

股骨和胫骨畸形的矫正

吴克俭

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2019.01.002

第二届京沪骨科峰会于 2018 年 7 月 21 日在上海举行。美国梅奥医学中心 Stephen Andrew Sems 教授应邀作了“股骨和胫骨畸形的矫正”专题报告,深入浅出、言简意赅地将股骨和胫骨畸形的诊断与治疗要点阐述得淋漓尽致,与会者反响很好。现征得 Sems 教授同意,笔者将其演讲内容整理成文,与同道分享。

股骨和胫骨畸形在临床上并不少见,起因是多方面的,多是骨折及其治疗后发生并发症的结果。对畸形明显、影响肢体功能者,需行矫正。截骨是手术矫正股骨和胫骨畸形的有效方法,而其效果除与畸形发生部位、类型等客观因素相关外,还取决于术者选择的截骨技术及应用的规范程度,临床上理应引起重视。

1 股骨和胫骨畸形的危害

股骨和胫骨是下肢主要的骨骼,参与形成髋关节、膝关节和踝关节,任何原因引起的股骨和胫骨畸形都可能影响下肢,甚至全身的功能或活动。股骨或胫骨骨干骨折的成角畸形愈合可使下肢负重力线发生变化,出现膝关节内翻或外翻畸形,关节面长期受力不均导致过度磨损,最终形成膝关节骨关节炎(图 1a)。膝关节置换患者如果胫骨骨折畸形愈合,关节力线不正和假体力线偏移,不能对称负重,容易发生假体磨损和松动,甚至造成假体下沉(图 1b)。

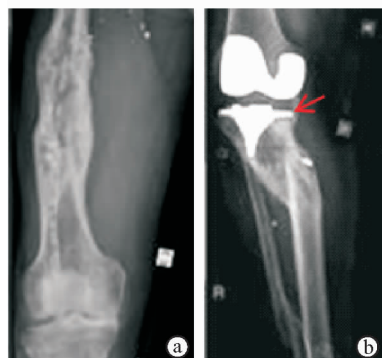


图 1 股骨和胫骨骨折成角畸形愈合的后果 a. 股骨骨折畸形愈合导致膝关节内侧间隙关节炎 b. 胫骨骨折畸形愈合导致胫骨假体下沉(红箭头)

股骨或胫骨骨干弯曲、成角畸形使骨骼长期反复承受高于骨骼所能承受的极限强度应力,骨小梁不断发生断裂、重塑,通过积累效应出现骨膜下骨折,即应力性骨折。例如,股骨弯曲引起下肢力线改变,反常的应力和负荷持续作用于股骨颈,导致应力性骨折(图 2a)。膝关节置换术中不矫正股骨存在的弯曲畸形,术后下肢力线不良,骨承重不均,加之假体与骨质弹性模量不同,股骨凸出的一侧应力集中,长此以往将导致疲劳性骨折(图 2b)。

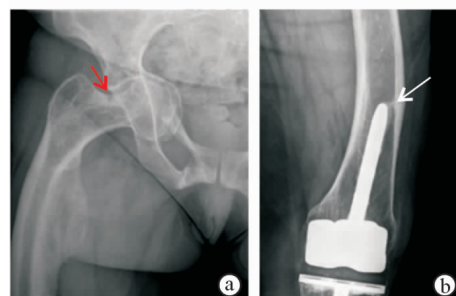


图 2 股骨畸形导致应力性骨折 a. 股骨颈应力性骨折(红箭头) b. 股骨外侧应力性骨折(白箭头)

肢体短缩也是一种畸形。股骨或胫骨弯曲与成角畸形使肢体相对长度减小,重叠畸形则使肢体绝对长度变小,两者均造成肢体短缩,使两侧肢体不等长,行走时跛行,站立时骨盆倾斜,更有甚者脊柱生理曲线改变,造成脊柱侧弯,结果椎管变形,椎间盘退变引发腰背痛(下页图 3a)。即便是截肢,也对残端骨骼的长度有所要求。例如,大腿截肢时,要求自坐骨结节到残肢末端的距离最好为 25 cm,这样髋部肌肉较完整,杠杆力臂较长,残肢才能更好地支配假肢。残肢骨骼过短直接影响假肢的悬吊能力、稳定性和步态(下页图 3b)。



