

•综述•

膝关节多韧带损伤研究进展

刘中瑞 杨自权

摘要 膝关节多韧带损伤 (MLKI) 是一种高度复杂的损伤, 其定义为膝关节的前交叉韧带、后交叉韧带、内侧副韧带和外侧副韧带中有 2 条或多条完全损伤, 通常发生于高速创伤情况下, 并常与关节内和关节外损伤有关。怀疑 MLKI 发生时, 需要进行详细评估, 包括负荷位 X 线摄片、磁共振成像检查和血管造影检查等。MLKI 通常伴随血管、皮肤、神经、骨骼和其他器官系统的损伤, 这些损伤均会影响 MLKI 诊断及膝关节韧带重建的手术时机和治疗结果。该文通过回顾相关文献, 对 MLKI 的研究进展进行综述。

关键词 膝关节多韧带损伤; 膝关节脱位; 运动医学; 关节镜

DOI: 10.3969/j. issn. 1673-7083. 2024. 04. 004

膝关节多韧带损伤 (MLKI) 代表膝关节出现 2 条或以上韧带损伤, 通常发生于高能量暴力损伤后, 并较易伴有关节囊、肌腱、半月板、软骨表面、骨骼、神经和血管的损伤^[1]。MLKI 为一种少见而严重的损伤, 如果漏诊易造成毁灭性后果。通常认为, 对 MLKI 患者行手术治疗的结局优于非手术治疗, 接受手术治疗的患者重返运动的可能性显著提高, 且关节炎发生率较低。由于 MLKI 的罕见性以及相关的前瞻性研究较少, 目前仍无针对 MLKI 的标准化治疗方法及康复方案, 对此类患者需采用个性化治疗方案^[2]。

1 流行病学及发病危险因素

相较于单韧带损伤, MLKI 是一种发生率较低的疾病, 其常与暴力损伤所致的膝关节脱位相关^[3]。目前对于 MLKI 主要使用膝关节脱位分型 (Schenck 分型), 分为 5 种类型: KD-I 型, 损伤仅累及前、后交叉韧带中的 1 条和 1 条副韧带; KD-II 型, 损伤同时累及前、后交叉韧带; KD-III 型, 损伤同时累及前、后交叉韧带和 1 条副韧带; KD-IV 型, 4 根主要韧带全部撕裂; KD-V 型, 膝关节韧带损伤并发骨折脱位^[4]。一些学者在 KD 分型基础上提出针对 MLKI 的子分型, 其主要差异为基于不同的韧带损伤对 KD 分型进行亚型分型, 并增加了 MLKI 相关常见并发症, 以期实现更好的分型效果^[5], 但

此类分型仍无法为制定手术方案提供明确指导。

MLKI 在骨科损伤中所占比例极小, 约为 0.02%^[6], 但因初诊的诊断很大程度上依赖于临床经验, 且患者就诊时膝关节脱位等直观症状往往消失, 所以在初次就诊时较易漏诊^[7]。

道路交通意外是 MLKI 最常见的致伤原因 (66.7%), 其次是运动损伤与低能量损伤^[8-9]。男性更易发生 MLKI, 其占比可达 80%, 而年龄则与 MLKI 发生呈负相关, 这可能由于年轻人和男性更喜欢参加危险的体育运动, 且他们的肌肉力量更强, 在遭受外力时更容易对韧带产生较大拉力^[10]。

肥胖是影响 MLKI 发生的重要因素, 肥胖者更易发生由低能量机制引起的 MLKI, 同时肥胖患者所需手术时间更长, 术后伤口感染率更高, 关节僵硬发生率也更高。有研究显示, 体质指数 (BMI) 每增加 9 kg/m², 患者术后并发症发生率会增加 2.1%^[11-13]。同时, 手术前膝关节功能较差、存在血管损伤及年龄大均会使患者的最终预后降低^[14-16]。

