

膝关节周围骨挫伤的临床与影像学研究进展

杨献峰 朱斌 蒋青

关于骨挫伤的定义、临床意义及处理措施等尚存在较多争议,笔者复习了国内外部分骨挫伤相关文献,尝试明确其概念及在运动医学和骨科学中的意义,以增加对骨挫伤的认识。

骨挫伤的概念

一、定义与分类

1989 年, Mink 和 Deutsch^[1] 首先描述了一组 X 线阴性的外伤性膝关节病变的 MR 表现, 称之为“隐匿性骨折”, 并将其分为 4 类: 骨挫伤、应力性骨折、股骨和胫骨骨折、骨软骨骨折。其中骨挫伤的定义为“外伤引起的、斑片状、非线性信号减低区, 累及皮质下骨质, 邻近关节软骨不受累及”。Vellet 等^[2] 于 1991 年修改了这一分类, 根据其形态学表现及与骨皮质的关系将隐匿性骨折分为 5 类: I 类为网状、II 类为斑片状、III 类为线样隐匿性骨折、IV 类为压缩骨折及 V 类为骨软骨骨折, 前 3 种被认为是骨挫伤的分类。之后有许多研究者试图优化这一分类, 但一项系统评价表明, 新分类均未能得到广泛应用^[3]。目前认为骨挫伤是一个独立的放射学诊断名词, 通常是指“外伤后局部骨质结构脆性增加, 而 X 线检查无骨折征象, 即包括隐匿性骨折在内”^[4]。需注意的是, 这一概念在伤情鉴定等法律条文尚缺乏明确规定, 有相关研究者提出, 骨挫伤不能作为鉴定损伤程度的依据^[5]。

二、与骨髓水肿的区别

骨髓水肿最初指一系列不同原因引起的骨髓内异常信号, 但水肿并不能完全涵盖这些疾病的病理变化, 目前倾向于称之为骨髓水肿样病变 (bone marrow edema-like lesions, BMEL, 或 bone marrow lesions, BML)^[6-9]。引起 BML 的原因有很多, 外伤、感染、肿瘤、放射治疗及不明原因的一过性骨髓水肿等, 其 MRI 表现与骨挫伤相同。Roemer 等^[8] 根据发病机制将其分类为“不伴骨折的外伤性 BML”、“伴骨软骨骨折的外伤性 BML”、“骨性关节炎 (osteoarthritis, OA) 相关性 BML”、“骨质坏死相关性 BML”及“特发性 BML”。

骨挫伤的发生及影像学表现

一、发生率及发生机制

目前的文献多集中于膝关节, 其发病率差别较大, 对于

有膝关节不适症状的患者, 骨挫伤发生率为 18.7% ~ 70.0%^[3,10-11], 这可能是因为不同研究者使用的检查序列不同, 以及进行 MR 检查的适应证有差异。

膝关节骨挫伤与前交叉韧带撕裂关系密切, 80% 的前交叉韧带撕裂患者合并骨挫伤, 且严重程度重于侧副韧带损伤时伴发的骨挫伤^[12-15]。骨挫伤也可并发于半月板、后交叉韧带及侧副韧带损伤。

骨挫伤可由直接外力或旋转外力引起。关于骨挫伤与受力大小的关系存在争议。Schueller-weidekamm 等^[16] 指出马拉松运动不会造成膝关节骨挫伤, 认为瞬间受力较大时才会发生, 而 Vincken 等^[10] 则认为有些无明显外伤的患者也可以发生骨挫伤。

二、检查方法

MR 是目前广泛应用的骨挫伤检查手段。研究表明, 脂肪抑制序列优于常规 T₁WI 和 TWI, 序列敏感性 T₁WI 又优于 T₂WI^[17-18]。脂肪抑制可通过预饱和和脂肪抑制 (chem-sat)、翻转恢复成像 (short TI inversion recovery, STIR) 和反相位成像技术实现。

随着影像技术的发展, 近年来出现一些新的检查序列, 如快速自旋回波多峰值化学位移水脂分离成像技术, 能缩短扫描时间, 获得对比度良好的图像^[19]。早期的一项研究认为, 磁共振弥散加权成像能够反映骨挫伤的严重程度^[20]。此外, CT 技术的进步也拓宽了对骨挫伤的认识, Pache 等^[21] 通过双源 CT 仿真非钙化技术对骨挫伤进行了可行性研究, 认为该技术能在一定程度上分析组织成分, 可以准确检出骨挫伤。