图3 肢体短缩的危害 a. 下肢不等长导致骨盆倾斜 b. 截肢残端股骨过短

2 下肢畸形的放射学检查和测量

X线摄片是股骨和胫骨畸形的主要检查手段,要求负重站立,髌骨朝前,正侧位双下肢全长X线片需包含髌髌关节基底至地板,包括髌、膝、踝关节,尽可能摆平骨盆。对于骨盆倾斜者,须尽力纠正倾斜后再摄片,若系肢体不等长所致,则应垫高患侧,直至骨盆呈水平位(图4a)。摄侧位X线片时,髌关节外旋,膝关节完全伸直,足底平放在地板上(图4b)。摄X线片时,要放置标记物,以便测量时能够准确计算放大率;投照距离为305 cm,球管中心对准膝关节。



图4 摄下肢全长X线片 a. 正位X线片,需注意右下肢垫高以维持骨盆水平位 b. 侧位X线片,需注意髌关节外旋、膝关节伸直

股骨和胫骨畸形的诊断需根据正侧位X线片上的测量数据确定。首先,画出下肢机械轴(从股骨头中心至胫距关节中心的连线),测量机械轴偏移(MAD,膝关节中心至机械轴的距离)。正常MAD为0 mm(0 ± 3 mm)(图5a),即关节中心位于机械

轴上,机械轴位于关节中心外侧为膝外翻(图5b),机械轴位于关节中心内侧为膝内翻(图5c)。第二,在侧位X线片上确定膝关节铰链中心,即股骨后侧皮质与Blumensaat线(股骨髁间窝顶部骨皮质的切线)的交点(图6a)。正常时,膝完全伸直,下肢机械轴位于铰链中心前方少许(图6b),距离远表明存在膝关节过伸或膝关节反曲畸形。若机械轴位于膝关节铰链点的后方,表明下肢骨有前弓畸形(图6c)或膝关节屈曲畸形。第三,股骨和胫骨的解剖轴即骨干中线向关节两端的延长线,其在冠状面上可以是直线,在矢状面上可以是弧线。熟记机械轴和解剖轴与下肢关节的正常测量角度,对畸形矫正意义重大(图7)。正常股骨远端与机械轴的夹角约为 87° ,正常股骨远端与解剖轴的夹角约为 81° ,正常胫骨近端与机械轴和解剖轴夹角均约为 90° 。

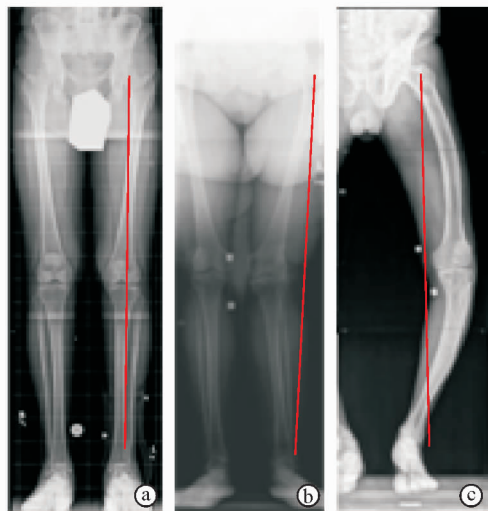


图5 机械轴及MAD a. 正常时,机械轴(红线)通过膝关节中心(MAD=0 mm) b. 膝外翻时,机械轴(红线)在膝关节中心的外侧(MAD=55 mm) c. 膝内翻时,机械轴(红线)位于膝关节中心的内侧(MAD=109 mm)