2 诊断

2.1 临床检查

MLKI 通常由高能量损伤机制引发, 因此全面的体格检查对于识别任何可能危及生命的损伤至关重要^[17]。鉴于 MLKI 的复杂性, 患者往往需进行 Lachman 试验、前后抽屉试验、轴移试验、内翻应力实验、外翻应力实验等检查。Peeler 等^[18]的研究表明, 这类检查的敏感性及特异性均较高。但该研究在进行体格检查时, 患者均处于麻醉状态, 而清醒状态下患者对体格检查的配合性往往较差, 因此较难得出准确结果。不同检查者、检查者选

基金项目: 2022 年度第一批山西省基础 Research 计划 (202203021211035)、2022 年度山西省重大科技攻关专项 (2022XM03)

作者单位: 030000 山西太原, 山西医科大学 (刘中瑞); 030001 山西太原, 山西医科大学第一医院骨科 (杨自权)

通信作者: 杨自权 E-mail: yzqonline@126.com

择的检查方式、检查者在进行体格检查前是否参考过其他检查、患者对疼痛耐受程度等均会影响体格检查的可靠性^[18-20]。

2.2 应力位 X 线检查

应力位 X 线检查是一种快速、方便且价格低廉的检查方法,其通过检查双侧膝关节应力位内、外侧骨室开口量来评估膝关节内、外侧结构情况^[21]。应力位 X 线检查是一种动态检查,其较磁共振成像(MRI)这类静态检查可以更好地展示韧带松弛的后果,是对患者术前检查的很好补充^[22]。同时,对于评估膝关节后外侧角(外侧副韧带、腓肌腱、腓韧带、弓状韧带和豆腓韧带)损伤,应力位 X 线检查较 MRI 检查更可靠^[23-24]。不过,对应力施加方式的选择(手动力或机械力)目前尚缺乏统一意见^[22,25]。值得注意的是,对 MLKI 患者施加应力时应由经验较丰富者进行,否则易加重膝关节的神经、血管损伤^[26]。

2.3 MRI 检查

MRI 检查是术前识别膝关节韧带和软组织损伤最重要的检查方法^[27],但不能替代麻醉状态下的高质量体格检查,因此只应作为检测和描述损伤的辅助方法。Doshier 等^[5]的一项综述研究表明,MRI 检查结果对于确定前交叉韧带(ACL)及内、外侧副韧带是否需要重建具有重要意义,但可能无法预测 II 级和 III 级后交叉韧带损伤的临床不稳定性,也无法确定手术时这些韧带是否需要重建。同时,MRI 检查也难以准确地对 MLKI 进行术前分型。一项根据 MRI 检查结果和术中表现进行分类比较的研究显示,MLKI 分类的总体一致性较差,甚至 KD- II 和 KD- III 分型无意义^[28]。因此,尽早建立针对 MLKI 自身的分型极其重要。

3 常见并发症

3.1 血管损伤

在 MLKI 患者中,血管损伤是常见且最危险的并发症,如果未及时发现和处理,可能会危及肢体^[29]。一项系统综述研究显示,膝关节脱位患者的血管损伤发生率为 18%,其中腘动脉最易受累(占 83.6%),其次是胫动脉和其他小动脉。与常规观念不同,腘动脉损伤并不能通过术前触摸皮温及足背动脉搏动等简单方式查出,这是因为 MLKI 的部分血管损伤仅撕裂血管内膜层,造成闭塞性血栓形成,此时下肢症状不会立即出现,而对此类血管进行膝关节重建,容易造成灾难性结果。在一

项含 72 例 MLKI 患者的研究中,术前体格检查仅发现 25% 的腘动脉损伤患者^[30-31]。踝肱压力指数(ABPI)是一种常用动脉评估方式^[32],当 ABPI<0.9 时应高度怀疑伴血管损伤。计算机体层摄影血管造影(CTA)和血管共振是对 MLKI 患者术前评估动脉损伤的极好补充,患者一般对血管造影接受度较差,而血管造影明显优于 CTA 和血管共振的证据尚不充足。对伴有血管损伤的患者,术后使用膝关节外固定支架应是强制性的且无争议^[33]。

3.2 神经损伤

MLKI 患者最常见的并发症是腓总神经损伤,其发生率为 8.2%~40%,其中外侧或后外侧损伤患者神经损伤发生率最高^[34-35]。Moran 等^[36]的研究发现,前内侧膝关节受到高能量打击更易引起腓总神经损伤,同时 MRI 图像显示,股骨前内侧髌骨挫伤时应高度怀疑腓总神经损伤可能。