三、骨挫伤的 MR 表现及病理基础

其常规 MR 表现已明确, T₁WI 表现为低信号, T₂WI 为稍高信号, 信号强度较骨髓略低。脂肪抑制序列呈边界不清的高信号^[4,7-8,11,18]。

1. 位置: 骨挫伤的位置与外伤机制有关。在膝关节最常见于外侧间室即股骨外侧髁和胫骨平台外侧, 典型表现为“吻征”, 这与膝关节内翻时胫骨平台相对于股骨髁向前移位产生的应力有关^[10,22-23]。

2. 形态: Vellet 分类中, 骨挫伤表现为 I 类: 网状、蔓状长 T₁ 长 T₂ 信号, 局限于骨髓内; II 类: 斑片状, 位于骨皮质边缘区, 与软骨下骨板相接; III 类: 线样隐匿性骨折 (宽度小于 2 mm)^[2]。

3. MR 信号的组织病理学基础: 动物实验及骨挫伤区活组织检查证实, 镜下表现为骨髓的水肿、出血或继发于骨小梁微骨折的骨梗死^[24-26]。

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2013.02.021

作者单位: 210008 南京大学医学院附属鼓楼医院放射科 (杨献峰、朱斌), 关节疾病诊治中心 (蒋青)

通信作者: 蒋青, Email: jiangqing112@hotmail.com

骨挫伤的临床意义

一、骨挫伤与临床症状的关系

Vincken 等^[10]进行的一项多中心大样本前瞻性研究认为,膝关节骨挫伤与体征正常患者的疼痛相关,当骨挫伤是受伤关节惟一的病变时,明确骨挫伤的诊断可解释外伤后的一系列临床症状,可免行关节镜检查。

二、骨挫伤出现与吸收的时间

这是一个研究的热点,研究结果也有较大差异。这可能和骨挫伤的严重程度及是否合并其他病变有关,单纯骨挫伤吸收时间为数周^[15],而伴有软骨下损伤或骨软骨损伤的斑片状骨挫伤可持续存在数年^[12]。Miller 等^[27]的研究结果表明吸收时间为 6~12 周,而 Davies 等^[11]报道外伤后 12~14 周,所有的骨挫伤均未完全吸收。王军等^[28]报道外伤 1 个月,21.9% (7/32) 的骨挫伤范围增大,62.5% (20/32) 范围缩小,15.6% (5/32) 完全消失,18.8% (6/32) 持续超过 1 年。Blankenbaker 等^[18]的猪骨挫伤实验表明,外伤后 1 h 骨挫伤即可出现,但也有 30 h 后延迟发生者。Atkinson 等^[15]分析了 1546 例骨挫伤,结果表明对于伴有韧带或半月板损伤的患者,外伤后 0~4 周 60% 患者有骨挫伤,4~10 周降为 42%,10~26 周为 31%。

三、骨挫伤吸收后的改变

早期的研究表明骨挫伤吸收后病变区多可恢复正常骨髓信号。Shenoy 等^[29]报道 1 例前交叉韧带重建后股骨外侧髁骨挫伤区域发生骨坏死,认为骨挫伤和前交叉韧带重建时钻孔共同影响关节软骨和软骨下骨质的血供,从而导致骨挫伤区坏死。这一假说于 2010 年提出,但迄今尚未见更多的文献支持。