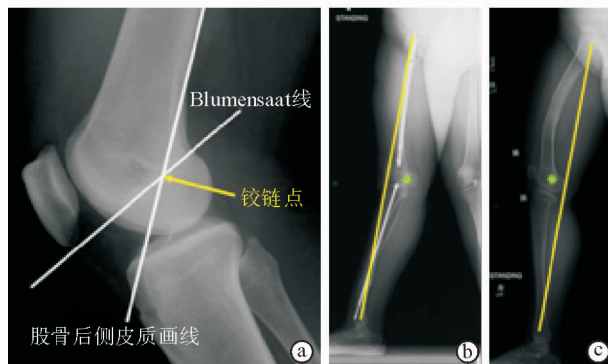


图6 膝关节铰链点与机械轴 a. 铰链点的确定 b. 正常时,机械轴位于铰链点前方少许 c. 机械轴位于铰链点后方表明下肢骨有前弓畸形

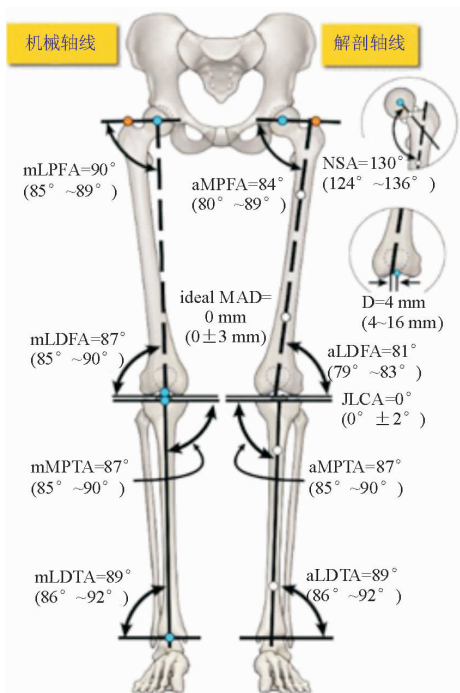


图7 下肢机械轴、解剖轴与关节角的测量 注:mLPFA为股骨近端机械轴外侧角,mLDFA为股骨远端机械轴外侧角,mMPTA为胫骨近端机械轴内侧角,mLDTA为胫骨远端机械轴外侧角,aMPFA为股骨近端解剖轴内侧角,aLDFA为股骨远端解剖轴外侧角,aMPTA为胫骨近端解剖轴内侧角,aLDTA为胫骨远端解剖轴外侧角,ideal MAD为理想机械轴偏距,NSA为颈干角,D为偏距,JLCA为关节线相交角

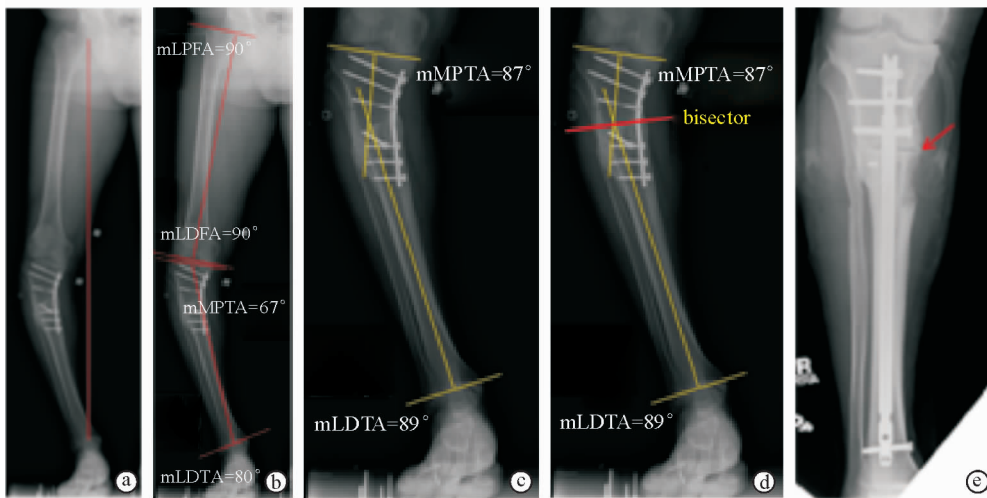


图8 畸形测量 a. 下肢全长正位X线片,红线为机械轴,位于膝关节中心内侧,提示内翻畸形 b. 股骨与胫骨的机械轴及相应骨关节角测量值 c. 按关节角生理值画出胫骨远近机械轴 d. 矫正成角畸形的旋转轴(红线) e. 截骨愈合后X线片显示截骨端没有平移(红箭头)

采用标准的闭合截骨技术时,楔形骨块用电锯截除,通过开放手术切口取出。为了减少电锯产热所引起的骨伤害,电锯转速要慢,截骨过程中需用生理盐水冲洗降温,形成的截骨平面应光滑平整,不能有牙间交错或摩擦,目的是截骨面能密切接触以利于愈合。

