

## 漂浮膝损伤的诊治进展

张坤淇 张睿 徐佳 康庆林

**【摘要】** 漂浮膝损伤是一类由高能暴力引起的同侧股骨、胫骨的骨干或邻近干骺端同时骨折,造成膝关节呈连枷状的严重损伤,具有损伤机制复杂、处理困难、并发症多等特点。膝关节受累与漂浮膝预后相关,故目前常采用Fraser分型系统对漂浮膝损伤分类。由于可合并躯干脏器损伤,接诊此类患者,应首先稳定生命体征、排除或修补内脏损伤后,再着眼患肢功能重建。尽管分期的骨与软组织功能重建手术配合系统的功能锻炼对改善患肢功能疗效显著,但由于损伤严重和存在诸多并发症,漂浮膝损伤的长期随访结果并不乐观。因此,骨科手术医生在治疗此类损伤的同时应积极防治并发症。

**【关键词】** 漂浮膝损伤; 发病机制; 治疗; 预后; 进展

**The progress of the management of floating knee injury** Zhang Kunqi, Zhang Rui, Xu Jia, Kang Qinglin. Department of Orthopedics, Shanghai Sixth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200233, China

Corresponding author: Kang Qinglin, Email: orthokang@163.com

**【Abstract】** Floating knee injury refers to simultaneous diaphyseal or metaphyseal fractures in ipsilateral femur and tibia due to high-energy violence, which results in severe flail knee joint and is characterized by sophisticated mechanisms, tough management and high rate of complications. Because intraarticular injury is associated with the prognosis of floating knee injury, Fraser classification system is now the most widely utilized to classify such injuries. Since concomitant body organ injuries could be life-threatening, stability of vital signs and evaluation and repair of organ injury should be foremost when come up with such victims, to which limb function reconstruction should be secondary. Although staged bone and soft tissue surgical reconstruction along with systemic rehabilitation could improve the function of the injured extremity, results from long-term follow-up do not indicate an optimistic prognosis due to the severity of the injury and multiple complications. Thus, orthopedists should treat such injury with optimal procedures and consider the prevention of complications at the same time.

**【Key words】** Floating knee; Mechanism; Treatment; Prognosis; Progress

漂浮膝损伤是一类由高能暴力引起的同侧股骨、胫骨的骨干或邻近干骺端同时骨折,造成膝关节呈连枷状的严重损伤,具有损伤机制复杂、处理困难、并发症多等特点,如治疗不当,患肢将遗留严重的功能障碍<sup>[1-3]</sup>。尽管自1975年由Blake等首次报导以来,漂浮膝的治疗报导繁多,但仍极具争议<sup>[2,4-11]</sup>。本文拟通过回顾近年来成果,系统地总结目前学界对漂浮膝的认识,并探讨合理的诊疗策略。

### 一、特点与分型

漂浮膝损伤多由高能暴力所致,常合并身体其他重要脏器损伤以及患肢局部严重的血管、神经和软组织损伤。漂浮膝损伤与股骨近段骨折合并胫骨远段骨折、单纯膝关节

内损伤相比,由于膝关节力臂的缺失,可呈现明显不稳定的漂浮状态<sup>[2]</sup>。漂浮膝损伤部位多、病情危重,常合并膝关节周围软组织损伤、感染、休克、骨筋膜室综合征,且存在栓塞风险,因此绝非股骨、胫骨双骨折的单纯叠加<sup>[2,9,12-15]</sup>。面对此类损伤,如何优先稳定生命体征、处理重要脏器损伤,同时防治骨折并发症和膝关节功能障碍是目前临床工作的难点<sup>[5,11]</sup>。目前认为,处理漂浮膝损伤应当先救命、后治病,经多学科会诊,在患肢尽早实现简单有效制动、防止软组织继发损伤的同时,首先维持生命体征、完善躯干重要脏器探查。待病情稳定后,方可行骨折的手术治疗。

漂浮膝损伤的分型方法较多<sup>[6,8,9,16-18]</sup>。膝关节受累与漂浮膝预后相关,故目前常采用Fraser分型:I型,股骨、胫骨骨干骨折,无膝关节受累;II a型,仅胫骨平台受累;II b型,仅股骨髁受累;II c型,股骨髁、胫骨平台均受累<sup>[16,19]</sup>。累及股骨远端的Fraser II型漂浮膝损伤预后较差<sup>[20]</sup>。Letts-Vincent分型和Bohn-Durbin分型仅用于儿童漂浮膝损伤<sup>[1,9]</sup>。(表1)以上常用的漂浮膝损伤分型仅描述其骨骼损伤情况,并不考虑