四、骨挫伤与 OA 的关系

1. 骨挫伤是否会导致 OA: 多项文献综述与系统评价认为,骨挫伤可能与 OA 的发生有关^[3,4,14,27]。早期的临床和 MR 随访研究认为骨挫伤完全吸收时并不伴有继发性改变。然而,进一步的研究发现,某些类型的骨挫伤可引起骨软骨后遗改变,网状挫伤完全吸收,部分斑片状骨挫伤最终可导致 OA^[2]。Costa-Paz 等^[6]通过 26~64 个月随访了 11 例地图样病变患者,仅 1 例发生软骨退变,这种差异可能是因为随访的时间较长,软骨发生了修复。Rangger 等^[30]发现,所有骨挫伤患者的关节镜检查均发现有软骨异常,而郭秦炜等^[22]对前交叉韧带撕裂患者的研究表明,仅 15.8% 的骨挫伤区关节软骨有损伤表现,关节镜下软骨损伤与骨挫伤并非一一对应的关系。Lahm 等^[31]2004 年用实验狗模型证实,完全的软骨下骨损伤 6 个月后 MR 和组织切片均发现软骨退变。在这项研究中,12 只狗的右膝关节受到标准化的、经关节面的、足以引起软骨下骨折的外力,MR 显示受力后关节软骨没有损伤。每只狗的左膝关节作为对照组。6 个月后进行双膝 MR 检查及组织切片,包括病灶区及邻近的部分正常区。MR 和病理均显示病例组 10 例发生软骨退变。

OA 是前交叉韧带撕裂保守治疗的一个并发症,其原因

为前交叉韧带缺失的膝关节不稳定会加重关节面的自然磨损。然而,这无法解释为什么前交叉韧带重建后的 OA 发生率与保守治疗组类似甚至更高^[14,32]。对前交叉韧带重建术后随访 2~6 年发现,66% 患者仍有骨挫伤信号,且局部关节软骨有退变表现,认为骨挫伤也是引起关节软骨继发损伤的原因之一^[33-34]。Oda 等^[35]提出,外伤后 OA 的程度与骨挫伤相关,且骨挫伤影响关节积液的量。Wluka 等^[34]的研究也支持这一观点,认为所有原因的 BML 都与关节软骨的变薄和缺损有关。

不累及关节面的骨挫伤导致 OA 的机制有两种假说。1973 年 Radin 等^[36]通过动物实验得出,引起与 OA 有关的软骨改变的冲击力也导致骨皮质下的骨小梁微骨折。这表明发生软骨下骨挫伤可能提示初始外力引起了关节软骨当时无法发现的外伤。这样骨挫伤可作为未来发生软骨退变的一个预后指标。另一个假说认为,软骨下微骨折愈合后,该处松质骨的脆性增加,顺应性下降,这导致了关节软骨负荷增加,并由此发生退变^[37]。

2. OA 患者软骨下骨髓病变: OA 患者软骨下骨质内常见类似于骨挫伤的异常信号,多位于软骨下囊肿或软骨下骨缺损区周围。这类“软骨下骨髓水肿样病变”的组织病理基础及 MR 表现与骨挫伤一致,其发病机制未明,多数作者倾向于是一种反应性骨髓水肿^[7,34,38-39]。BML 与关节软骨的改变有关,BML 范围越大,越容易引起邻近关节软骨的缺损,且对关节软骨表层的影响大于深层^[9,34,38]。这种软骨下骨髓水肿与 OA 的疼痛症状正相关^[39]。

五、临床处理

一些临床研究认为, I 类骨挫伤是一过性损伤,不需要特殊处理^[6],对骨挫伤患肢采用限制性负重和改变伤后运动方式等,短期疗效满意。如果在骨小梁愈合期间不做充分保护,骨挫伤区域可能发生不全骨折或在以后出现骨软骨后遗症。ACL 重建后出现骨挫伤时,患者可能需要改变康复时活动方式。有学者认为对合并骨挫伤的急性前交叉韧带断裂的患者,损伤早期应限制性负重,在等动力治疗时应开放动力链,以避免轴向应力进一步损伤骨挫伤部位的关节软骨和软骨下骨^[12-13,27]。

骨挫伤是一个随着 MR 应用而出现的诊断,随着临床研究的深入及影像学检查技术的发展,不断有新的观点出现。目前认为,骨挫伤不仅可引起症状,还可能与外伤后 OA 的发生有关,准确评价及早期干预具有重要的临床意义。骨挫伤或可作为一个药物治疗靶点^[4],以阻止前交叉韧带撕裂或其他损伤引起的 OA 的发生。既往的随访研究中,MR 检查序列、随访时间及临床评价方法各有不同,对骨挫伤的发展经过描述差异较大。骨挫伤的吸收是一个渐进的过程,不仅仅体现在病灶范围的缩小,同样会有病灶信号强度的差别。MR 波谱成像和宝石能谱 CT 可无创研究活体组织内代谢及部分物质含量,具备定量或半定量分析骨挫伤的可行性,已有骨髓病变相关的在体研究。对骨挫伤的发展经过、治疗以及临床转归的研究具有广阔前景,亟待进一步深入。