3 畸形部位与程度的确定

Sems教授提出,确定畸形部位与程度需进行以下步骤。①在正位X线片上画出下肢机械轴,测量MAD以确定有无内外翻畸形(图8a), $MAD > 3\text{ mm}$ 表示异常。②测量各个关节角,即mLPFA、mLDFA、mMPTA及mLDTA,将测量结果与正常值进行比较,以判定哪根骨头有畸形。如图8b所示,因 $mMPTA = 67^\circ$, $mLDTA = 80^\circ$,均小于正常值,所以胫骨存在畸形。③在畸形骨正位X线片上,按生理值画出骨的机械轴,远近段骨机械轴的交点即为畸形顶点(图8c)。④经过顶点画出两端机械轴夹角的平分线,此即为矫正成角畸形的旋转轴(图8d)。沿旋转轴截骨,无论是开放楔形截骨,还是闭合楔形截骨,骨端都不需要平移(图8e)。

4 截骨矫形方法

单平面成角畸形可以通过楔形截骨来矫正,如果畸形发生在骨干,可以按上述介绍的方法,经过矫正旋转轴进行开放或闭合楔形截骨,由于截骨部位骨端没有平移,可以用髓内钉或钢板固定。如果畸形位于干骺端,如下页图9所示,矫正旋转轴靠近关节端,不可能沿着它截骨,只能在邻近的骨干部进行开放或闭合截骨,但都会出现截骨端平移。

单平面成角畸形也可以采用经皮闭合楔形截骨技术进行矫正。在截骨部位,按预先测量好的需要截骨角度,由表及里用直径逐级减少的钻头钻孔(下页图10a),先用7 mm钻头,再用4 mm钻头,最后用2.5 mm钻头钻孔,形成外宽内窄的截骨面(下页图10b),手法矫正畸形(下页图10c)。

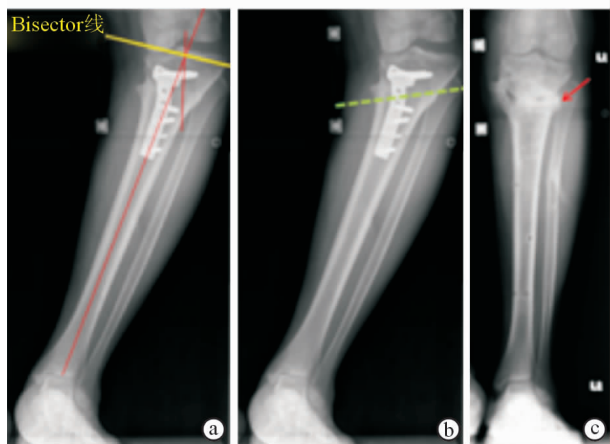


图9 不经矫正旋转轴的截骨畸形 a. 胫骨内翻畸形, 矫正旋转轴(黄线)邻近关节端 b. 截骨旋转轴(绿线) c. 截骨愈合后正位 X 线片显示截骨端平移(红箭头)