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2023.04.009

基金项目: 国家自然科学基金(82072421); 上海市自然科学基金(20ZR1442200)

作者单位: 200233 上海交通大学医学院附属第六人民医院骨科

通信作者: 康庆林, Email: orthokang@163.com

表1 漂浮膝损伤的不同分型

Blake-McBryde 分型 <sup>[8]</sup>	Letts-Vincent 分型 <sup>[1,9]</sup>	Bohn-Durbin 分型 <sup>[1,9]</sup>	Fraser 分型 <sup>[16]</sup>
I 型: 股骨、胫骨骨干骨折;	A 型: 闭合的股骨、胫骨双骨干骨折;		I 型: 股骨、胫骨骨干骨折, 无膝关
II A 型: 股骨、胫骨骨折合并膝关	B 型: 闭合骨折, 骨折位于股骨或胫	I 型: 股骨、胫骨双骨干骨折;	节受累; II a 型: 胫骨平台受累;
节受累;	骨之一的干骺端;	II 型: 股骨、胫骨双骨折邻近关	II b 型: 股骨远段及膝关节面受
II B 型: 股骨、胫骨骨折合并髌关	C 型: 闭合骨折, 骨折位于股骨或胫	节;	累;
节或踝关节受累;	骨之一的骨骺;	III 型: 存在骨骺损伤;	II c 型: 股骨、胫骨膝关节均受累
	D 型: 股骨或胫骨存在开放骨折;		改良 III 型 <sup>[17]</sup> : 合并髌骨骨折
	E 型: 股骨和胫骨均存在开放骨折;		

膝关节韧带及其他软组织损伤, 分型结果并不能完全指导治疗方案或提供预后信息。近年来研究发现, 现有漂浮膝损伤分型系统缺乏对骨折节段、髌骨骨折和开放损伤的分级描述, 故有学者采用复合分型系统以预测漂浮膝损伤的预后<sup>[6,17-18]</sup>。

## 二、病因与流行病学

高能量暴力是导致漂浮膝损伤的主要原因, 可同时引起严重的软组织损伤和其他部位的损伤。常见的致伤原因包括摩托车摔伤、高处坠落伤、车祸伤和其他膝关节周围的钝性创伤<sup>[1,5,20,21]</sup>。车祸所致漂浮膝损伤中, 驾乘人员及行人均可受累。驾乘人员于撞击、制动中膝关节受到强大的直接暴力, 可致膝关节与股骨、胫骨骨干连续性中断, 表现为膝关节游离浮动, 残存的暴力可引起四肢和躯干损伤; 顺舵方向肢体和人员在驾驶中更易暴露, 损伤几率明显增大; 行人漂浮膝损伤的机制略有不同, 小腿可能率先受到车辆撞击发生胫骨骨折, 身体腾空后大腿再次受到车辆撞击发生股骨骨折, 坠落前后则可继发四肢及躯干损伤<sup>[2,22]</sup>。

由于同侧的股骨、胫骨同时骨折并不常见, 人群漂浮膝损伤发病率尚不明确。但男性患者明显多于女性, 这可能是由于男性相比女性在高风险、重体力劳动中的参与度更高。儿童漂浮膝损伤则更为少见<sup>[1,2,9]</sup>。

## 三、治疗

### (一) 原则

对于生命体征稳定、仅存在患肢损伤的漂浮膝患者, 可着手处理骨折及软组织损伤。否则, 应当首先积极抢救休克、处理躯干重要脏器损伤, 患肢仅行简单固定, 待生命体征平稳后可开展患肢的治疗<sup>[1,2,9,12,23,24]</sup>。

