4.76)。高位髌骨患者发生KOA的风险是髌骨位置正常患者的2.2倍[89]。相比正常人,高位髌骨者发生髌股关节炎结构性损伤恶化的风险显著增加,包括外侧髌股关节软骨损伤(OR=2.4,95%CI: 1.7—3.3)、髌骨骨髓病变进展(OR=2.9,95%CI: 2.0—4.3),以及内侧髌股关节软骨损伤(OR=1.5,95%CI: 1.1—2.0)[90]。

推荐意见8.5:建议高位髌骨导致的KOA使用影像学测量Insall-Salvati(IS)指数进行评估。(2D)

推荐原理:临床实践中常用的髌骨高度测量指标多样,主要包括Insall-Salvati(IS)指数、Blackburne-Peel(BP)指数及Caton-Deschamps(CD)指数等[91]。在膝关节屈曲30°侧位X线片上,IS指数通过髌腱长度与髌骨长度比值评估,正常范围为0.8—1.2[92];BP指数通过髌骨关节面下缘至胫骨平台垂直距离与髌骨关节面长度比值计算,正常值为0.8—1.0[93]。CD指数反映了髌骨下极到胫骨近端前上角距离与髌骨关节面长度之间的比值关系[94]。

证据总结:IS指数和CD指数研究呈现良好至极好的一致性,BP指数仅显示中度至良好一致性[68]。IS指数是唯一在X线、CT和MRI三种成像方式均表现出良好观察者内、间信度的指标,不同成像方式间可靠性为中等至良好,X线与MRI一致性最佳,而其他指标在不同成像方式间一致性仅为差至中度[95]。meta分析证实IS指数在髌骨不稳定预测方面表现更优,较CD指数和BP指数具有更好成像再现性[96]。BP指数和CD指数测量受胫骨后倾角变化影响,在评估胫骨高位截骨术后髌骨高度变化方面存在局限性[93—94]。当IS指数临界值为1.2时,膝关节侧位X线片显示髌股关节炎患病率达73%[97]。

推荐意见8.6:建议对于有症状的高位髌骨患者先进行非手术治疗,效果不佳者视情况进行手术治疗。(2C)

推荐原理:高位髌骨导致髌骨与滑车沟接触延迟,髌骨在更大膝ROM内依赖软组织稳定,增加髌股关节不稳定风险[98]。阶梯化治疗遵循风险效益平衡原则:非手术治疗可通过肌力强化和生物力学优化改善症状;非手术治疗无效时,手术可直接纠正解剖异常,降低髌骨高度,优化髌股关节生物力学[99]。

证据总结：所有高位髌骨患者均应首先接受6周—3个月的物理治疗，包括股四头肌强化、髌骨松动训练、核心和髋外展肌强化，配合动态支具治疗和手法治疗缓解髂胫束紧张[98]。肌肉贴扎通过固定髌骨上缘提供下向力，可能改变髌股关节接触面积并减轻功能活动疼痛[100]。上述非手术治疗方法效果不佳者，视情况进行手术治疗。胫骨结节截骨远端化（tibial tubercleosteotomy with distalization，TTO-d）可有效降低髌骨高位，76.8%的患者术后获得良好的髌骨稳定性[101]。TTO-d距离通常为8—10mm[102]，可根据需要联合内移胫骨结节以纠正TT-TG距离异常[103—104]，常需同期行内侧髌股韧带重建以获得最佳疗效[101]。

参考文献

[1] Chen W，Li C，Wang Y，et al. Comparison of the asymmetries in muscle mass，biomechanical property and muscle activation asymmetry of quadriceps femoris between patients with unilateral and bilateral knee osteoarthritis [J]. Front Physiol，2023，14：1126116.

[2] Øiestad BE，Juhl CB，Eitzen I，et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis：A systematic review and meta-analysis [J]. Osteoarthritis Cartilage，2015，23(2)：171—177.

[3] Tayfur B，Charuphongsa C，Morrissey D，et al. Neuromuscular joint function in knee osteoarthritis：A systematic review and meta-analysis [J]. Ann Phys Rehabil Med，2023，66(2)：101662.

[4] Øiestad BE，Juhl CB，Culvenor AG，et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for the development of knee osteoarthritis：an updated systematic review and meta-analysis including 46 819 men and women [J]. Br J Sports Med，2022，56(6)：349—355.

