



青少年急性膝关节创伤性骨髓异常与创伤机制及软组织损伤的关系

刘玉¹, 王燎¹, 刘晓娜², 周燕², 高维青¹, 曾勇³, 李开成^{1,3*}

摘要:目的:初步探讨青少年急性膝关节创伤性骨髓异常与创伤机制及软组织损伤的关系。方法:回顾性分析69例青少年急性膝关节损伤患者的临床及影像学资料。通过膝关节磁共振成像(MRI)评估创伤性骨髓异常的部位及前交叉韧带、后交叉韧带、内侧副韧带、外侧副韧带及内、外侧支持带等软组织的损伤,根据临床资料汇总创伤机制。结果:69例患者包括19例轴移损伤,17例髌骨外侧脱位,12例过伸伤,11例外翻损伤和10例仪表盘损伤。轴移损伤引起创伤性骨髓异常部位多位于股骨外侧髁后区(94.7%)、股骨外侧髁前区(84.2%)和胫骨外侧平台后区(78.9%),常伴有前交叉韧带撕裂(94.7%)。髌骨外侧脱位多位于髌骨(100%)、股骨外侧髁后区(100%)和股骨外侧髁前区(94.1%),常伴有内侧支持带撕裂(88.2%)。过伸伤主要累及胫骨内侧平台前区(83.3%)、胫骨外侧平台前区(75%)和股骨内侧髁前区(66.7%),常伴有前交叉韧带(91.7%)和后交叉韧带损伤(58.3%)。外翻损伤主要累及股骨,包括股骨外侧髁后区(72.7%)、股骨外侧髁前区(54.5%)和股骨内侧髁前区(45.5%),常伴有内侧副韧带损伤(90.9%)。仪表盘损伤主要累及胫骨,包括胫骨外侧平台前区(100%)、胫骨内侧平台前区(90%),常伴有后交叉韧带损伤(70%)。结论:青少年急性膝关节创伤性骨髓异常在MRI上的分布代表了特定的创伤机制的足迹,并能够精准地预测特定的软组织损伤。

关键词:青少年;膝关节;创伤性骨髓异常;创伤机制;磁共振成像

中图分类号:804.5 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2017)06-0060-07

DOI:10.12064/ssr.20170609

Relationship between Traumatic Bone Marrow Abnormality and Trauma Mechanism and Soft Tissue Injury in Adolescents with Acute Knee Joint Injury

LIU Yu¹, WANG Liao¹, LIU Xiaona², ZHOU Yan², GAO Weiqing¹, ZENG Yong³, LI Kaicheng^{1,3*}

(1.Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200011, China; 2.Yantai Affiliated Hospital of Binzhou Medical University, Shandong 264100, China; 3. Hainan West Central Hospital, Hainan 571700, China)

Abstract: Objective: To investigate the relationship between traumatic bone marrow abnormalities and the mechanism of trauma and soft tissue injury in adolescents with acute knee joint injury. Method: The clinical and imaging data of 69 adolescents with acute knee joint injuries were analyzed retrospectively. The position of traumatic bone marrow abnormalities, anterior and posterior cruciate ligaments, medial and lateral collateral ligaments, medial and lateral retinacula injuries of knee joint were evaluated by MRI. And the trauma mechanism was collected according to the clinical

收稿日期:2017-10-20

基金项目:国家自然科学基金(81401455);上海市体育局2014年科技综合计划项目(14ZH002)。

第一作者简介:刘玉,女,博士,主治医师。主要研究方向:骨关节运动医学的影像学技术、诊断;腹部疾病的影像学诊断及鉴别诊断。

E-mail:yliu9y@126.com。

*通讯作者:李开成,男,主任医师,现任上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科副主任,海南西部中心医院放射科主任。

主要研究方向:骨关节运动医学的影像学技术、诊断及鉴别诊断。E-mail:likaicheng128@163.com

作者单位:1.上海交通大学医学院附属第九人民医院,上海,200011;2.滨州医学院烟台附属医院,山东,264100;