### (二) 骨折的处理

漂浮膝损伤的骨折处理取决于骨折是否开放、骨折部位、粉碎程度和骨发育程度等因素。早期研究认为, 在儿童漂浮膝损伤中, 无移位或轻度移位的骨折可仅由长腿石膏管型固定; 而孤立的骨骺损伤则需使用钢针内固定联合石膏固定6周<sup>[1,25]</sup>。新近的多中心研究表明, 应用交锁髓内钉固定股骨骨折、石膏管型或弹性髓内钉固定胫骨骨折可有效缩短住院时间并增加预后的优良率<sup>[1,9]</sup>。保守治疗儿童漂浮膝损伤常出现过度生长、骨骺早闭等并发症, 手术治疗可以减少并发症的发生率、缩短住院时间并尽早开始无负重训练, 但需

要注意手术治疗的相关并发症亦不罕见<sup>[26-29]</sup>。

更复杂的股骨、胫骨骨折所需要的手术治疗创伤也更大, 目前常采用交锁髓内钉、锁定加压钢板和动力髌螺钉对这类漂浮膝损伤进行骨折固定。交锁髓内钉多用于骨干骨折, 用以完成功能复位, 同时在骨的二期愈合中促进骨痂形成。对于更需要解剖复位和骨一期愈合的骨干骨折, 可采用锁定加压钢板。钢板通过铸型亦可用于复位和固定合并有骨代谢疾病或骨发育异常引起的畸形骨块<sup>[2]</sup>。为重建关节活动度, 关节内骨折必须解剖复位, 此时可使用动力髌螺钉进行骨折固定<sup>[7]</sup>。胫骨骨折除非累及胫骨平台, 仅功能复位即可。Brown等<sup>[4]</sup>报导股骨交锁髓内钉联合跨膝外固定一期稳定 Fraser II A 型漂浮膝损伤力线, 二期更换股骨、胫骨平台内固定, 该方法能够最大程度一期保留患肢软组织完整性和血流动力学稳定性, 为二期内固定植入、软组织修复创造有利条件, 且具有股骨骨折相关并发症发生率低的特点。Peng等<sup>[30]</sup>报导前侧入路微创钢板接骨术一期固定 Fraser II C 型漂浮膝损伤力线, 3 月后完全负重, 软组织损伤较小的情况下, 该方法可以良好地固定关节面损伤, 并且避免软组织并发症的发生并且加快骨折恢复速度。Vallier等<sup>[2]</sup>针对不同 Fraser 分型的漂浮膝损伤提出了术后康复训练的方案, 但其有效性有待验证。

开放的漂浮膝损伤可伴有骨缺损、感染等并发症, 治疗难度大、周期长<sup>[3]</sup>。开放性骨折将增加感染发生的风险<sup>[1]</sup>。骨缺损, 主要由损伤本身或清创术导致, 长段的骨缺损一期往往由于软组织条件受限难以修复, 可使用外固定支架临时固定。二期修复骨缺损时, 可采用骨搬运、牵张成骨等方法, 但治疗周期均较长。Hosny等<sup>[31]</sup>应用 Ilizarov 技术在伤后平均 51 天治疗 19 例漂浮膝损伤患者, 经 1.5 至 2 月达临床骨愈合, 平均屈膝 97.4°。近年来, 随着复合移植物的发展和应用, Masquelet 技术在修复漂浮膝关节周围长段骨缺损的疗效也逐渐体现<sup>[24]</sup>。Strain等<sup>[10]</sup>报导一例漂浮膝损伤合并长短股骨、胫骨缺损伤后 15 周行自体复合移植联合成骨诱导填充物修补骨缺损, 伤后 25 月患肢负重功能得以重建, 膝关节活动度得到部分恢复。Lu等<sup>[32]</sup>报导一例漂浮膝损伤合并胫骨近端及软组织严重粉碎损伤, 采取旋转成形术进行一期膝踝融合, 术后 11 月装配假体完全负重, 经 4 年随访患者获得

满意的功能恢复。

然而,对于生命体征不稳、严重的Gustillo II型或III型开放漂浮膝损伤患者,经股骨截肢或经胫骨截肢往往不可避免<sup>[1]</sup>。

### (三)软组织损伤的处理

开放漂浮膝损伤存在大面积皮肤、软组织缺损时,可使用负压创面治疗(negative-pressure wound therapy, NPWT)技术减少创面水肿和清除污染,但目前尚无临床研究报导NPWT在漂浮膝损伤中的疗效。此外,局部皮瓣或带蒂、游离皮瓣修复漂浮膝损伤创面的病例时有报导,同样缺乏大样本的临床研究以确定疗效<sup>[10]</sup>。需要注意的是当胫骨存在软组织缺损时,不当的创面修复将增大创面感染事件的发生率,并增加骨不连的风险<sup>[33]</sup>。