3.3 周围软组织损伤

MLKI 患者关节内、外损伤的发生率很高,高达 76% 的病例存在半月板损伤(55%)或软骨损伤(48%)^[37],外侧半月板较内侧半月板更易受累,但半月板撕裂较单纯 ACL 损伤的患者少见^[38]。一项为期 6 年的随访研究显示,MLKI 伴半月板或任何软骨损伤患者的国际膝关节评分委员会(IKDC)评分明显低于无软组织损伤患者^[39]。

4 治疗

目前普遍认为,对 MLKI 患者行手术治疗优于非手术治疗,患者术后可获得更好的功能和临床结果,Lyshom 评分及 IKDC 评分更高,重返运动场的比例更高^[38-41],因此仅建议有明确手术禁忌证的患者采用非手术治疗方案。同时,MLKI 单期手术的治疗效果明显优于多期手术^[8,42]。

4.1 手术时机选择

MLKI 的治疗按照其最初受伤至手术的间隔时间分为早期重建(≤ 3 周)和延迟重建(> 3 周)^[35],而早期重建是否明显优于延迟重建,目前尚无充足依据。Kim 等^[43]的研究显示,对 MLKI 患者行延迟重建更易造成 Lysholm 评分显著降低,而与单纯 ACL 重建不同,MLKI 延迟重建并不能显著降低半月板撕裂和软骨损伤的风险。Mahmood 等^[44]的研究发现,对 MLKI 患者无论行早期重建还是延迟重建,术后 6 个月受伤膝关节的运动范围并无明显差异,但女性和 BMI > 30 kg/m² 的患者预后较差。Özbek 等^[45]的研究表明,在 MLKI 发生后的前

3 周进行手术或 ≥ 3 条韧带损伤的患者行手术,术后发生膝关节僵硬的风险显著增加。

MLKI 手术时机的选择受多种因素影响,包括患者就诊时的血管、神经情况及软组织状态,损伤创面的清洁程度,患者全身情况等^[8]。

4.2 手术移植选择

在 MLKI 重建中,移植选择可能具有挑战性。目前主要使用自体移植、同种异体移植和人工合成移植,它们各有优缺点。对移植的选择往往取决于术者偏好、需要重建韧带的数量及手术方式^[46]。

自体移植包括腓绳肌(股薄肌和半肌腱)肌腱、骨-髌骨肌腱-骨(BPTB)和股四头肌肌腱。这些移植可以从受伤膝关节或对侧膝关节采集,但因采集方法及手术方式原因,部分患者会出现并发症。例如,取股四头肌肌腱的患者可能出现髌骨骨折和股四头肌破裂,取 BPTB 的患者可能出现膝关节疼痛及髌腱断裂等,不过这些并发症均较罕见。一些医生更偏好从未受伤的对侧膝关节采集移植,以减少对受伤膝关节的进一步损伤。

同种异体移植价格昂贵,可能不易获得。人工合成移植如韧带增强和重建系统(LARS)也可用于 MLKI 重建,其优势在于可显著缩短手术时间、更容易获得及不易造成患者其余部位不适,而其价格较同种异体移植更低廉。目前的研究表明,选择同种异体移植或人工合成移植同样能取得相对满意的结果,且翻修率和失败率均较低^[46-48]。

4.3 术后康复

目前,对于 MLKI 患者尚无足够理想的康复计划。研究报道,根据患者术中评估,重建术后第 1 天开始康复是安全的,并可改善术后结局^[49]。

早期康复阶段的主要目标是保护肢体、管理症状、改善受保护的关节范围、激活股四头肌以及改善术后关节粘连。同时临床医生必须密切监测术后并发症,包括关节纤维化、神经损伤(尤其是腓总神经)、深静脉血栓形成或隐匿性血管损伤^[50-51]。此阶段结束时,患者应达到膝关节完全伸展和屈曲 $110^{\circ} \sim 120^{\circ}$,能够连续重复直腿抬高而无伸肌滞后,并能较好地适应渐进性肌肉强化练习,这表明患者已准备好负重进展和步态训练。