3.海南西部中心医院,海南,571700。



cal data. SPSS 13 chi-square test was used for statistical analysis, and $P < 0.05$ was statistically different. Result: 69 patients, including 19 with pivot shift, 17 with lateral patellar dislocation, 12 with hyperextension, 11 with valgus injury and 10 with dashboard injury, were taken as the subjects. Traumatic bone marrow abnormality caused by pivot shift is mainly in the posterior parts of lateral femoral condyle (94.7%), anterior parts of lateral femoral condyle (84.2%) and posterior parts of lateral tibial plateau (78.9%), often accompanied by anterior cruciate ligament tears (94.7%). Abnormality in lateral patellar dislocation is found in patella (100%), posterior parts of lateral femoral condyle (100%) and anterior parts of the lateral femoral condyle (94.1%), often with medial retinacula injuries (88.2%). Hyperextension injury includes anterior parts of medial tibial plateau (83.3%), lateral tibial plateau (75%) and medial femoral condyle (66.7%), often associated with anterior cruciate ligament (91.7%) and posterior cruciate ligament injuries (58.3%). Valgus injury mainly links with femur, including posterior parts of lateral femoral condyle (72.7%), anterior parts of lateral femoral condyle (54.5%) and anterior parts of medial femoral condyle (45.5%), often accompanied by medial collateral ligament injuries (90.9%). Dashboard injury mainly involves tibia, including anterior parts of lateral tibial plateau (100%) and medial tibial plateau (90%), and often with posterior cruciate ligament injuries (70%). Conclusion: The distribution of traumatic bone marrow abnormality on MRI in adolescents with acute knee joint injuries represents a footprint of specific traumatic mechanism and can be used to predict accurately the presence of specific soft tissue injuries.

Key Words: adolescent; knee joint; traumatic bone marrow abnormality; trauma mechanism; magnetic resonance imaging

膝关节是人体的一个重要的承重关节,在肢体活动或站立时维持活动性、稳定性和平衡性。膝关节骨及软组织共同参与维持它的功能,如果膝关节暴露超出其生理范围的力量时,骨骼或软组织就有出现损伤的危险^[1]。急性膝关节损伤是膝关节骨及软组织损伤的一个常见原因。骨损伤可能是由直接打击、邻近骨撞击力或撕脱伤中的牵引力导致的。创伤性骨髓异常就像是骨损伤之后留下的脚印,会反映创伤的机制^[2]。对于急性膝关节损伤的影像学检查方法,X线及计算机体层摄影(Computed Tomography, CT)主要是用于诊断骨折,无法用于创伤性骨髓异常的评估。磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)是评估创伤性骨髓异常及软组织损伤的重要成像方法^[3]。典型的创伤性骨髓异常在MRI上表现为形态不规则的斑片状T1加权像(T1 Weighted Image, T1WI)低信号,T2加权像(T2 Weighted Image, T2WI)压脂及质子密度加权像(Proton Density Weighted Image, PDWI)高信号,其相对应的病理基础为出血、水肿及骨小梁微小骨折^[4]。同时MRI可以清晰地显示关节内及关节周围软组织的损伤情况,常表现为连续性及信号的异常。通过MRI研究创伤性骨髓异常的分布,分析骨髓异常的部位与创伤机制的关系,并由此预测可能存在的相

关软组织损伤。

1 对象与方法

1.1 对象

回顾性分析2014年9月—2017年9月期间就诊上海交通大学医学院附属第九人民医院的青少年急性膝关节损伤患者168名,其中69名患者接受了膝关节MRI检查并且临床资料完善。69名患者中男性51名,女性18名,年龄11~25岁,平均年龄(17.1±3.17)岁,中位数17岁。由一名骨科医生对患者的临床资料进行回顾性分析,包括急性膝关节损伤的原因、损伤机制和损伤与MRI检查的时间间隔,其中损伤机制分为5类:轴移损伤、外翻损伤、过伸伤、仪表盘损伤及髌骨外侧脱位^[5]。

1.2 MR检查方法

所有患者均用膝关节MRI 3.0T MR扫描仪(MAGNETOM Verio; SIEMENS; Germany)进行检查,使用膝关节专用线圈,患者仰卧位,脚先进,扫描序列包括:矢状位T1WI快速自旋回波(Turbo Spin Echo, TSE)序列;PDWI-TSE序列;冠状位T2WI-TSE脂肪抑制序列;轴位T2WI-TSE序列。各序列扫描参数见表1。



表 1 MRI 膝关节各序列扫描参数

Table I Sequential Scanning Parameters of the Knee Joints by MRI

| 序列参数 | PDW-TSE | T1W-TSE | T2W fs-TSE | T2W-TSE |
|---------------|---------|---------|------------|---------|
| 方位 | 矢状位 | 矢状位 | 冠状位 | 轴位 |
| TR/s | 3800 | 790 | 5070 | 4000 |
| TE/s | 34 | 8.7 | 117 | 83 |
| 回波链长度 | 14 | 3 | 16 | 11 |
| 层厚/mm | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 层间距/mm | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 视野/cm | 16×16 | 16×16 | 16×16 | 17×17 |
| 矩阵 | 240×320 | 288×384 | 240×320 | 192×320 |
| 翻转角度/° | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 带宽/(Hz/pixel) | 260 | 241 | 220 | 244 |