漂浮膝损伤可合并膝关节周围韧带损伤,其中前交叉韧带最易受累。早期发现韧带损伤能够指导骨折固定物的选择和韧带修复、重建的效果,例如反向股骨交锁髓内钉会阻碍交叉韧带的修补<sup>[34]</sup>。采取反向股骨交锁髓内钉固定骨折时,髓内钉植入过程较易造成髌腱损伤,并进一步提高髌腱内异位骨化事件发生率<sup>[14]</sup>。

血管损伤约占所有漂浮膝损伤患肢的30%。患肢远端动脉搏动不清、末梢充盈不佳、踝-肱指数小于0.9时,应完善患肢CTA并准备手术探查<sup>[2]</sup>。在漂浮膝处理流程上,先行血管修复可能会影响后续不稳定骨折的操作处理,但血管损伤是漂浮膝术后Karlström评价不良的风险因素,漂浮膝患肢的血管损伤应当谨慎地评估和处理<sup>[14]</sup>。

### 四、并发症

漂浮膝损伤合并症多、并发症发生率高,骨科手术医生在治疗此类损伤的同时应积极防治并发症<sup>[2,3,5,11,21]</sup>。

深静脉血栓是漂浮膝损伤的常见的早期并发症<sup>[35]</sup>。Alencar等<sup>[15]</sup>发现漂浮膝损伤患者即使进行预防性抗栓治疗,下肢深静脉血栓形成风险也较高,尤其是男性非惯用手侧Fraser I型漂浮膝损伤。迅速的体液复苏、早期骨折固定与活动能够有效减少患肢制动时间,进而减少血栓形成和栓塞风险。其他漂浮膝损伤的早期并发症还包括急性呼吸窘迫综合征、多器官功能衰竭、感染和脂肪栓塞等<sup>[2]</sup>。

严格遵守无菌原则可避免术后感染并发症的发生,但漂

浮膝损伤术后感染事件并不罕见。表面软组织和深部都有感染的风险,胫骨的深部感染事件较股骨常见,这可能与其组织血供有关<sup>[1]</sup>。Bhattacharyya等<sup>[36]</sup>发现Gustillo III B开放性胫骨骨折有更大的感染风险,皮肤、软组织缺损创面的早期修复可以有效避免低感染事件的发生。在胫骨开放性骨折损伤的研究中,NPWT技术表现出优秀的减少感染事件疗效,但其在漂浮膝损伤中的疗效仍需进一步的临床研究<sup>[37]</sup>。郎跃忠等<sup>[38]</sup>一项关于胫骨骨折回顾性研究发现,相对于经皮微创钢板内固定术,髓内钉固定可减少胫骨骨折感染事件的发生率。

漂浮膝损伤并发脂肪栓塞的情况较为罕见,但漂浮膝损伤常需要植入复数的髓内钉且可能需要双侧患肢固定,脂肪栓塞依旧是漂浮膝损伤治疗过程中值得关注的威胁。术中在髓内钉植入后,若出现患者呼吸监护提示栓塞可能,尚未固定的骨折可采取钢板固定或外固定器固定<sup>[2]</sup>。

漂浮膝损伤的晚期并发症中,骨的畸形愈合明显多于不愈合,常表现为双下肢不等长,这可能是由于下肢力线的恢复较为困难<sup>[2,3,5,11,12,19]</sup>。膝关节异位骨化是漂浮膝损伤最常见的晚期并发症,Kent等<sup>[14]</sup>发现逆行交锁髓内钉固定股骨骨折或合并髌腱损伤的漂浮膝损伤患肢更易发生膝关节的异位骨化,但膝关节内异位骨化对膝关节活动度的影响尚需更多的研究证据。延迟或不足的膝关节伸屈训练会导致大腿肌群肌力明显减退,而膝关节僵硬则与吸烟、损伤严重程度和开放性损伤相关<sup>[2,13]</sup>。使用长腿石膏管型和避免患肢负重可以避免骨折移位和再次骨折的发生,降低骨不连的发生率<sup>[39]</sup>。