[5] Gong Z，Li J，He Z，et al. Quadriceps strength is negatively associated with knee joint structural abnormalities-data from osteoarthritis initiative [J]. BMC Musculoskelet Disord，2022，23(1)：784.

[6] Culvenor AG，Segal NA，Guermazi A，et al. Sex-specific influence of quadriceps weakness on worsening patellofemoral and tibiofemoral cartilage damage：a prospective cohort study [J]. Arthritis Care Res (Hoboken)，2019，71(10)：1360—1365.

[7] Chin C，Sayre EC，Guermazi A，et al. Quadriceps weakness and risk of knee cartilage loss seen on magnetic resonance imaging in a population-based cohort with knee pain [J]. J Rheumatol，2019，46(2)：198—203.

[8] Tanja B，Inge K，Andrea G，et al. Validation of the comprehensive ICF core set for osteoarthritis：the perspective of physical therapists [J]. Physiotherapy，2011，97(1)：3—16.

[9] Dreinhöfer K，Stucki G，Ewert T，et al. ICF Core Sets for osteoarthritis [J]. J Rehabil Med，2004，44(Suppl)：75—80.

[10] 中华医学会物理医学与康复学分会，四川大学华西医院.中国膝骨关节炎康复治疗指南(2023版) [J]. 中国循证医学杂志，2024，24(1)：1—14.

[11] Poliana DAB，Larissa TA，Brito SAF，et al. Reference values for muscle strength：a systematic review with a descriptive meta-analysis [J]. Braz J Phys Ther，2018，22(5)：355—369.

[12] Schindler I，Pontes SS，Bertoni MBM，et al. A systematic review of isokinetic muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender [J]. Sports Health，2023，15(3)：328—332.

[13] Trevor SB，Emily NA，Francisca CCC，et al. Utilizing physiological principles of motor unit recruitment to reduce fatigability of electrically-evoked contractions：a narrative review [J]. Arch Phys Med Rehabil，2018，99(4)：779—791.

[14] Loenneke JP，Kim D，Fahs CA，et al. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation [J]. Muscle Nerve，2015，51(5)：713—721.

[15] Centner C，Jerger S，Lauber B，et al. Similar patterns of tendon regional hypertrophy after low-load blood flow restriction and high-load resistance training [J]. Scand J Med Sci Sports，2023，33(6)：848—856.

[16] Maria PE，Ca LUDNL，Gianluca C，et al. Effects of early whole-body vibration treatment on knee neuromuscular function and postural control after anterior cruciate ligament reconstruction：A randomized controlled trial [J]. J Rehabil Med，2016，48(10)：880—886.

[17] Zaidell LN，Mileva KN，Sumners DP，et al. Experimental evidence of the tonic vibration reflex during whole-body vibration of the loaded and unloaded leg [J]. PLoS One，2013，8(12)：e85247.

[18] Fabero-Garrido R，Gragera-Vela M，Del Corral T，et al. Effects of low-load blood flow restriction resistance training on muscle strength and hypertrophy compared with traditional resistance training in healthy adults older than 60 years：systematic review and meta-analysis [J]. J Clin Med，2022，11(24)：7389.

[19] Van Cant J, Dawe-Coz A, Aoun E, et al. Quadriceps strengthening with blood flow restriction for the rehabilitation of patients with knee conditions: A systematic review with meta-analysis [J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2020, 33(4): 529—544.

[20] Qiu CG, Chui CS, Chow SKH, et al. Effects of whole-body vibration therapy on knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Rehabil Med, 2022, 54: jrm00266.

[21] Wang P, Yang X, Yang Y, et al. Effects of whole body vibration on pain, stiffness and physical functions in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Rehabil, 2015, 29(10): 939—951.

[22] Novak S, Guerron G, Zou Z, et al. New Guidelines for electrical stimulation parameters in adult patients with knee osteoarthritis based on a systematic review of the current literature [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2020, 99(8): 682—628.

[23] Brosseau L, Taki J, Desjardins B, et al. The Ottawa panel clinical practice guidelines for the management of knee osteoarthritis. Part two: strengthening exercise programs [J]. Clin Rehabil, 2017, 31(5): 596—611.

[24] Astephen Wilson JL, Stanish WD, Hubley-Kozey CL. Asymptomatic and symptomatic individuals with the same radiographic evidence of knee osteoarthritis walk with different knee moments and muscle activity [J]. J Orthop Res, 2017, 35(8): 1661—1670.