参 考 文 献

- [1] Mink JH, Deutsch AL. Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification and assessment with MR imaging. *Radiology*, 1989, 170:823-829.
- [2] Vellet AD, Marks PH, Fowler PJ, et al. Occult posttraumatic osteochondral lesions of the knee: prevalence, classification, and short-term sequelae evaluated with MR imaging. *Radiology*, 1991, 178:271-276.
- [3] Boks SS, Vroegindewij D, Koes BW, et al. Follow-up of occult bone lesions detected at MR imaging: systematic review. *Radiology*, 2006, 238:853-863.
- [4] Punwar S, Hall-Craggs M, Haddad FS. Bone bruises: definition, classification and significance. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2007, 68:148-151.
- [5] 刘晓宇, 黎宇飞, 翟立业. 骨挫伤的法医学诊断及鉴定分析 2 例. *中国司法鉴定*, 2011, 54:88-89.
- [6] Costa-Paz M, Muscolo DL, Ayerza M, et al. Magnetic resonance imaging follow-up study of bone bruises associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*, 2001, 17:445-449.
- [7] Steinbach LS, Suh KJ. Bone marrow edema pattern around the knee on magnetic resonance imaging excluding acute traumatic lesions. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2011, 15:208-220.
- [8] Roemer FW, Frobell R, Hunter DJ, et al. MRI-detected subchondral bone marrow signal alterations of the knee joint: terminology, imaging appearance, relevance and radiological differential diagnosis. *Osteoarthritis Cartilage*, 2009, 17:1115-1131.
- [9] Theologis AA, Kuo D, Cheng J, et al. Evaluation of bone bruises and associated cartilage in ACL injured and reconstructed knees using quantitative T (1 ρ) magnetic resonance imaging: 1-year cohort study. *Arthroscopy*, 2011, 27:65-76.
- [10] Vincken PW, Ter Braak BP, van Erkel AR, et al. Clinical consequence of bone bruise around the knee. *Eur Radiol*, 2006, 16:97-107.
- [11] Davies NH, Niall D, King LJ, et al. Magnetic resonance imaging of bone bruising in the acutely injured knee-short-term outcome. *Clin Radiol*, 2004, 59:439-445.
- [12] Nakamae A, Engebretsen L, Bahr R, et al. Natural history of bone bruises after acute knee injury: clinical outcome and histopathological findings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006, 14:1252-1258.
- [13] Mandalia V, Fogg AJ, Chari R, et al. Bone bruising of the knee. *Clin Radiol*, 2005, 60:627-636.
- [14] Viskontas DG, Giuffre BM, Duggal N, et al. Bone bruises associated with ACL rupture: correlation with injury mechanism. *Am J Sports Med*, 2008, 36:927-933.
- [15] Atkinson PJ, Cooper TG, Anseth S, et al. Association of knee bone bruise frequency with time postinjury and type of soft tissue injury. *Orthopedics*, 2008, 31:440.
- [16] Schueller-Weidekamm C, Schueller G, Uffmann M, et al. Does marathon running cause acute lesions of the knee? Evaluation with magnetic resonance imaging. *Eur Radiol*, 2006, 16:2179-2185.
- [17] 蔺大伟, 张艳, 崔学峰, 等. MRI 不同序列在骨挫伤诊断中的应用价值. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15:1885-1887.
- [18] Blankenbaker DG, De Smet AA, Vanderby R, et al. MRI of acute bone bruises: Timing of the appearance of findings in a swine model. *AJR Am J Roentgenol*, 2008, 190:W1-W7.
- [19] Kijowski R, Woods MA, Lee KS, et al. Improved fat suppression using multipeak reconstruction for IDEAL chemical shift fat-water separation: application with fast spin echo imaging. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 29:436-442.
- [20] Ward R, Caruthers S, Yablon C, et al. Analysis of diffusion changes in posttraumatic bone marrow using navigator-corrected diffusion gradients. *AJR Am J Roentgenol*, 2000, 174:731-734.