注:快速自旋回波序列 TSE= Turbo Spin Echo; 脂肪抑制 fs=fat saturated; 重复时间 TR=Time Repetition; 回波时间 TE=Time Echo

1.3 MRI 图像分析

两名放射科医生(一名正高级放射科医生,专注于骨关节系统医学影像学 30 年;一名主治医师,有 9 年的医学影像学工作经验)在不知道 MRI 原始报告和临床资料的情况下,评估急性膝关节损伤患者的影像学资料,意见不一致时共同商议决定。创伤性骨髓异常分别在冠状位 T2W fs-TSE 序列和矢状位 PDW-TSE 序列图像上评估,冠状位 T2W fs-TSE 序列上沿着股骨及胫骨长轴中心线区分股骨内外侧髌和胫骨内外侧平台,矢状位 PDW-TSE 序列上沿着股骨及胫骨长轴中心线区分前后区,轴位 T2W-TSE 序列用于解剖定位。膝关节分为 9 解剖区域:股骨内侧髌前区、股骨内侧髌后区、股骨外侧髌前区、股骨外侧髌后区、胫骨内侧平台前区、胫骨内侧平台后区、胫骨外侧平台前区、胫骨外侧平台后区及髌骨。此外,相关软组织损伤涉及以下的解剖结构:前交叉韧带(Anterior Cruciate Ligament, ACL)、后交叉韧带(Posterior Cruciate Ligament, PCL)、内侧副韧带(Medial Collateral Ligament, MCL)、外侧副韧带(Lateral Collateral Ligament, LCL)、内侧支持带(Medial Retinacula, MR)、外侧支持带(Lateral Retinacula, LR)、内侧半月板(Medial Menisci, MM)和外侧半月板(Lateral Menisci, LM)。根据已经公布的标准韧带或支持带异常被定义为部分或完全联系性中断或信号强度改变^[6],半月板异常定义为信号强度增加、延伸至关节面至少 2 个连续层面、半月板形态或位置异常^[7]。

1.4 统计学处理

采用 IBM SPSS 13.0 统计分析软件,创伤性骨髓异常部位与创伤机制及相关的软组织损伤的关系

通过卡方检验分析构成比及差异, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床资料

69 例青少年急性膝关节损伤患者,19 例轴移损伤,17 例髌骨外侧脱位,12 例过伸损伤,11 例外翻损伤和 10 例仪表盘损伤。损伤的原因包括:滑倒 19 例,扭伤 16 例,足球 15 例,慢跑 12 例,楼梯上跌落 6 例,滑雪 1 例。患者在伤后(4.5±1.45) d(中位数,4 d,范围 1~7 d)内接受了膝关节 MRI 检查。

2.2 创伤性骨髓异常的部位

19 例轴移损伤累及 67 个骨髓异常部位,17 例髌骨外侧脱位累及 58 个部位,12 例过伸损伤累及 60 个部位,11 例外翻损伤累及 31 个部位和 10 例仪表盘损伤累及 31 个部位。最常见的 3 个创伤性骨髓异常的部位为:股骨外侧髌后区(N=49),股骨外侧髌前区(N=44)和胫骨外侧平台后区(N=33)。

2.3 创伤机制与创伤性骨髓异常(表 2)和软组织损伤(表 3)的关系

表 2 创伤机制与创伤性骨髓异常的关系

Table II Relations between Trauma Mechanism and Traumatic Bone Marrow Abnormality

| 部位 | 轴移损伤(N=19) | 髌骨外侧脱位(N=17) | 过伸伤(N=12) | 外翻伤(N=11) | 仪表盘损伤(N=10) | P |
|----|------------|--------------|-----------|-----------|-------------|--------|
| 股骨 | 3/19 | 2/17 | 8/12 | 5/11 | 0/10 | 0.001 |
| 内前 | (15.8%) | (11.8%) | (66.7%) | (45.5%) | (0%) | |
| 股骨 | 4/19 | 1/17 | 6/12 | 4/11 | 0/10 | |
| 内后 | (21.1%) | (5.9%) | (50%) | (36.4%) | (0%) | |
| 股骨 | 16/19 | 16/17 | 6/12 | 6/11 | 0/10 | <0.001 |
| 外前 | (84.2%) | (94.1%) | (50%) | (54.5%) | (0%) | |
| 股骨 | 18/19 | 17/17 | 6/12 | 8/11 | 0/10 | |
| 外后 | (94.7%) | (100%) | (50%) | (72.7%) | (0%) | |
| 胫骨 | 1/19 | 1/17 | 10/12 | 2/11 | 9/10 | <0.001 |
| 内前 | (5.3%) | (5.9%) | (83.3%) | (18.2%) | (90%) | |
| 胫骨 | 5/19 | 0/17 | 7/12 | 1/11 | 5/10 | |
| 内后 | (26.3%) | (0%) | (58.3%) | (9.1%) | (50%) | |
| 胫骨 | 2/19 | 1/17 | 9/12 | 0/11 | 10/10 | <0.001 |
| 外前 | (10.5%) | (5.9%) | (75%) | (0%) | (100%) | |
| 胫骨 | 15/19 | 3/17 | 7/12 | 3/11 | 5/10 | |
| 外后 | (78.9%) | (17.6%) | (58.3%) | (27.3%) | (50%) | |
| 髌骨 | 3/19 | 17/17 | 1/12 | 2/11 | 2/10 | <0.001 |
| | (15.8%) | (100%) | (8.3%) | (18.2%) | (20%) | |