[25] Hatfield GL, Costello KE, Astephen Wilson JL, et al. Association between knee joint muscle activation and knee joint moment patterns during walking in moderate medial compartment knee osteoarthritis: implications for secondary prevention [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2021, 102(10): 1910—1907.

[26] Hirose N, Kagaya Y, Tsuruike M. The task dependent differences in electromyography activity of hamstring muscles during leg curls and hip extensions [J]. PLoS One, 2021, 16(2): e0245838.

[27] Robbins SM, Morelli M, Martineau PA, et al. A comparison of muscle activation and knee mechanics during gait between patients with non-traumatic and post-traumatic knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2019, 27(7): 1033—1042.

[28] Anjum N, Sheikh RK, Omer A, et al. Comparison of instrument-assisted soft tissue mobilization and proprioceptive neuromuscular stretching on hamstring flexibility in patients with knee osteoarthritis [J]. Peer J, 2023, 11: e16506.

[29] Nafees K, Baig AAM, Ali SS, et al. Dynamic soft tissue mobilization versus proprioceptive neuromuscular facilitation in reducing hamstring muscle tightness in patients with knee osteoarthritis: a randomized control trial [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 447.

[30] Mohamed YE, Abd-Alkareem DS, Balbaa AEA, et al. Effects of combined taping of quadriceps and hamstring muscles on pain and disability in patients with knee osteoarthritis: Randomized assessor-blinded controlled study [J]. Int J Osteopath Med, 2023, 50: 8.

[31] Dell'isola A, Wirth W, Steultjens M, et al. Knee extensor muscle weakness and radiographic knee osteoarthritis progression [J]. Acta Orthop, 2018, 89(4): 406—411.

[32] Baert IA, Mahmoudian A, Nieuwenhuys A, et al. Proprioceptive accuracy in women with early and established knee osteoarthritis and its relation to functional ability, postural control, and muscle strength [J]. Clin Rheumatol, 2013, 32(9): 1365—1374.

[33] Murphy MT, Wang N, Felson DT, et al. Association between hamstring coactivation during isokinetic quadriceps strength testing and knee cartilage worsening over 24 months [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2022, 30(6): 823—831.

[34] Hatfield GL, Costello KE, Astephen Wilson JL, et al. Baseline gait muscle activation patterns differ for osteoarthritis patients who undergo total knee arthroplasty five to eight years later from those who do not [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2021, 73(4): 549—558.

[35] Cheatham SW, Lee M, Cain M, et al. The efficacy of instrument assisted soft tissue mobilization: a systematic review [J]. J Can Chiropr Assoc, 2016, 60(3): 200—211.

[36] Markovic G. Acute effects of instrument assisted soft tissue mobilization vs. foam rolling on knee and hip range of motion in soccer players [J]. J Bodyw Mov Ther, 2015, 19(4): 690—696.

[37] Hindle KB, Whitcomb TJ, Briggs WO, et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): Its mechanisms and effects on range of motion and muscular function [J]. J Hum Kinet, 2012, 31: 105—113.

[38] Mamipour H, Negahban H, Zeinalzadeh A, et al. Comparing selective and general hamstring stretching and strengthening for pain, disability, and quality of life in patients with primary knee osteoarthritis and varus deformity: A randomized clinical trial [J]. Physiother Theory Pract, 2025, 41(6): 1203—1212.

[39] Flack NA, Nicholson HD, Woodley SJ. A review of the anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata [J]. Clin Anat, 2012, 25(6): 697—708.

