

超声引导下骨皮质剥离术联合水中减重步行训练治疗股骨远端骨不连患者 1 例报道及分析

李敏如 黄永磊 时兆曼 仲荣洲

同济大学附属养志康复医院（上海市阳光康复中心）骨与关节康复科，上海，201619；

摘要：目的：报道采用超声引导下骨皮质剥离术联合水中减重步行训练治疗的 1 例股骨远端骨不连病例的经验。方法：2024 年 9 月收治 1 例股骨远端截骨术后骨折不连患者，治疗前影像学提示股骨远端骨折愈合不佳，患者双腋拐辅助右下肢负重 20%转移行走，步行距离约 20m，ICF 评分为 76 分，徒手平衡功能评分为 14 分，日常家居及社区活动能力评估 15/27 分。经保守治疗无效后采用超声引导下骨皮质剥离术，术后联合水中减重步行训练。结果：术后 3 个月患者股骨远端骨折断端基本愈合，关节功能恢复良好，可完成独立社区步行活动，ICF 评分为 60 分，徒手平衡功能评分为 42 分，日常家居及社区活动能力评估 21/27 分。结论：骨皮质剥离术可改善骨折端血运、增强骨折端成骨能力，为骨折愈合奠定基础，同时介入水中减重步行训练，给予适当力学刺激，促进骨痂生长，值得在临床推广应用。

关键词：骨皮质剥离术；骨不连；超声引导技术；水中减重步行训练

DOI: 10. 69979/3029-2808. 25. 05. 013

骨不连，是骨折最严重的并发症之一，发病率为 5%~10%^[1-2]。美国食品与药品监管局（FDA food and drug administration）提出骨不连是指损伤和骨折后至少 9 个月，并且已有 3 个月没有进一步愈合倾向^[3]。非感染性骨不连的治疗方法以手术为主，包括植骨^[4]、更换内固定等^[5]，但成本高、风险大，康复周期长。本文报道应用超声引导下骨皮质剥离术联合水中步行训练治疗股骨远端骨不连患者 1 例。

1 病例资料

患者女性，55 岁，主诉：右膝术后伴步行受限 10 月余。患者因右股骨远端旋转截骨术后骨折不连接伴步行受限于 2024 年 9 月 27 日至上海市养志康复医院（上海市阳光康复中心）骨与关节康复科就诊。患者一年前无明显诱因反复出现右膝关节疼痛，步行后加重，2023 年 11 月 9 日查右膝 MRI 提示：右髌骨向外侧半脱位，髌股关节磨损严重，右膝内侧间隙变窄，右股骨内侧髁、胫骨内侧平台软骨磨损，内侧半月板挤出。2023 年 11 月 16 日在全麻下行“右膝关节镜下半月板成形+滑膜切除+右膝内侧髌股韧带重建+右髌骨外侧支持带松解

+右股骨旋转截骨术”，术后支具固定，双腋拐辅助步行。术后 10 月，右股骨截骨处骨折仍愈合不佳，近 3 月骨折断端无进一步骨痂生长，长期双腋拐辅助右下肢负重约 20%转移行走，步行距离约 20m，ICF 评分为 76 分，徒手平衡功能评分为 14 分，日常家居及社区活动能力评估 15/27 分，严重影响日常生活和职业活动。体格检查：患者神志清楚，双腋拐辅助右足尖点地辅助步行入院，双侧髋、膝、踝关节主被动活动度正常，双下肢感觉无异常，右侧髋、膝肌群力量 4 级，其余肌力无异常，肌张力正常。实验室检查：血常规、血生化、凝血指标、炎症指标等检查无异常。影像学检查：右膝 X 线示右股骨远端截骨术后金属内固定中，关节在位，股骨远端骨皮质不连续，无新鲜骨痂穿过骨折线，髌间棘增生变尖，右膝关节退行性变（见图 1a）。我们先后于 2024 年 9 月 30 日和 2024 年 11 月 18 日行两次骨皮质剥离术，每次手术时间为 20min，术后行水下步行训练，并严格限制负重，术后随访 2 周、1 个月、3 个月，评估骨痂生长情况。最后一次随访为第二次手术后 3 个月，患者骨痂已基本愈合，可完成独立步行和上下楼梯活动。