注:股骨内前=股骨内侧髌前区;股骨内后=股骨内侧髌后区;股骨外前=股骨外侧髌前区;股骨外后=股骨外侧髌后区;胫骨内前=胫骨内侧平台前区;胫骨内后=胫骨内侧平台后区;胫骨外前=胫骨外侧平台前区;胫骨外后=胫骨外侧平台后区



表 3 创伤机制与特定的软组织损伤之间的关系

Talbe III Relations between Trauma Mechanism and Specific Soft Tissue Injuries

| 部位 | 轴移 损伤 (N=19) | 髌骨外 侧脱位 (N=17) | 过伸伤 (N=12) | 外翻伤 (N=11) | 仪表盘 损伤 (N=10) | 软组织 损伤总 计 | P |
|-----|--------------------|----------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|--------|
| ACL | 18/19 (94.7%) | 3/17 (17.6%) | 11/12 (91.7%) | 0/11 (0%) | 0/10 (0%) | 32 | <0.001 |
| PCL | 3/19 (15.8%) | 1/17 (5.9%) | 7/12 (58.3%) | 0/11 (0%) | 7/10 (70%) | 18 | <0.001 |
| MCL | 1/19 (5.3%) | 0/17 (0%) | 0/12 (0%) | 10/11 (90.9%) | 0/10 (0%) | 11 | <0.001 |
| LCL | 2/19 (10.5%) | 0/17 (0%) | 0/12 (0%) | 0/11 (0%) | 0/10 (0%) | 2 | 0.428 |
| MM | 8/19 (42.1%) | 5/17 (29.4%) | 6/12 (50%) | 5/11 (45.5%) | 3/10 (30%) | 27 | 0.772 |
| LM | 5/19 (26.3%) | 1/17 (5.9%) | 4/12 (33.3%) | 0/11 (0%) | 2/10 (20%) | 12 | 0.111 |
| MR | 0/19 (0%) | 15/17 (88.2%) | 0/12 (0%) | 1/11 (9.1%) | 0/10 (0%) | 16 | <0.001 |

注:ACL=前交叉韧带;PCL=后交叉韧带;MCL=内侧副韧带;LCL=外侧副韧带;MM=内侧半月板;LM=外侧半月板;MR=内侧支持带

轴移损伤(图1)的患者创伤性骨髓异常的部位,最常见于股骨外侧髌前后区交界处(股骨外侧髌后区(94.7%)、股骨外侧髌前区(84.2%)和胫骨外侧平台后区(78.9%)。常常引起 ACL 撕裂(94.7%),MM 撕裂(42.1%)和 LM 撕裂(26.3%)。

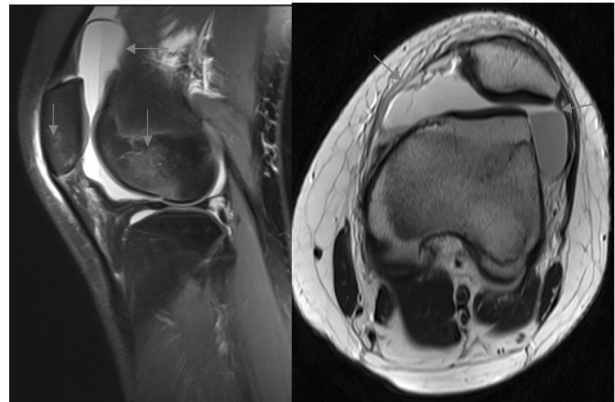


注:a矢状位 PDWI 示股骨外侧髌前后区交界处和胫骨外侧平台后区骨髓水肿,b前交叉韧带损伤。

图 1 某女(14岁)左侧膝关节轴移损伤

Figure 1 A Girl (14 years old) with Pivot Shift Injury of the Left Knee Joints

髌骨外侧脱位(图2)的患者创伤性骨髓异常最常见于髌骨(100%)、股骨外侧髌后区(100%)和股骨外侧髌前区(94.1%)。常常引起 MR 撕裂(88.2%)和 MM 撕裂(29.4%)。