[40] Moisio K, Colbert C, Almagor O, et al. Sagittal plane hip motion during gait and function and disability in knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis and Cartilage, 2011, 19: S50—S51.
[41] Rutherford DJ, Hubley-Kozey C, Stanish W. Hip abductor function in individuals with medial knee osteoarthritis: Implications for medial compartment loading during gait [J]. Clin Biomech (Bristol), 2014, 29(5): 545—550.
[42] Costa RA, Oliveira LM, Watanabe SH, et al. Isokinetic assessment of the hip muscles in patients with osteoarthritis of the knee [J]. Clinics (Sao Paulo), 2010, 65(12): 1253—1259.
[43] Lun V, Marsh A, Bray R, et al. Efficacy of hip strengthening exercises compared with leg strengthening exercises on knee pain, function, and quality of life in patients with knee osteoarthritis [J]. Clin J Sport Med, 2015, 25(6): 509—517.
[44] Hinman RS, Hunt MA, Creaby MW, et al. Hip muscle weakness in individuals with medial knee osteoarthritis [J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2010, 62(8): 1190—1193.
[45] Chang A, Hayes K, Dunlop D, et al. Hip abduction moment and protection against medial tibiofemoral osteoarthritis progression [J]. Arthritis Rheum, 2005, 52(11): 3515—3519.
[46] Bennell KL, Hunt MA, Wrigley TV, et al. Hip strengthening reduces symptoms but not knee load in people with medial knee osteoarthritis and varus malalignment: a randomised controlled trial [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2010, 18(5): 621—628.
[47] Peixoto Leão Almeida G, Oliveira Monteiro I, Larissa Azevedo Tavares M, et al. Hip abductor versus adductor strengthening for clinical outcomes in knee symptomatic osteoarthritis: A randomized controlled trial [J]. Musculoskelet Sci Pract, 2022, 61: 102575.
[48] Qiu J, Zhou T, Jin H, et al. Effect of adding hip exercises to general rehabilitation treatment of knee osteoarthritis on patients' physical functions: a randomized clinical trial [J]. BMC Sports Sci Med Rehabil, 2023, 15(1): 158.
[49] Wang J, Xie Y, Wang L, et al. Hip abductor strength-based exercise therapy in treating women with moderate-to-severe knee osteoarthritis: a randomized controlled trial [J]. Clin Rehabil, 2020, 34(2): 160—169.
[50] Deasy M, Leahy E, Semciw AI. Hip strength deficits in people with symptomatic knee osteoarthritis: a systematic review with meta-analysis [J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2016, 46(8): 629—639.
[51] Chang AH, Chmiel JS, Almagor O, et al. Hip muscle strength and protection against structural worsening and poor function and disability outcomes in knee osteoarthritis [J]. Osteoarthritis Cartilage, 2019, 27(6): 885—894.
[52] Doucet BM, Lam A, Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function [J]. Yale J Biol Med, 2012, 85(2): 201—215.
[53] Damas F, Libardi CA, Ugrinowitsch C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis [J]. Eur J Appl Physiol, 2018, 118(3): 485—500.
[54] Wernbom M, Augustsson J, Thomeé R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans [J]. Sports Med, 2007, 37(3): 225—264.
[55] Herda TJ. Resistance exercise training and the motor unit [J]. Eur J Appl Physiol, 2022, 122(9): 2019—2035.
[56] Wernbom M, Aagaard P. Muscle fibre activation and fatigue with low-load blood flow restricted resistance exercise-An integrative physiology review [J]. Acta Physiol (Oxf), 2020, 228(1): e13302.
[57] Thomas DT, Shruthi R, Prabhakar AJ, et al. Hip abductor strengthening in patients diagnosed with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 622.
[58] Takeda K, Koyama S, Shomoto K, et al. Modulation of the rate of force development in hip abductor muscles by neuromuscular electrical stimulation during gait [J]. Somatosens Mot Res, 2020, 37(1): 1—5.
[59] Gupton M, Imonugo O, Black AC, et al. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee [M]. StatPearls. Treasure Island: StatPearls Publishing LLC. 2025.
[60] Bulgheroni E, Vasso M, Losco M, et al. Management of the first patellar dislocation: a narrative review [J]. Joints, 2019, 7(3): 107—114.
[61] Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, et al. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3 [J]. Br J Sports Med, 2017, 51(24): 1713—1723.
[62] Parikh SN, Lykissas MG, Gkiatas I. Predicting risk of recurrent patellar dislocation [J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2018, 11(2): 253—260.
[63] Sanders TL, Pareek A, Hewett TE, et al. High rate of recurrent patellar dislocation in skeletally immature patients: a long-term

population-based study [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc，2018，26(4)：1037—1043.

[64] Sanders TL，Pareek A，Johnson NR，et al. Patellofemoral arthritis after lateral patellar dislocation：a matched population-based analysis [J]. Am J Sports Med，2017，45(5)：1012—1017.

[65] Conchie H，Clark D，Metcalfe A，et al. Adolescent knee pain and patellar dislocations are associated with patellofemoral osteoarthritis in adulthood：A case control study [J]. Knee，2016，23(4)：708—711.