### 五、疗效评价与预后

用于漂浮膝损伤术后功能评价的量表较为匮乏,Karlström-Olerud评分系统报导较早,并已沿用数十年<sup>[40]</sup>。(表2)尽管存在一定的局限性,新近提出的膝损伤与骨关节炎疗效评分(Knee injury and osteoarthritis outcome score, KOOS)效能仍需进一步的临床验证<sup>[5,41]</sup>。

漂浮膝损伤由于损伤机制复杂,并发症多,预后并不乐观。目前认为,严重的骨折类型(开放胫骨骨折、多节段骨折、关节内骨折、合并需要手术治疗的其他严重损伤)和延迟固定等是导致漂浮膝损伤预后不良的主要因素。Kulkarni等<sup>[9]</sup>报导89例漂浮膝损伤患者[年龄(34.34±12.28)岁],胫骨骨折愈

表2 Karlström-Olerud评分系统<sup>[40]</sup>

	满意		不满意	
	优	良	可接受	差
大腿或腿主观症状	无	轻微、间歇	较重的症状或功能障碍	严重的功能障碍;静息痛
膝或踝主观症状	无	轻微、间歇	较严重的症状或功能障碍	严重的功能障碍;静息痛
行走能力	无受限	轻微、间歇受限	行走距离缩短	需要拐杖或其他支持
工作和运动	同伤前	工作同伤前,不饿能参加部分运动	轻体力劳动	永久丧失工作能力
旋转和/或成角畸形	无	<10°	10°至20°	>20°
肢体短缩	无	<1 cm	1至3 cm	>3 cm
关节活动受限	无	踝关节受限<10°	踝关节受限10°至20°	踝关节受限>20°
		髌和/或膝关节受限<20°	髌和/或膝关节受限20°至40°	髌和/或膝关节受限>40°



合时间为(9.52±6.6)月,股骨骨折愈合时间为(19.5±7.37)月,股骨发生节段性骨折的愈合时间延长约6月。Demirtas等<sup>[12]</sup>报导26例漂浮膝损伤患者,术后平均4.4年随访优6例、良8例、可接受6例、差6例。Rollo等<sup>[11]</sup>报导224例漂浮膝损伤患者,术后2年平均Karlström-Olerud得分27(15-33)分。

需要注意的是当前漂浮膝损伤术前分型中并不包含患肢软组织损伤情况,但多项研究表明膝关节受累、周围韧带损伤、血管损伤是患肢术后功能评价不良的主要风险因素<sup>[14,42]</sup>。Yokoyama等<sup>[43]</sup>报导一项67例漂浮膝损伤的回归分析,膝关节周围韧带损伤是患肢预后不良的主要风险因素之一。Vaidyanathan等<sup>[42]</sup>主张在即使漂浮膝患肢骨折不涉及膝关节,在术中发现膝关节韧带损伤时,将患肢漂浮膝损伤归入Blake-McBryde分型ⅡA。

对于浮膝膝损伤患者,早期功能锻炼。患者应该参与严格的物理治疗计划,包括进行性负重和膝盖活动范围康复训练。患肢骨折和膝关节韧带复合体的完整性决定了术后负重和膝关节活动范围的康复过程<sup>[2]</sup>。

## 六、总结与展望

漂浮膝损伤是一类复杂的急诊复合损伤,在同侧股骨、胫骨骨折基础上可同时伴有神经、血管、软组织及躯干重要脏器损伤,会造成巨大的家庭和社会经济负担。接诊此类患者,应首先稳定生命体征、排除或修补内脏损伤后,再着眼患肢功能重建。然而,即使经过细致的手术治疗与系统的康复训练,漂浮膝损伤并发症发生率仍然较高,预后也不容乐观。正确选择骨折复位固定方法、修复患肢软组织损伤和及时有效的功能锻炼是改善漂浮膝损伤的有效手段。未来多中心、大样本的临床研究能够为指导此类损伤的诊治提供有力证据。