成角畸形也可以通过圆形穹顶状截骨术进行矫正。其原理是形成 2 个互相匹配的凸凹形截骨面

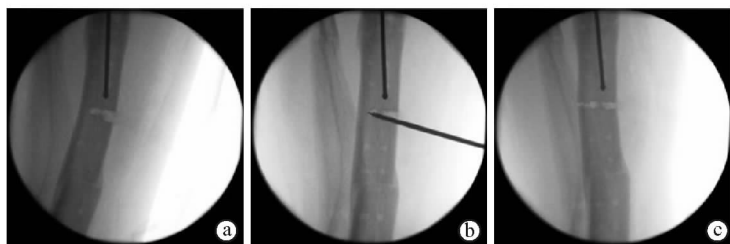


图10 经皮闭合楔形截骨术中透视影像 a. 先用7 mm钻头再用4 mm钻头钻孔后的截骨间隙 b. 最后用2.5 mm钻头钻孔 c. 手法矫正畸形后的影像



图11 圆形穹顶状截骨术矫正成角畸形 a. 术中透视影像显示股骨远端成角畸形, 白点虚线为截骨线 b. 术后侧位X线片显示截骨钢板固定

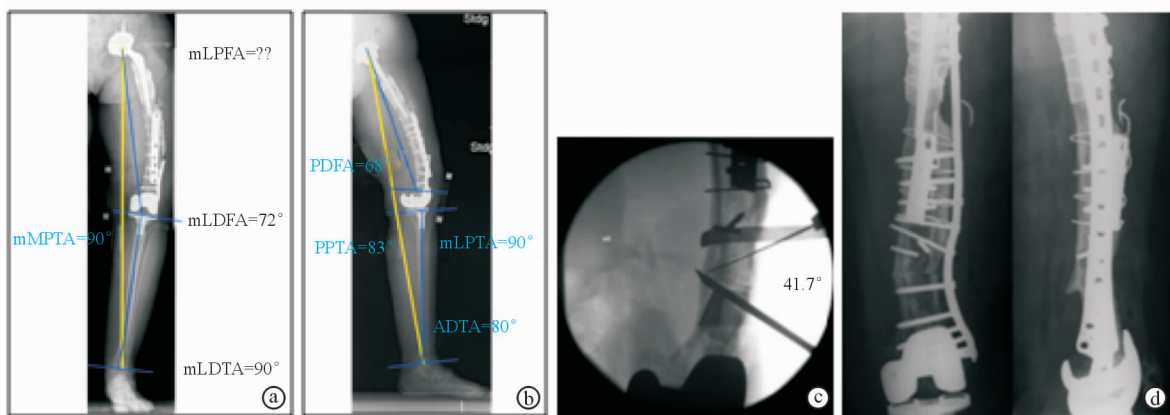


图12 多平面畸形截骨矫正左股骨骨折畸形愈合(髌、膝关节均做过置换) a. 正位全长 X 线片显示下肢机械轴(黄线)及 mMPFA、mLDFA、mLDTA (蓝线) b. 侧位全长 X 线片显示下肢机械轴(黄线)及 PDFFA、PPTA、ADTA、mMPFA (蓝线) c. 术中透视影像显示 C 形臂 X 射线机旋转角度 d. 截骨愈合后正侧位 X 线片显示股骨术后轴线排列改善 注: PPTA 为胫骨近端后方角、ADTA 为胫骨远端前方角

5 肢体不等长矫正

双侧下肢不等长也是一种畸形, 严重者会影响功能, 需要矫正。纠正双侧下肢不等长可以是延长

(图 11a), 围绕骨干的中央轴线旋转以达到矫正畸形的目的(图 11b)。穹顶状截骨术的优点在于可保留骨骼的长度, 做到准确矫正畸形, 截骨端接触面积越大, 愈合的潜能就越大, 可以使用钢板或髓钉固定。其缺点是技术难度大, 无法同时矫正旋转畸形。

多平面畸形截骨矫正需要有完善的术前计划。例如, 正位 X 线片显示有内翻畸形(图 12a), 侧位 X 线片显示有后屈畸形(图 12b); 分别测量股骨和胫骨正侧位 2 个平面的机械轴关节角, 与正常值比较, 可以看出畸形主要发生在股骨; 假如正位矫正股骨畸形使其 mLDFA = 87° , 其远侧轴线需要向外侧旋转 31° , 侧位矫正股骨畸形使其股骨远端后方角(PDFA) = 83° , 其远侧轴线需向前旋转 28° , 利用勾股定理算出 2 个方向复合畸形的角度为 41.7° ; 术中将 C 形臂 X 射线机与垂线呈 41.7° (图 12c), 完成截骨使正侧位 2 个平面的复合畸形得到矫正(图 12d)。

短侧肢体, 也可以缩短健侧(长侧)肢体, 使两侧肢体长度相等。肢体延长要逐渐进行, 而肢体缩短可以一次性完成。由于下肢长度受骨盆、股骨、胫骨和脚

的制约, 评估肢体长度时, 必须分段进行测量 (图 13)。

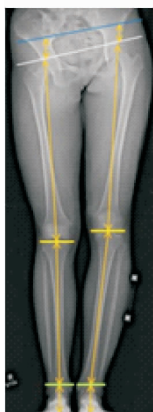


图 13 下肢全长 X 线片分段测量长度

肢体延长可以采用各种类型的外固定支架, 也可以辅助使用髓内钉, 而 Sems 教授重点介绍了应用磁性延长髓内钉进行肢体延长的技术^[1]。该技术能避免采用外固定支架进行骨延长所固有的钉道并发症, 提高患者耐受性, 改善治疗效果^[2]。磁性延长髓内钉的构造特别, 里面有 1 根带螺纹的杆, 与磁体固定在一起, 由具有旋转磁场的外在遥控制器 (ERC)