- [21] Pache G, Krauss B, Strohm P, et al. Dual-energy CT virtual noncalcium technique: detecting posttraumatic bone marrow lesions-feasibility study. *Radiology*, 2010, 256:617-624.
- [22] 郭秦炜, 敖英芳, 余家阔, 等. 急性前交叉韧带断裂合并膝关节骨挫伤的临床研究. *中国运动医学杂志*, 2005, 24:176-181.
- [23] 刘伟, 杨军, 邵康为, 等. 膝关节外伤性骨挫伤的 MR 诊断及临床意义. *中华放射学杂志*, 2007, 41:1319-1322.
- [24] Fang C, Johnson D, Leslie MP, et al. Tissue distribution and measurement of cartilage oligomeric matrix protein in patients with magnetic resonance imaging-detected bone bruises after acute anterior cruciate ligament tears. *J Orthop Res*, 2001, 19:634-641.
- [25] Rangger C, Kathrein A, Freund MC, et al. Bone bruise of the knee: Histology and cryosections in 5 cases. *Acta Orthop Scand*, 1998, 69:291-294.
- [26] Thiryayi WA, Thiryayi SA, Freemont AJ. Histopathological perspective on bone marrow oedema, reactive bone change and haemorrhage. *Eur J Radiol*, 2008, 67:62-67.
- [27] Miller MD, Osborne JR, Gordon WT, et al. The natural history of bone bruise: a prospective study of magnetic resonance imaging-detected trabecular microfractures in patients with isolated medial collateral ligament injuries. *Am J Sports Med*, 1998, 26:15-19.
- [28] 王军, 王旭荣, 王晨光, 等. 膝关节骨挫伤的 MRI 表现及愈合时间的观察. *实用放射学杂志*, 2007, 23:358-361.
- [29] Shenoy PM, Shetty GM, Kim DH, et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle following anterior cruciate ligament reconstruction: is bone bruising a risk factor? *Arch Orthop Trauma Surg*, 2010, 130:413-416.
- [30] Rangger C, Klestil T, Kathrein A, et al. Influence of magnetic resonance imaging on indications for arthroscopy of the knee. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, 330:133-142.
- [31] Lahm A, Uhl M, Erggelet C, et al. Articular cartilage degeneration after acute subchondral bone damages: an experimental study in dogs with histopathological grading. *Acta Orthop Scand*, 2004, 75:762-767.
- [32] Hanypsiak BT, Spindler KP, Rothrock CR, et al. Twelve-year follow-up on anterior cruciate ligament reconstruction: long-term outcomes of prospectively studied osseous and articular injuries. *Am J Sports Med*, 2008, 36:671-677.
- [33] Faber KJ, Dill JR, Amendola A, et al. Occult osteochondral lesions after anterior cruciate ligament rupture. Six-year magnetic resonance imaging follow-up study. *Am J Sports Med*, 1999, 27:489-494.
- [34] Wluka AE, Wang Y, Davies-Tuck M, et al. Bone marrow lesions predict progression of cartilage defects and loss of cartilage volume in healthy middle-aged adults without knee pain over 2 yrs. *Rheumatology (Oxford)*, 2008, 47:1392-1396.
- [35] Oda H, Igarashi M, Sase H, et al. Bone bruise in magnetic resonance imaging strongly correlates with the production of joint effusion and with knee osteoarthritis. *J Orthop Sci*, 2008, 13:7-15.
- [36] Radin EL, Parker HG, Pugh JW, et al. Response of joints to impact loading: 3. Relationship between trabecular microfractures and cartilage degeneration. *J Biomech*, 1973, 6:51-57.
- [37] Rosen MA, Jackson DW, Berger PE. Occult osseous lesions documented by magnetic resonance imaging associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy*, 1991, 7:45-51.
- [38] Steinbach LS, Suh KJ. Bone marrow edema pattern around the knee on magnetic resonance imaging excluding acute traumatic lesions. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2011, 15:208-220.
- [39] 耿晓鹏, 陈百成, 王霞, 等. 软骨下骨髓水肿与膝 OA 疼痛相关性的影像学研究. *中华骨科杂志*, 2005, 25:682-686.

(收稿日期:2012-07-27)

(本文编辑:姬广茜)