负重进展和步态训练一般于术后 6~8 周进行^[2]。此阶段的主要目的:①从非负重步态模式进展到完全负重;②准备使关节承受负荷,以便膝关

节更好地耐受后续阶段的力量锻炼。此阶段患者需习惯不拄拐杖行走,并可能开始基本的负重运动。早期康复治疗 and 早期活动是实现理想结局的主要因素,在患者身体条件允许下,尽早康复具有重要意义。

5 结语

MLKI 是一种极具挑战性的疾病,存在多发性创伤时经常被遗漏。目前,MLKI 的诊断标准已基本达成共识,但除切开手术及关节镜检查的金标准外,何种检查能更好地在术前明确诊断仍缺乏统一意见。既往研究认为 MRI 检查同样为诊断的金标准,但新近的多项研究否认此观点,也有部分研究认为 MRI 检查的精准度不如临床检查。对于 MLKI 患者,手术治疗优于非手术治疗,鉴于 MLKI 并发症往往较严重,患者应尽早手术。MLKI 的最佳重建方式和移植选择仍缺乏共识,也缺乏专门描述 MLKI 的分类,大多数文献均采用膝关节脱位分类系统进行分类,但其无法为选择手术方案提供准确帮助。术后早期康复仍是实现理想结局的主要影响因素,需要专门的团队及方法。

参考文献

- [1] Venter SM, Dey R, Khanduja V, et al. The management of acute knee dislocations: a global survey of orthopaedic surgeons' strategies[J]. SICOT J, 2021, 7: 21.
- [2] Lynch AD, Chmielewski T, Bailey L, et al. Current concepts and controversies in rehabilitation after surgery for multiple ligament knee injury[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2017, 10(3): 328-345.
- [3] Mosquera MF, Jaramillo A, Gil R, et al. Controversies in acute multiligamentary knee injuries (MLKI)[J]. J Exp Orthop, 2020, 7(1): 56.
- [4] 楼超, 戴雪松, 陆志凯. 膝关节多韧带损伤的研究进展[J]. 现代实用医学, 2023, 35(4): 425-428.
- [5] Doshier WB, Maxwell GT, Warth RJ, et al. Multiple ligament knee injuries: current state and proposed classification[J]. Clin Sports Med, 2019, 38(2): 183-192.
- [6] Skendzel JG, Sekiya JK, Wojtyl EM. Diagnosis and management of the multiligament-injured knee[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2012, 42(3): 234-242.
- [7] Keeling LE, Powell SN, Purvis E, et al. Postoperative rehabilitation of multiligament knee reconstruction: a systematic review[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2021, 29(2): 94-109.
- [8] Nagaraj R, Shivanna S. Pattern of multiligament knee injuries and their outcomes in a single stage reconstruction: experience at a tertiary orthopedic care centre[J]. J Clin Orthop Trauma, 2020, 15: 156-160.
- [9] Kupezik F, Schiavon MEG, Vieira LA, et al. Knee dislocation: descriptive study of injuries[J]. Rev Bras Ortop, 2013, 48(2): 145-