启动磁体带着螺杆旋转, 从而沿着纵轴延伸, 实现截骨后骨干延长 (图 14)。例如, 右股骨下端骨折钢板固定后骨折愈合, 但出现短缩畸形 (图 15a); 在钢板近端平面截骨后用磁性延长髓内钉进行骨延长, 为了使用长度足以控制延长骨块的髓内钉, 钢板近侧螺钉进行了调整, 只在骨折部位近侧保留 2 枚固定的螺钉, 钢板近侧用钢丝捆扎钢板以增强固定的稳定性 (图 15b); 截骨术后 1 周, 由患者应用 ERC 操纵骨延长, 每 24 h 延长 1 mm, 直至期望长度 (图 15c), 肢体部分负重, 直到延长部分骨化 (图 15d), 最终右侧下肢与左侧的长度相同^[3], 两侧肢体不等长获得纠正 (图 15e)。

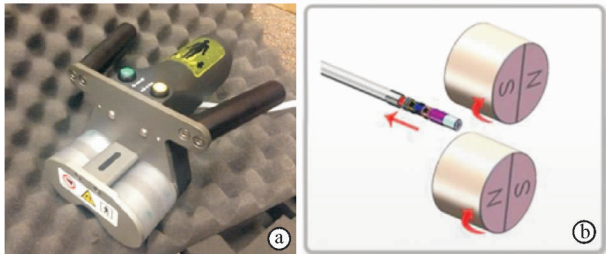


图 14 磁性延长髓内钉的 ERC a. 实物外观 b. 工作原理为通过外在的磁场启动髓内钉磁棒旋转, 从而沿纵轴延长



图 15 采用磁性延长髓内钉治疗股骨短缩畸形 a. 骨延长术前下肢全长正位 X 线片显示右股骨骨折钢板固定后出现短缩畸形 b. 股骨截骨、延长髓内钉固定后正位 X 线片显示截骨平面及钢板固定方式的调整 c. 术后随访 X 线片显示延长至期望长度, 骨痂形成 d. 术后随访 X 线片显示延长部分骨痂骨化程度满意 e. 骨延长完成后下肢全长正位 X 线片显示双侧下肢等长

Sems 教授还饶有兴趣地介绍了用磁性延长髓内钉解决大腿截肢后股骨长度不足的问题。此病例由于原发损伤的原因使右侧大腿截肢后残留的股骨过短, 而残端软组织显得过剩 (下页图 16a), 不利于假肢的安装和控制, 术者决定在转子下截断股骨, 用

磁性延长髓内钉进行股骨延长, 因地制宜地逆行打入髓内钉 (下页图 16b), 术后患者自行操纵 ERC 实施骨延长 (下页图 16c), 直到软组织能耐受的满意长度 (下页图 16d), 延长部分骨化后残肢适宜于假肢的安装和有效控制 (下页图 16e)。



图 16 截肢残端的骨延长 a. 右侧大腿截肢后残端软组织充裕,但股骨长度不足 b. 骨延长术后 X 线片显示磁性延长髓内钉逆行置入 c. 随访 X 线片显示骨延长 d. 骨延长到达软组织能够耐受长度时的 X 线片 e. 骨延长部分完全骨化后的 X 线片

6 肢体延长术后并发症

肢体延长术后常见并发症有膝关节僵硬、足下垂畸形、内固定断裂和骨延长部分成骨障碍等,不进行内固定者还可发生再骨折。有学者报道,用髓内动态骨牵开器(ISKD)进行骨延长的并发症中成骨障碍的原因 60%是延长速率有问题,23%是髓内钉移位^[4],因此医患之间充分沟通和加强术后骨延长监控非常重要。

参 考 文 献

[1] Schiedel FM, Vogt B, Tretow HL, et al. How precise is the PRECICE compared to the ISKD in intramedullary limb lengthening? Reliability and safety in 26 procedures[J]. Acta Orthop, 2014, 85(3): 293-298.

[2] Sun XT, Easwar TR, Manesh S, et al. Complications and outcome of tibial lengthening using the Ilizarov method with or without a supplementary intramedullary nail: a case-matched comparative study[J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(6): 782-787.

[3] Horn J, Grimsrud O, Dagsgard AH, et al. Femoral lengthening with a motorized intramedullary nail[J]. Acta Orthop, 2015, 86(2): 248-256.

[4] Lee DH, Ryu KJ, Song HR, et al. Complications of the Intramedullary Skeletal Kinetic Distractor (ISKD) in distraction osteogenesis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(12): 3852-3859.

(收稿:2018-11-12)

(本文编辑:卢千语)