## 参 考 文 献

- 1 Anari JB, Neuwirth AL, Horn BD, et al. Ipsilateral femur and tibia fractures in pediatric patients: A systematic review [J]. World J Orthop, 2017, 8(8): 638-643.
- 2 Vallier H, Manzano GW. Management of the floating knee: ipsilateral fractures of the femur and tibia [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2020, 28(2): e47-e54.
- 3 Kulkarni MS, Aroor MN, Vijayan S, et al. Variables affecting functional outcome in floating knee injuries [J]. Injury, 2018, 49(8): 1594-1601.
- 4 Brown JT, Bergin PF, Prather JW, et al. Acute femoral nailing and ipsilateral Knee- Spanning external fixation: improved early stability for floating knee injuries involving the tibial plateau [J]. J Orthop Trauma, 2021, 35(7): e258-e262.
- 5 Piedra-Calle CA, García-Sánchez Y, Teixidor-Serra J, et al. Challenges and outcomes in the treatment of floating knees. A case series of ipsilateral femur and tibia fractures around the knee [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2022, 32(2): 325-331.
- 6 Raju S, Singhi PK, C M, et al. Floating knee injuries - An analytical study using a conglomerated comprehensive classification [J]. Injury, 2021, 52(10): 3091-3098.
- 7 Yadav V, Suri HS, Vijayvargiya M, et al. "Floating knee," an Uncommon Injury: Analysis of 12 Cases [J]. Rev Bras Ortop, 2019, 54(1): 53-59.
- 8 Blake R, McBryde A. The floating knee: Ipsilateral fractures of the tibia and femur [J]. South Med J, 1975, 68(1): 13-16.
- 9 Cortices. The pediatric "floating knee" injury: a State-of-the-Art multicenter study [J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101(19): 1761-1767.
- 10 Strain R, Vun J, Harwood PJ. Simultaneous induced membrane technique to reconstruct an obliterated floating knee [J]. Trauma Case Rep, 2021, 36: 100546.
- 11 Rollo G, Falzarano G, Ronga M, et al. Challenges in the management of floating knee injuries: Results of treatment and outcomes of 224 consecutive cases in 10 years [J]. Injury, 2019, 50 Suppl 4: S30-S38.
- 12 Demirtas A, Azboy I, Alemdar C, et al. Functional outcomes and quality of Life in adult ipsilateral femur and tibia fractures [J]. J Orthop Translat, 2019, 16: 53-61.
- 13 Andrade-Silva FB, Carvalho A, Mansano C, et al. Functional results and isokinetic muscle strength in patients with Fraser type I floating knee treated with internal fixation [J]. Injury, 2017, 48 Suppl 4: S2-S5.
- 14 Kent WT, Shelton TJ, Eastman J. Heterotopic ossification around the knee after tibial nailing and ipsilateral antegrade and retrograde femoral nailing in the treatment of floating knee injuries [J]. Int Orthop, 2018, 42(6): 1379-1385.
- 15 Alencar JB, Lira R, Cavalcante R, et al. Incidence of deep vein thrombosis in floating knee [J]. Acta Ortop Bras, 2021, 29(1): 17-20.
- 16 Fraser RD, Hunter GA, Waddell JP. Ipsilateral fracture of the femur and tibia [J]. J Bone Joint Surg Br, 1978, 60-B(4): 510-515.
- 17 Karşlı B, Tekin SB. The floating knee injuries: does it need a new classification system? [J]. Indian J Orthop, 2021, 55(2): 499-505.
- 18 Ran T, Hua X, Zhenyu Z, et al. Floating knee: a modified Fraser's classification and the results of a series of 28 cases [J]. Injury, 2013, 44(8): 1033-1042.
- 19 Alencar NJ, Osório NE, Souza C, et al. Evaluation of the interobserver agreement of the fraser and blake & McBryde classifications for floating knee [J]. Rev Bras Ortop, 2021, 56(4): 459-462.
- 20 Moussa MK, Bou RR, Ghanem I, et al. Complete extrusion of talar body associated with ipsilateral floating knee [J]. Cureus, 2020, 12(9): e10346.
- 21 Kaushal M, Chouhan DK, Sharma G, et al. Complex knee injury scenario in tertiary level care in North India: An epidemiological study [J]. J Clin Orthop Trauma, 2017, 8(Suppl 2): S6-S8.
- 22 Selim A, Diab NM, Barakat AS. A rare case of ipsilateral floating hip with femoral neck fracture and contralateral floating knee injury - proposal for a management flowchart and literature review [J]. J Orthop Case Rep, 2020, 10(3): 95-99.
- 23 Apostolopoulos AP, Angelis S, Elamin SE, et al. Bilateral floating knee Injury-Management of a complex injury [J]. J Long Term Eff Med Implants, 2019, 29(1): 1-6.
- 24 Masquelet AC. Induced membrane technique: pearls and pitfalls [J]. J Orthop Trauma, 2017, 31 Suppl 5: S36-S38.
- 25 Othman Y, Hassini L, Fekih A, et al. Uncommon floating knee in a teenager: a case report of ipsilateral physal fractures in distal femur and proximal tibia [J]. J Orthop Case Rep, 2017, 7(3): 80-83.
- 26 袁泉文, 王晓东, 甄允方, 等. 儿童漂浮膝的治疗方案及疗效分析 [J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(6): 527-531.
- 27 Arslan H, Kapukaya A, Kesemenli C, et al. Floating knee in children [J]. J Pediatr Orthop, 2003, 23(4): 458-463.