注:a矢状位 PDWI 示髌骨和股骨外侧髌前后区骨髓水肿,髌上囊及关节腔积液,b横断位 T2WI 示髌骨外侧移位,内侧副韧带损伤,髌上囊内积液见分层。

图 2 某女(13岁)左侧膝关节髌骨外侧脱位

Figure 2 A Girl (13 years old) with Lateral Patellar Dislocation of the Left Knee Joint

过伸伤(图3)的患者创伤性骨髓异常比较弥散,最常发生在胫骨内侧平台前区(83.3%)、胫骨外侧平台前区(75%)、股骨内侧髌前区(66.7%),也可见于胫骨内侧平台后区(58.3%)和胫骨外侧平台后区(58.3%)等。常常引起 ACL 撕裂(91.7%),PCL 撕裂(58.3%),MM 撕裂(50%)和 LM 撕裂(33.3%)。



注:a矢状位 PDWI 示股骨外侧髌前区、胫骨外侧平台前区骨髓水肿,b后交叉韧带损伤,胫骨外侧平台后区骨髓水肿,关节腔积液,关节前软组织肿胀。

图 3 某男(16岁)右侧膝关节过伸伤

Figure 3 A Boy (16 years old) with Hyperextension of the Right Knee Joint

外翻损伤(图4)的患者创伤性骨髓异常最常见于股骨,包括股骨外侧髌后区(72.7%),股骨外侧髌前区(54.5%)、股骨内侧髌前区(45.5%),少部分位于股骨内侧髌后区(36.4%)和胫骨外侧平台后区(27.3%)。常常引起 MCL 撕裂(90.9%)和 MM 撕裂(45.5%)。

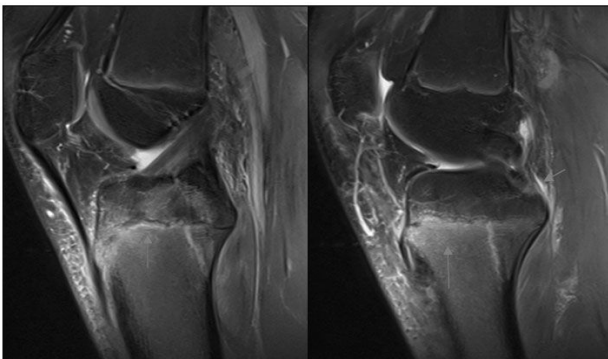


注:a 矢状位 PDWI 示股骨外侧髁后方骨髓水肿, b 冠状位 T2Wifs 示内侧副韧带完全撕裂。

图 4 某男(19岁)左侧膝关节外翻损伤

Figure 4 A Boy (19 years old) with Valgus Injury of the Left Knee Joint

仪表盘损伤(图 5)的患者创伤性骨髓异常主要在胫骨,包括胫骨外侧平台前区(100%)、胫骨内侧平台前区(90%)、胫骨外侧平台后区(50%)和胫骨内侧平台后区(50%)。常常引起 PCL 撕裂(70%)和 MM 撕裂(30%)。



注:a 矢状位 PDWI 示胫骨内侧平台前后区骨髓水肿, b 胫骨外侧平台前后区骨髓水肿, 后交叉韧带损伤。

图 5 某男(13岁)左侧膝关节仪表盘损伤

Figure 5 A Boy (13 years old) with Dashboard Injury of the Left Knee Joint

2.4 创伤性骨髓异常与软组织损伤的关系(表 4)

ACL 部分撕裂 18 例,完全撕裂 14 例,主要与创伤性骨髓异常部位:股骨外侧髁后区(78.1%)、股骨外侧髁前区(75%)和胫骨外侧平台后区(71.9%)相关。PCL 部分撕裂 14 例,完全撕裂 4 例,主要与创伤性骨髓异常部位:胫骨内侧平台前区(77.8%)、胫骨外侧平台后区(72.2%)、胫骨外侧平台前区(66.7%)和胫骨内侧平台后区(66.7%)相关。MCL 撕裂 11 例,主要与创伤性骨髓异常部位:股骨外侧髁后区(81.8%),股骨外侧髁前区(54.5%)和股骨内侧髁前