- 151.
- [10] Arom GA, Yerasosian MG, Petrigliano FA, et al. The changing demographics of knee dislocation: a retrospective database review[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(9): 2609-2614.
- [11] Bi AS, Mojica ES, Markus DH, et al. Risk of postoperative stiffness following multiligamentous knee injury surgery is not affected by obesity: a multicenter study[J]. Arthroscopy, 2022, 38(12): 3175-3181.
- [12] Lian J, Patel NK, Nickoli M, et al. Obesity is associated with significant morbidity after multiligament knee surgery[J]. J Knee Surg, 2020, 33(6): 525-530.
- [13] Fahlbusch H, Krivec L, Müller S, et al. Arthrofibrosis is a common but poorly defined complication in multiligament knee injuries: a systematic review[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2023, 143(8): 5117-5132.
- [14] Holloway C, Rizzi A, Dickherber J, et al. Multiligamentous knee injuries: current concepts review[J]. J Knee Surg, 2023, 36(3): 236-245.
- [15] Moorman CT 3rd. Editorial commentary: external fixation and/or vascular injury is associated with postoperative arthrofibrosis after multiple-ligament knee injury reconstruction[J]. Arthroscopy, 2022, 38(12): 3182-3183.
- [16] Li ZI, Green JS, Chalem I, et al. Patient-reported outcomes and return to pre-injury activities after surgical treatment of multi-ligamentous knee injuries in patients over 40-years-old: average 5-years follow-up[J]. Knee, 2023, 46: 89-98.
- [17] Fortier LM, Stylli JA, Civilette M, et al. An evidence-based approach to multi-ligamentous knee injuries[J]. Orthop Rev (Pavia), 2022, 14(4): 35825.
- [18] Peeler J, Leiter J, MacDonald P. Accuracy and reliability of anterior cruciate ligament clinical examination in a multidisciplinary sports medicine setting[J]. Clin J Sport Med, 2010, 20(2): 80-85.
- [19] Sokal PA, Norris R, Maddox TW, et al. The diagnostic accuracy of clinical tests for anterior cruciate ligament tears are comparable but the Lachman test has been previously overestimated: a systematic review and meta-analysis[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2022, 30(10): 3287-3303.
- [20] Sandberg R, Balkfors B, Henricson A, et al. Stability tests in knee ligament injuries[J]. Arch Orthop Trauma Surg (1978), 1986, 106(1): 5-7.
- [21] Laprade RF, Bernhardtson AS, Griffith CJ, et al. Correlation of valgus stress radiographs with medial knee ligament injuries: an in vitro biomechanical study[J]. Am J Sports Med, 2010, 38(2): 330-338.
- [22] Perkins CA, Willimon SC. Multiligament knee injuries in young athletes[J]. Clin Sports Med, 2022, 41(4): 611-625.
- [23] Gwathmey FW Jr, Tompkins MA, Gaskin CM, et al. Can stress radiography of the knee help characterize posterolateral corner injury?[J]. Clin Orthop Relat Res, 2012, 470(3): 768-773.
- [24] Dianat S, Bencardino JT. Postoperative magnetic resonance imaging of the knee ligaments[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2022, 30(4): 703-722.
- [25] Kobayashi S, Terayama K. Quantitative stress radiography for diagnosis of anterior cruciate ligament deficiency. Comparison between manual and instrumental techniques and between methods with knee flexed at 20 degrees and at 90 degrees[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1993, 112: 109-112.
- [26] Rocha de Faria JL, Pedrinha ISM, Pavão DM, et al. Stress radiography for multiligament knee injuries: a standardized, step-by-step technique[J]. Arthrosc Tech, 2020, 9(12): e1885-e1892.
- [27] Bui KL, Ilaslan H, Parker RD, et al. Knee dislocations: a magnetic resonance imaging study correlated with clinical and operative findings[J]. Skeletal Radiol, 2008, 37(7): 653-661.
- [28] Li X, Hou Q, Zhan X, et al. The accuracy of MRI in diagnosing and classifying acute traumatic multiple ligament knee injuries[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 43.
- [29] Mathewson G, Kwapisz A, Sasyniuk T, et al. Vascular injury in the multiligament injured knee[J]. Clin Sports Med, 2019, 38(2): 199-213.
- [30] McDonough EB Jr, Wojtys EM. Multiligamentous injuries of the knee and associated vascular injuries[J]. Am J Sports Med, 2009, 37: 156-159.
- [31] Stannard JP, Sheils TM, Lopez-Ben RR, et al. Volgas DA (2004) vascular injuries in knee dislocations: the role of physical examination in determining the need for arteriography[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86(5): 910-915.
- [32] Cain M, Ousey K, Atkin L. Use of ankle-brachial pressure index to assess patient suitability for lower limb compression[J]. Br J Nurs, 2022, 31(20): S6-S14.
- [33] Maslaris A, Brinkmann O, Bungartz M, et al. Management of knee dislocation prior to ligament reconstruction: what is the current evidence? Update of a universal treatment algorithm[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2018, 28(6): 1001-1015.
- [34] Neri T, Myat D, Beach A, et al. Multiligament knee injury: injury patterns, outcomes, and gait analysis[J]. Clin Sports Med, 2019, 38(2): 235-246.
- [35] Ng JWG, Myint Y, Ali FM. Management of multiligament knee injuries[J]. EFORT Open Reviews, 2020, 5(3): 145-155.
- [36] Moran J, Schneble CA, Katz LD, et al. Examining the bone bruise patterns in multiligament knee injuries with peroneal nerve injury[J]. Am J Sports Med, 2022, 50(6): 1618-1626.
- [37] Krych AJ, Sousa PL, King AH, et al. Meniscal tears and articular cartilage damage in the dislocated knee[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(10): 3019-3025.
- [38] Labarre C, Kim SH, Pujol N. Incidence and type of meniscal tears in multiligament injured knees[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(2): 465-474.
- [39] King AH, Krych AJ, Prince MR, et al. Are meniscal tears and articular cartilage injury predictive of inferior patient outcome after surgical reconstruction for the dislocated knee[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(10): 3008-3011.
- [40] Scheepers W, Khanduja V, Held M. Current concepts in the assessment and management of multiligament injuries of the knee[J]. SICOT J, 2021, 7: 62.
- [41] Vicenti G, Solarino G, Carrozzo M, et al. Major concern in the multiligament-injured knee treatment: a systematic review[J]. Injury, 2019, 50(Suppl 2): S89-S94.