图 1 患者治疗前及治疗后各阶段骨折及愈合情况

注：a 术前 b.第 1 次手术术后 2 周 c.第 1 次手术术后 1 月 d.第 2 次手术术后 1 月 e 第 2 次术后 3 月

手术过程：患者仰卧位，常规消毒铺巾，超声引导定位右股骨外侧髁下缘 3cm 建立通道入路（见图 2），0.5%利多卡因局部浸润麻醉，皮肤开口，超声引导下长凿穿入股外侧肌下缘，松解股外侧肌挛缩带，进入骨折断端骨痂下缘，C 臂透视下证实位置准确（见图 3），超声引导下将骨不连周围的骨皮质以薄的小骨片进行剥离，逐渐移动骨凿，至骨折断端外侧 1/3 和后外侧 1/3，超声检查无出血。术后安返病房。

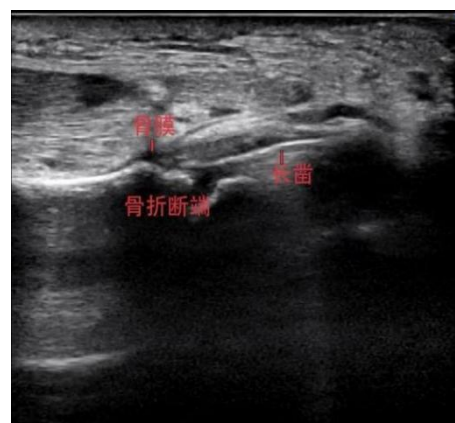


图 2 超声定位图像



图 3 C 臂定位图像

水中减重步行训练：要求水浸泡到患者脐部，减重 50%，20min，每天一次。后根据骨痂愈合情况，逐步减少水深，增加负重剂量以适应患者减重需求。

2 病例思考

近年来因交通事故或其他高能量暴力损伤导致的四肢长骨骨折现象越来越多，手术内固定既有利于骨折在解剖位置愈合，又允许早期的功能锻炼，使之成为四肢长骨骨折主要治疗方法之一^[6]，但随之而来的骨折延期愈合、骨不连的发生率也越来越高。自体骨移植是修复骨不连的常用方法，但受限于供区，还有几率引发供区的各种并发症^[7]。内固定手术治疗创伤大、医疗费用高、术后复工时间大大延长，加剧患者的经济负担。

2.1 骨皮质剥离术

骨皮质剥离术的临床应用始于 1965 年，由 Judet 兄弟首次报道^[8]。该术式的基本原理是把骨不连周围的骨皮质或骨痂以薄的小骨片连带骨和周围软组织进行剥离；这些具有生物活性的小骨片，有效增加了接触面积，周围的软组织蒂可提供血供，相当于丰富的带血管移植骨重新聚集在一起，起到了自体骨移植作用，其丰富的血运再次启动了骨的正常修复过程，刺激骨不连处形成更多的新鲜骨痂^[9-11]。康庆林等人认为骨皮质剥离术的优势在于启动了主动的骨愈合过程，在骨的断端创造了更广泛、积极的愈合机制^[12]。陈允鑫等人认为，新鲜骨折处能够产生多种生物因子，这些生物因子具有广泛的生物学活性，可促进成骨细胞生长，促进膜内化骨和软骨内化骨，从而促进骨折愈合^[13]。王磊等人认为骨皮质剥离术治疗骨不连效果良好，但国内鲜有报道，教科书也未曾提起，可能是此方法手术技术要求高（正确、合适的剥离骨片难度大），未被国内专家认可^[14]。

本次报道的病例选择超声引导下骨皮质剥离，而非开放手术，仅需不足 1cm 的手术切口，并且超声引导技术大大增强了手术的精确度，通过实时影像观察，避开血管和钢板内植物，针刀剥离术后疤痕造成的粘连带，使用骨凿环形剥离带蒂骨片，创伤小，安全性高，术后即介入康复治疗，为临床康复一体化的医疗模式提供重要保证。

2.2 水中减重步行训练

临床治疗只是一部分，无缝衔接有效、安全的水中减重步行训练也是本案例成功的重要环节。浮力具有“减重”效应，通过升降水中跑台的高度来调节减重程度。研究表明^[15]，当水浸泡到耻骨联合处可有效减轻体重的 40%，脐部可减轻体重的 50%，剑突部可减轻 60% 及以上。此外，流体产生的粘滞阻力可有效抵消惯性动量，增加运动能量消耗，加强患者对运动的强化和控制^[16]。患者通过在水温与合适的深度环境下步行训练，充分利用了浮力、水压、阻力等水的特性，在早期为患者建立正确的运动反馈，为后期恢复正常运动步态做准备。根据本例患者的影像学检查（图 1a），我们让患者从患侧 50% 起始负重，严格限制负重剂量，并每 2 周复查一次右膝平片，评估骨痂生长情况，避免因患侧负重过大而出现新鲜骨痂断裂或者异常增生的情况。适当的力学刺激使骨痂区逐渐成骨，术后 3 个月患者股骨远端骨折断端基本愈合，关节功能恢复良好，可完成独立社区步行活动，ICF 评分为 60 分，徒手平衡功能评分为 42 分，日常家居及社区活动能力评估 21/27 分。