区(45.5%)相关。LCL 撕裂 2 例,创伤性骨髓异常发生于股骨外侧髁(100%)和胫骨内外侧平台后区(100%)相关。MM 撕裂 27 例,主要与创伤性骨髓异常部位:股骨外侧髁后区(74.1%),股骨外侧髁前区(66.7%)和胫骨外侧平台后区(40.7%)相关。LM 撕裂 12 例,主要与创伤性骨髓异常部位:股骨外侧髁后区(66.7%)、股骨外侧髁前区(58.3%)、胫骨外侧平台前区(41.7%)和胫骨外侧平台后区(41.7%)相关。MR 撕裂 16 例,主要与创伤性骨髓异常部位:股骨外侧髁后区(100%)、股骨外侧髁前区(93.8%)和髌骨(93.8%)相关。LR 撕裂 0 例。

表 4 创伤性骨髓异常与特定的软组织损伤之间的关系

Table IV Relations between Traumatic Bone Marrow Abnormality and Specific Soft Tissue Injuries

| 部位 | ACL (N=32) | PCL (N=18) | MCL (N=11) | LCL (N=2) | MM (N=27) | LM (N=12) | MR (N=16) |
|----|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 股骨 | 11/32 | 7/18 | 5/11 | 0/2 | 10/27 | 4/12 | 1/16 |
| 内前 | (34.4%) | (38.9%) | (45.5%) | (0%) | (37%) | (33.3%) | (6.3%) |
| 股骨 | 10/32 | 6/18 | 4/11 | 0/2 | 9/27 | 3/12 | 2/16 |
| 内后 | (31.3%) | (33.3%) | (36.4%) | (0%) | (33.3%) | (25%) | (12.5%) |
| 股骨 | 24/32 | 8/18 | 6/11 | 2/2 | 18/27 | 7/12 | 15/16 |
| 外前 | (75%) | (44.4%) | (54.5%) | (100%) | (66.7%) | (58.3%) | (93.8%) |
| 股骨 | 25/32 | 9/18 | 9/11 | 2/2 | 20/27 | 8/12 | 16/16 |
| 外后 | (78.1%) | (50%) | (81.8%) | (100%) | (74.1%) | (66.7%) | (100%) |
| 胫骨 | 11/32 | 14/18 | 2/11 | 1/2 | 10/27 | 6/12 | 1/16 |
| 内前 | (34.4%) | (77.8%) | (18.2%) | (50%) | (37%) | (50%) | (6.3%) |
| 胫骨 | 12/32 | 12/18 | 2/11 | 2/2 | 8/27 | 4/12 | 1/16 |
| 内后 | (37.5%) | (66.7%) | (18.2%) | (100%) | (29.6%) | (33.3%) | (6.3%) |
| 胫骨 | 10/32 | 12/18 | 0/11 | 1/2 | 9/27 | 5/12 | 1/16 |
| 外前 | (31.3%) | (66.7%) | (0%) | (50%) | (33.3%) | (41.7%) | (6.3%) |
| 胫骨 | 23/32 | 13/18 | 4/11 | 2/2 | 11/27 | 5/12 | 4/16 |
| 外后 | (71.9%) | (72.2%) | (36.4%) | (100%) | (40.7%) | (41.7%) | (25%) |
| 髌骨 | 7/32 | 2/18 | 2/11 | 0/2 | 9/27 | 2/12 | 15/16 |
| | (21.9%) | (11.1%) | (18.2%) | (0%) | (33.3%) | (16.7%) | (93.8%) |
| P | <0.001 | <0.001 | 0.002 | 0.118 | 0.003 | 0.290 | <0.001 |

此外,6 例(8.7%)出现邻近腓骨骨髓水肿,3 例(4.3%)胫骨骨折,2 例(2.9%)股骨表明软骨面略凹陷,23 例(33.3%)膝关节周围软组织不同程度肿胀,42 例(60.9%)关节腔积液。

3 讨论

本研究针对 69 例青少年急性膝关节患者,探讨创伤性骨髓异常和创伤机制及软组织损伤之间的关系。创伤性骨髓异常的特定模式被认为代表特定创伤机制的足迹。了解创伤的机制有助于在 MRI 中发现更微妙的关节内损伤,因为每一种机制都是与可预见的损伤相关联的。Sanders TG 等在文献中报道了 5 种不同的损伤机制:轴移损伤,仪表盘损伤,过