- [42] Khan MJ, Asif N, Sharma A, et al. Single-stage versus two-stage reconstruction in chronic multi ligament knee injury[J]. Int J Burns Trauma, 2022, 12(2): 35-44.
- [43] Kim SH, Han SJ, Park YB, et al. A systematic review comparing the results of early vs delayed ligament surgeries in single anterior cruciate ligament and multiligament knee injuries[J]. Knee Surg Relat Res, 2021, 33(1): 1.
- [44] Mahmood A, Umer HM, Paramasivan A, et al. Does delayed ligament reconstruction surgery lead to poor outcomes in patients with multiligament knee injuries?[J]. Cureus, 2023, 15(1): e34219.
- [45] Özbek EA, Dadoo S, Grandberg C, et al. Early surgery and number of injured ligaments are associated with postoperative stiffness following multi-ligament knee injury surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(10): 4448-4457.
- [46] Weiss NG, Kaplan LD, Graf BK. Graft selection in surgical reconstruction of the multiple-ligament-injured knee[J]. Oper Tech Sports Med, 2003, 11(3): 218-225.
- [47] Lee JH, Cook JL, Wilson N, et al. Outcomes after multiligament knee injury reconstruction using novel graft constructs and techniques[J]. J Knee Surg, 2022, 35(5): 502-510.
- [48] Toppo AJ, Perrone GS, Sylvia SM, et al. High levels of satisfaction and adequate patient-reported outcomes after operative reconstruction of multiligament knee injury with allograft among patients aged 40 years and older[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2022, 5(1): e29-e34.
- [49] Monson J, Schoenecker J, Schwery N, et al. Postoperative rehabilitation and return to sport following multiligament knee reconstruction[J]. Arthrosc Sports Med Rehabil, 2022, 4(1): e29-e40.
- [50] Bernhoff K, Michaëlsson K, Björck M. Incidence and outcome of popliteal artery injury associated with knee dislocations, ligamentous injuries, and close to knee fractures: a nationwide population based cohort study[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021, 61: 297-304.
- [51] Malik SS, Osan JK, Aujla R, et al. A systematic review on management and outcome of irreducible knee dislocations[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2022, 108(8): 103415.

(收稿日期 : 2024-01-29)

(本文编辑 : 杨晓娟)

• 敬告读者 •

为了更好地服务读者和作者,提高稿件的处理速度和效率,缩短文章发表周期,本刊现已采用远程采编系统。进入官方网站(<http://gjgkx.paperopen.com>),点击左上侧“作者投稿”栏,登记作者信息,注册成功后即可在线投稿。或可直接将稿件以附件形式发送至官方邮箱(intjorthop@163.com)。请作者以实名、常用电子邮箱和移动电话登记,以便于后续与您联系。

《国际骨科学杂志》编辑部