[66] Vollnberg B，Koehlitz T，Jung T，et al. Prevalence of cartilage lesions and early osteoarthritis in patients with patellar dislocation [J]. Eur Radiol，2012，22(11)：2347—2356.

[67] Thakkar RS，Del Grande F，Wadhwa V，et al. Patellar instability：CT and MRI measurements and their correlation with internal derangement findings [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc，2016，24(9)：3021—3028.

[68] Geraghty L，Humphries D，Fitzpatrick J. Assessment of the reliability and validity of imaging measurements for patellofemoral instability：an updated systematic review [J]. Skeletal Radiol，2022，51(12)：2245—2256.

[69] Barbosa RM，da Silva MV，Macedo CS，et al. Imaging evaluation of patellofemoral joint instability：a review [J]. Knee Surg Relat Res，2023，35(1)：7.

[70] Danielsen O，Poulsen TA，Eysturoy NH，et al. Trochlea dysplasia，increased TT-TG distance and patella alta are risk factors for developing first-time and recurrent patella dislocation：a systematic review [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc，2023，31(9)：3806—3846.

[71] Friedman MV，Hillen TJ，Misra S，et al. Quantitative variable assessment of patellar instability：An MRI-based study [J]. Am J Roentgenol，2020，215(5)：1163—1170.

[72] 刘丽思，袁慧书. 轻度屈膝位MRI横断面测量指标对复发性髌骨脱位的诊断价值 [J]. 中国医学影像学杂志，2020，28(6)：451—455.

[73] Best MJ，Tanaka MJ，Demehri S，et al. Accuracy and reliability of the visual assessment of patellar tracking [J]. Am J Sports Med，2020，48(2)：370—375.

[74] Rogers DL，Cosgarea AJ. Evaluating patellofemoral patients：physical examination，radiographic imaging，and measurements [J]. Clin Sports Med，2022，41(1)：1—13.

[75] Abelleyra Lastoria DA，Kenny B，Dardak S，et al. Is the patella apprehension test a valid diagnostic test for patellar instability? A systematic review [J]. J Orthop，2023，42：54—62.

[76] Liu JN，Steinhaus ME，Kalbian IL，et al. Patellar instability management：a survey of the international patellofemoral study group [J]. Am J Sports Med，2018，46(13)：3299—3306.

[77] Moiz M，Smith N，Smith T O，et al. Clinical outcomes after the nonoperative management of lateral patellar dislocations：a systematic review [J]. Orthop J Sports Med，2018，6(6)：2325967118766275.

[78] Fang M，Cai Z，Pan L，et al. Surgical treatment of patellar dislocation：A network meta-analysis of randomized control trials and cohort studies [J]. Front Surg，2023，10：1003796.

[79] Ren B，Zhang X，Zhang L，et al. Isolated trochleoplasty for recurrent patellar dislocation has lower outcome and higher residual instability compared with combined MPFL and trochleoplasty：a systematic review [J]. Arch Orthop Trauma Surg，2019，139(11)：1617—1624.

[80] Aicale R，Maffulli N. Combined medial patellofemoral and medial patellotibial reconstruction for patellar instability：a PRISMA systematic review [J]. J Orthop Surg Res，2020，15(1)：529.

[81] Smith TO，Chester R，Cross J，et al. Rehabilitation following first-time patellar dislocation：a randomised controlled trial of purported vastus medialis obliquus muscle versus general quadriceps strengthening exercises [J]. Knee，2015，22(4)：313—320.

[82] Honkonen EE，Sillanpää PJ，Reito A，et al. A randomized controlled trial comparing a patella-stabilizing，motion-restricting knee brace versus a neoprene nonhinged knee brace after a first-time traumatic patellar dislocation [J]. Am J Sports Med，2022，50(7)：1867—1875.

[83] Pagliazzi G，Napoli F，Previtali D，et al. A meta-analysis of surgical versus nonsurgical treatment of primary patella dislocation [J]. Arthroscopy，2019，35(8)：2469—2481.

[84] Hurley ET，Colasanti CA，Anil U，et al. Management of patellar instability：a network meta-analysis of randomized control trials [J]. Am J Sports Med，2022，50(9)：2561—2567.