伸伤,外翻损伤和髌骨外侧脱位,及其相关的骨髓水肿^[5]。然而,在常规的临床实践中,创伤性骨髓异常所存在的部位可能并不总是符合这些创伤机制的经典表现,往往表现为一种复杂的、混合的、多机制引起的多部位创伤性骨髓异常。据我们所知,只有少数研究描述了创伤性骨髓异常及其与膝关节软组织损伤的关系^[1,2,5]。

研究中,创伤性骨髓异常最常见的部位是股骨外侧髁后区,股骨外侧髁前区和胫骨外侧平台后区,研究结果与 Berger N 等的研究类似,他们的研究显示创伤性骨髓异常 43%在股骨外侧,52%在胫骨外侧^[8]。研究中轴移损伤引起创伤性骨髓异常部位多位于股骨外侧髁后区、股骨外侧髁前区和胫骨外侧平台后区。在 Vellet AD 等的研究中,主要包含轴移损伤(57%),创伤性骨髓异常的部位也得到类似的结果^[9]。其次,比较常见的创伤机制是髌骨外侧脱位,它所引起的创伤性骨髓异常的部位主要是髌骨、股骨外侧髁后区和股骨外侧髁前区。而且发现轴移损伤和髌骨外侧脱位引起的创伤性骨髓异常有部分重叠,这就使得通过创伤性骨髓异常的部位,来推断潜在的创伤机制存在一定困难。Elias DA 等研究了 82 例髌骨脱位患者,他们的研究显示骨髓异常最常见的位置:髌骨和股骨外侧^[10],与我们的研究结果相似。在我们的研究中,过伸伤主要累及胫骨内侧平台前区、胫骨外侧平台前区和股骨内侧髁前区。Hayes CW 等研究显示过伸伤引起的骨髓异常发生在股骨和胫骨前方^[11],这与我们的发现一致。研究显示外翻损伤主要累及股骨,而 Berger N 等的研究显示外翻损伤常常累及胫骨内外侧平台后区^[8]。仪表盘损伤主要累及胫骨,在文献中仪表盘损伤表现为胫骨前和髌骨的后表面前部^[12]。

我们还评估了创伤机制、创伤性骨髓异常与软组织损伤之间的关系。每一种创伤机制会引起特定的软组织损伤,如轴移损伤常常伴有前交叉韧带撕裂,髌骨外侧脱位常伴有内侧支持带撕裂,过伸伤常伴有前交叉韧带和后交叉韧带损伤,外翻损伤常伴有内侧副韧带损伤,仪表盘损伤常伴有后交叉韧带损伤。而每一种损伤机制也同时会引起一些常见部位的创伤性骨髓异常,就使得创伤性骨髓异常的部位也与特定的软组织损伤存在一定联系。也有一些文献中报道了创伤性骨髓异常的部位也与特定的软组织损伤存在一定联系^[13-16]。

我们的研究有几个局限性。首先,回顾性研究选择的人群是就诊上海交通大学医学院附属第九人民医院的患者,存在选择偏移。其次,膝关节 MRI 软组

织的损伤缺乏手术或关节镜等金标准作为对照。最后,我们没有进行观察者间一致性的统计分析,但是我们有两个资深的影像科医师意见不一致时共同商讨决定。

总之,青少年急性膝关节创伤机制决定了创伤性骨髓异常在 MRI 上的分布,青少年急性膝关节创伤性骨髓异常在 MRI 上的表现和分布代表了特定的创伤机制的足迹,并能够精准地预测特定的软组织损伤。

参考文献:

- [1] MacMahon P. J., Palmer W. E. A biomechanical approach to MRI of acute knee injuries[J]. *Ajr American Journal of Roentgenology*, 2011, 197(3):568.
- [2] Sahoo K., Garg A., Saha P., et al. Study of Imaging Pattern in Bone Marrow Oedema in MRI in Recent Knee Injuries and its Correlation with Type of Knee Injury[J]. *J. Clin. Diagn. Res.*, 2016, 10(4):6-11.
- [3] Bürk J., Vicari M., Dovi-Akúé P., et al. Extremity-dedicated low-field MRI shows good diagnostic accuracy and interobserver agreement for the diagnosis of the acutely injured knee[J]. *Clin. Imaging*. 2015, 39(5):871-875.
- [4] Davies N. H., Niall D., King L. J., et al. Magnetic resonance imaging of bone bruising in the acutely injured knee-short-term outcome[J]. *Clin. Radiol.*, 2004, 59(5): 439-445.
- [5] Sanders T. G., Medynski M. A., Feller J. F., et al. Bone contusion patterns of the knee at MR imaging: footprint of the mechanism of injury[J]. *Radiographics*, 2000, 20 Spec No(suppl1):S135.
- [6] Shaw K. A., Dunoski B. S., Mardis N. J., et al. Combined posterolateral corner and acute anterior cruciate ligament injuries in an adolescent cohort: a magnetic resonance imaging analysis[J]. *Int. Orthop*, 2016, 40(3): 555-560.
- [7] Naraghi A. M., White L. M. Imaging of Athletic Injuries of Knee Ligaments and Menisci: Sports Imaging Series [J]. *Radiology*, 2016, 281(1):23-40.
- [8] Berger N., Andreisek G., Karer A. T., et al. Association between traumatic bone marrow abnormalities of the knee, the trauma mechanism and associated soft-tissue knee injuries[J]. *Eur. Radiol.* 2017, 27(1):393-403.
- [9] Vellet A. D., Marks P. H., Fowler P. J., et al. Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging[J]. *Radiology*, 1991, 178(1):271-276.