本病例中，超声引导下骨皮质剥离术有效建立了局部愈合环境，骨不连处出现丰富的新生血管、生长因子，纤维骨痂逐渐矿化，形成新骨，促进骨折愈合。同时水中减重步行训练贯穿始终，给予适当剂量的力学刺激、感觉刺激，促进功能恢复，提高步行能力，值得推广应用。

本病例也具有一定的局限性，首先本例患者未涉及皮肤缺损、骨干萎缩或者短缩等复杂情况，对剥离骨片的大小、深浅、皮肤瘢痕缝合等问题未提及；其次本病例随访时间不足。后期团队将纳入更多类型的骨不连病例，尝试微创手术治疗不同类型的非感染骨不连，对剥离技巧、剥离深度、骨片大小做进一步讨论。

3 结论

超声引导下骨皮质剥离术可改善骨折端血运、增强骨折端成骨能力,为骨折愈合奠定基础,同时介入水中减重步行训练,促进本体感觉恢复,早期为患者建立正确的运动反馈,提高步行能力,值得在临床推广应用。

参考文献

- [1]Padilla-Eguiluz NG,G ómez-Barrena E.Epidemiology of long bone non-unions in Spain[J].Injury,2021,52(Suppl 4):S3-S7.
- [2]LIN C Y. Treatment Effect of Platelet Gel on Recon-structing Bone Defects and Nonunions:A Review of In Vivo Human Studies[J]. Int J Mol Sci. 2022,23(19):1-15.
- [3]CALORI G M, COLOMBO M, MAZZA E L, et al. Validation of the Non-Union Scoring System in 300 long bone non-unions [J]. Injury, 2014, 45(suppl6) : S93 — S97.
- [4]何为卫,金毅,龙禹飞,等. 富血小板血浆联合植骨治疗骨不连的疗效观察[J]. 实用手外科杂志, 2023, 37(1):51-54.
- [5]李庆虎. 骨不连的初步流行病学研究及ADAMTS-7在大鼠骨不连模型中的表达和意义[D]. 山东大学,2016.
- [6]吴晓,翁伟峰. 四肢骨折内固定术后延迟愈合的原因分析及处理体会[J]. 实用临床医药杂志,2015,19(11):168-170.
- [7]林冬冬,隋明军,迟涛胜,等. 骨不连治疗最新研究进展[J]. 中国中医药现代远程教育, 2022, 20(16):206-208.
- [8]Judet R, Judet J.Osteo-periosteal decortication. Principle, technic, indications and results. Mem Acad Chir(Paris). 1965;91(15):463-470.
- [9]Judet T, Richard L, de Thomasson E, et al. Current role of decortication in problems of bone healing. Chirurgie. 1990; 116:442-447.
- [10]Wang JW,Weng LH.Treatment of distal femoral nonunion with internal fixation, cortical allograft struts, and autogenous bone-grafting. Bone Joint Surg Am. 2003; 85-A(3):436-440.
- [11]Judet T, Richard L, Arnault O, et al. Treatment of tibial pseudarthrosis using Robert Judet's method of osteoperiosteal decortication. Acta Orthop Belg. 1992;58 Suppl 1:182-186.
- [12]康庆林,宋文奇,陈宇杰,等. 骨皮质剥脱术治疗四肢长骨骨干骨不连的疗效观察[J]. 上海交通大学学报(医学版),2008,28(12): 1510-1512.
- [13]陈允震, 侯勇, 汤继文. 骨欣肽(古欣肽)骨科临床应用106例分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2002, 10(11):62-63.
- [14]王磊,吕刚,曹阳,等. 骨皮质剥脱术治疗骨不连的疗效观察[J]. 重庆医科大学报,2013,38(11):1298-1299.
- [15]Adar S, Dündar Ü, Demirdal ÜS, et al. The effect of aquatic exercise on spasticity, quality of life, and motor function in cerebral palsy[J]. Turk J Phys Med Rehabil, 2017, 63(3): 239-248.
- [16]丛芳, 崔尧. 脊髓损伤水疗康复中国专家共识 [J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25 (01) : 34-43.
- 作者简介: 李敏如(1992.11-),女,汉族,内蒙古乌海市人,上海市养志康复医院(上海市阳光康复中心)骨与关节康复科,主治医师,研究方向:生物力学