- 28 Ganesan RP, Anbu S, Palaniappan M, et al. ELASTIC STABLE INTRAMEDULLARY NAILING OF FEMORAL AND TIBIAL SHAFT FRACTURES IN CHILDREN [J]. Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences-Jemds, 2016, 5(71): 5196-5201.
- 29 Yue JJ, Churchill RS, Cooperman DR, et al. The floating knee in the pediatric patient. Nonoperative versus operative stabilization [J]. Clin Orthop Relat Res, 2000 (376): 124-136.
- 30 Peng C, Ren G, Dou M, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis for complex comminuted bone fractures in the Fraser's type II floating knee: a case report [J]. Eur J Med Res, 2022, 27(1): 31.
- 31 Hosny GA, Ahmed AA, Tabl EA. Neglected infected floating knee injury: evaluation of closed reduction techniques [J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2022, 48(3): 2331-2339.
- 32 Lu CK, Liu YC, Chen CT, et al. Immediate rotationplasty for a severely crushed floating knee in a blast injury: A case report [J]. Trauma Case Rep, 2022, 37: 100600.
- 33 Chen At VH, Open Fractures of the Lower Extremity:Epidemiology. Complications,and unplanned procedures [J]. Injury, 2016, 47(3): 742-747.
- 34 Liu Y, Zhang J, Zhang S, et al. Concomitant ligamentous and meniscal injuries in floating knee [J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(1): 1168-1172.
- 35 Kapoor CS, Mehta AK, Patel K, et al. Prevalence of deep vein thrombosis in patients with lower limb trauma [J]. J Clin Orthop Trauma, 2016, 7(Suppl 2): 220-224.
- 36 Bhattacharyya T, Mehta P, Smith M, et al. Routine use of wound vacuum-assisted closure does not allow coverage delay for open tibia fractures [J]. Plast Reconstr Surg, 2008, 121(4): 1263-1266.
- 37 Dedmond BT, Kortesis B, Pungner K, Simpson J, Argenta J, Kulp B, Morykwas M, Webb LX. The use of negative-pressure wound therapy (NPWT) in the temporary treatment of soft-tissue injuries associated with high-energy open tibial shaft fractures.
- 38 郎跃忠, 刘勇. 髓内钉与经皮锁定钢板治疗胫骨中下段骨折临床疗效分析 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(4): 184-190.
- 39 Card RK, Lowe JB, Bokhari AA. Floating knee [Z] , 2022: 30725781.
- 40 Karlström G, Olerud S. Ipsilateral fracture of the femur and tibia [J]. J Bone Joint Surg Am, 1977, 59(2): 240-243.
- 41 Chouhan D, Chouhan DK, Kanojia RK, et al. Comparison of functional outcomes among subtypes of Fraser's type II floating knee [J]. Chin J Traumatol, 2021, 24(1): 25-29.
- 42 Vaidyanathan S, Panchanathan GJ, Moongilpatti SM. Floating knee injury associated with patellar tendon rupture: a case report and review of literature [J]. Case Rep Orthop, 2012 (5): 913230.
- 43 Yokoyama K, Tsukamoto T, Aoki S, et al. Evaluation of functional outcome of the floating knee injury using multivariate analysis [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2002, 122(8): 432-435.

(收稿日期:2022-05-17)

(本文编辑:吕红芝)

张坤洪, 张睿, 徐佳, 等. 漂浮膝损伤的诊治进展 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2023, 9(4): 252-256.

中华医学会