- [10] Elias D. A., White L. M., Fithian D. C. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar softtissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella[J]. Radiology. 2002, 225(3):736-743.
- [11] Hayes C. W., Brigido M. K., Jamadar D. A., et al. Mechanism-based pattern approach to classification of complex injuries of the knee depicted at MR imaging[J]. Radiographics, 2000, 20 spec no (20 Spec No):S121-134.
- [12] Sonin A. H., Fitzgerald S. W., Friedman H., et al. Posterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury[J]. Radiology, 1994, 190(2):455-8.
- [13] Askenberger M., Arendt E. A., Ekstr m W., et al. Medial Patellofemoral Ligament Injuries in Children With First-Time Lateral Patellar Dislocations: A Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopic Study[J]. Am. J. Sports Med., 2016, 44(1):152-158.
- [14] Jeli? D., Masulovi? D. Bone bruise of the knee associated with the lesions of anterior cruciate ligament and menisci on magnetic resonance imaging[J]. Vojnosanit Pregl, 2011,68(9):762-766.
- [15] Helito C. P., Helito V. P., Le?o R. V., et al. Anterolateral ligament abnormalities are associated with peripheral ligament and osseous injuries in acute ruptures of the anterior cruciate ligament[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(4):1140-1148.
- [16] Van Dyck P., Clockaerts S., Vanhoenacker F. M., et al. Anterolateral ligament abnormalities in patients with acute anterior cruciate ligament rupture are associated with lateral meniscal and osseous injuries[J]. Eur. Radiol. 2016,26(10):3383-3391.

(责任编辑:何聪)

(上接第 59 页)

- [28] 姜雪婷. 魏晋南北朝射箭文化及其社会性[J]. 体育文化导刊, 2009, (02):95-98.
- [29] 李秀芳. 蒙古族传统体育文化那达慕的发展[J]. 体育文化导刊, 2008, (11):36-37.
- [30] 秦立凯, 郑贺, 裴德超. 淮北汉画像石与汉体育文化[J]. 体育文化导刊, 2008, (08):124-126.
- [31] 周晓东, 刘学贞. 射箭实时反馈系统在实际训练中应用的研究[J]. 北京体育大学学报, 2008, (02):214-216.
- [32] 何洋, 王霆, 石岩. 我国优秀射箭运动员赛前焦虑与恐惧脑象图特征研究[J]. 成都体育学院学报, 2008, (01):75-80.
- [33] 周晓东, 吴春霞. 关于射击训练定量检测和及时反馈系统改造为射箭实时反馈系统的研究[J]. 北京体育大学学报, 2007, (07):922-924+930.
- [34] 郭蓓, 姚颂平. 对射箭传统瞄准方式的质疑[J]. 北京体育大学学报, 2007, (04):564-566.
- [35] 邹建卫, 杨蕾. 几种减振杆对弓箭系统的减振效果测试研究[J]. 成都体育学院学报, 2007, (02):100-103.
- [36] 石玉琴, 刘韦华, 周继和. 不同减震器对弓箭系统减震效果的动态测试[J]. 成都体育学院学报, 2003, (05):88-90+93.
- [37] 古福明, 李平. 确定反曲弓最佳箭巢位置的实验研究[J]. 成都体育学院学报, 2003, (04):88-90.
- [38] 麻秀荣, 那晓波. 清代八旗索伦的骑射教育[J]. 中国边疆史地研究, 2003, (02):85-95+119.
- [39] 石岩, 何洋, 程中平, 王友群. 射击和射箭运动员夜间训练应用的初步研究[J]. 体育科学, 2000, (01):51-54.
- [40] 石岩. 定量运动负荷后间隔不同时间的肘关节动觉方位准确性[J]. 心理学报, 1999, (01):84-89.

(责任编辑:陈建萍)