[85] Stefanik JJ，Guermazi A，Zhu Y，et al. Quadriceps weakness，patella alta，and structural features of patellofemoral osteoarthritis

[J]. Arthritis Care Res（Hoboken），2011，63(10)：1391—1397.

[86] Haj-Mirzaian A，Guermazi A，Pishgar F，et al. Association of patella alta with worsening of patellofemoral osteoarthritis-related structural damage：data from the Osteoarthritis Initiative [J]. Osteoarthritis Cartilage，2019，27(2)：278—285.

[87] 谢兴文，顾玉彪，李宁，等. 高位髌骨对髌股关节炎发生的影响及研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志，2014，22：47—49.

[88] Widjajahakim R，Roux M，Jarraya M，et al. Relationship of trochlear morphology and patellofemoral joint alignment to superolateral Hoffa fat pad edema on MR images in individuals with or at risk for osteoarthritis of the knee：The MOST study [J]. Radiology，2017，284(3)：806—814.

[89] Wang Y，Lu J，Wang Z，et al. The association between patella alignment and morphology and knee osteoarthritis [J]. J Orthop Surg Res，2024，19(1)：509.

[90] Stefanik JJ，Zhu Y，Zumwalt AC，et al. Association between patella alta and the prevalence and worsening of structural features of patellofemoral joint osteoarthritis：the multicenter osteoarthritis study [J]. Arthritis Care Res（Hoboken），2010，62(9)：1258—1265.

[91] Kurien T，East J，Mandalia V. The effects of open wedge high tibial osteotomy for knee osteoarthritis on the patellofemoral joint. A systematic review [J]. Knee，2023，40：201—219.

[92] 程静波，李超，冯明利. 开放式楔形胫骨高位截骨术对髌骨位置的影响 [J]. 中国骨与关节损伤杂志，2019，34(4)：443—445.

[93] 张鑫，苗巍，张之智. 全膝关节置换术治疗伴有高位髌骨的重度骨性关节炎 [J]. 临床外科杂志，2018，26(5)：374—376.

[94] LaPrade RF，Oro FB，Ziegler CG，et al. Patellar height and tibial slope after opening-wedge proximal tibial osteotomy：a prospective study [J]. Am J Sports Med，2010，38(1)：160—170.

[95] Verhulst FV，van Sambeeck JDP，Olthuis GS，et al. Patellar height measurements：Insall-Salvati ratio is most reliable method [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc，2020，28(3)：869—875.

[96] White AE，Otlans PT，Horan DP，et al. Radiologic measurements in the assessment of patellar instability：a systematic review and meta-analysis [J]. Orthop J Sports Med，2021，9(5)：2325967121993179.

[97] Lee H，Fletcher C，Hartwell M，et al. Effect of patellofemoral arthroplasty on patellar height in patients with patellofemoral osteoarthritis [J]. J Knee Surg，2023，36(12)：1283—1288.

[98] Pauyo T，Park JP，Bozzo I，et al. Patellofemoral instability part I：evaluation and nonsurgical treatment [J]. J Am Acad Orthop Surg，2022，30(22)：e1431—e42.

[99] Han SB，Bae JH，Lee SJ，et al. Biomechanical properties of a new anatomical locking metal block plate for opening wedge high tibial osteotomy：uniplane osteotomy [J]. Knee Surg Relat Res，2014，26(3)：155—161.

[100] Holtzman GW，Harris-Hayes M. Treatment of patella alta with taping，exercise，mobilization，and functional activity modification：a case report [J]. Physiother Theory Pract，2012，28(1)：71—83.

[101] Tan SHS，Ngiam EHK，Lim JY，et al. Surgical management of patella alta in patellofemoral instability：a systematic review and meta-analysis [J]. Orthop J Sports Med，2021，9(4)：2325967121999642.

[102] Leite CBG，Santos TP，Giglio PN，et al. Tibial tubercle osteotomy with distalization is a safe and effective procedure for patients with patella alta and patellar instability [J]. Orthop J Sports Med，2021，9(1)：2325967120975101.

[103] Sherman SL，Erickson BJ，Cvetanovich GL，et al. Tibial tuberosity osteotomy：indications，techniques，and outcomes [J]. Am J Sports Med，2014，42(8)：2006—2017.

[104] Caton JH，Dejour D. Tibial tubercle osteotomy in patello-femoral instability and in patellar height abnormality [J]. Int Orthop，2010，34(2)：305—309.