

交锁髓内钉与长骨干血供

陈勇, 赵建宁

(南京军区南京总医院骨科, 江苏 南京 210002)

【摘要】 在长骨骨折治疗中, 外科医生经常面临选用何种固定。只有充分了解固定方法和固定物对骨折局部血供和应力环境的影响, 才能较好地选择合适的内固定物。由于交锁髓内钉固定骨折在保护长骨血供方面具有优越功能, 因此使用交锁髓内钉治疗长骨骨折已经被公认为标准的治疗方法。本文拟就交锁髓内钉固定骨折对长骨干血供的影响作一综述。

【关键词】 交锁髓内钉; 骨干; 血供; 骨折固定术, 髓内

Interlocking intramedullary nailing and long bone blood supply CHEN Yong ZHAO Jianning. Department of Orthopaedics the General Hospital of the Military District of Nanjing, Nanjing 210002, Jiangsu, China

ABSTRACT The choice of internal fixation is important in treating long bone fracture. Fully understanding of the effect of fixation method and fixator on local blood supply and stress distribution can help us choose suitable fixator. Interlocking intramedullary nailing has already been accepted generally as standard therapy in treating long bone fracture, which has preponderance in fracture fixation and blood supply. The article hereby reviewed the effects of interlocking intramedullary nailing on long bone blood supply.

Key words Interlocking intramedullary nailing; Diaphyses; Blood supply; Fracture fixation, intramedullary

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma 2007; 20(1): 64-66 www.zggssz.com

长骨干血供主要依靠滋养动脉, 其次分别为髓内动脉和骨膜血管网, 陆维举等^[1]通过对 24 只兔采用核素标志化合物 (^{99m}Tc-MDP) 骨显像的方法进行长骨血供研究, 发现滋养动脉结扎对骨干血供影响最大, 扩髓次之, 骨膜剥离最小, 恢复情况则反之。长骨骨折行髓内钉固定虽破坏了髓内血管, 但较钢板固定能更好保护滋养动脉和骨膜血管网, 促进骨折愈合。下面综述近年来交锁髓内钉固定骨折治疗中对长骨干血供的影响。

1 扩髓与不扩髓

争论由来已久, 反对扩髓者认为, 扩髓可引起髓内高压, 摩擦生热导致骨坏死和髓内血管栓塞。最重要的是, 扩髓损伤了滋养动脉入髓段、髓内动脉各支和干骺动脉等血管, 其影响程度和滋养动脉结扎相似, 使骨皮质去血管化。Schemitsch 等^[2]制作羊胫骨短螺旋形骨折模型, 分别采用扩髓和不扩髓两种方法行带锁髓内钉内固定, 用 LDF 监测不同时间骨皮质血流量变化, 发现扩髓后皮质骨的血流量明显比不扩髓组低, 而且不扩髓组皮质骨的再血管化现象在术后 6 周即出现, 而扩髓组则需 12 周。曾晓峰等^[3]对比扩髓与不扩髓交锁髓内钉固定胫骨骨折的疗效发现对于胫骨中下段骨折, 应用不扩髓髓内钉能明显促进骨折愈合。考虑到扩髓与不扩髓各有利弊, Hoppel 等^[4]比较了有限和标准扩髓两种方法对骨折后的犬胫骨血供的影响, 发现有限扩髓的血供能尽快恢复, 而坚持

扩髓者认为, 扩髓与不扩髓以及有限扩髓对骨皮质血供的影响无明显差异, Nakamura 等^[5]以免完整股骨为研究对象, 用微血管造影术定量分析了扩髓和不扩髓对骨皮质血供的影响, 结果未发现两者有明显差异, Bachut 等^[6]通过对比发现扩髓与否对骨折愈合的速度和质量的影响并无差异, 相反, 不扩髓骨延迟愈合的概率增加。Clworthy 等^[7]对扩髓与不扩髓进行了前瞻性随机性临床研究, 结果认为扩髓组骨折愈合更快, 平均 28.5 周, 而不扩髓组需 39.4 周, 且不扩髓组更多需要后续处理才获得骨折愈合。临床研究认为, 开放性股骨干骨折用扩髓髓内钉治疗同样有较高的骨折愈合率, 而很少有感染发生。

扩髓可使髓内血供遭到破坏, 但可通过骨膜血供得到代偿, 骨膜血供的增加多发生在有粗大筋膜附着区域^[8], Rhineland 等 (1973) 提出用髓内钉治疗骨折时, 问题不在于髓内血供是否会破坏, 而在于血供何时能重建, 他进一步指出, 在骨折使用髓内钉后髓内血供的重建直接与髓内钉的大小及形状相关, 这种生物学观点对于骨愈合尤其是复杂骨折的愈合极其重要, 随后的研究表明, 如果使用紧密接触的髓内钉, 不管扩髓与否, 均会对髓内血供的再生产生严重影响^[9-10]。如果使用扩髓并紧密嵌插的髓内钉, 皮质骨的血供会遭到完全破坏, 部分残留血供来自骨膜滋养血管, 因此, 对股骨而言, 除筋膜贴附区域如股骨粗隆外, 其余骨皮质部分的血供是很少的, 再生血供一般发生在髓内钉与骨之间, 如果髓内钉与骨之间没有空间, 延迟愈合率为 100%。Hoppel 等^[11]经激光多普

勒发现,使用非扩髓的交锁髓内钉,疏松插入组与紧密嵌插组皮质骨的血供差异显著,若使用疏松插入的非扩髓交锁髓内钉,术后立即监测到骨的血供降低到术前的 42%,而使用紧密嵌插型则血供降低到术前的 28%,在术后 11周,疏松插入组获得术前 93%的血供,而紧密嵌入组仅获得术前 54%的血供。因此,在选择和使用髓内钉进行髓内固定时,必须考虑到涉及皮质骨血供等生物学因素,如果使用紧密嵌入的髓内钉,血管再生的空间就很有有限,对一个简单的骨折也许影响不会太大,但对一个复杂的骨折,再生血供的受阻就会严重影响骨折愈合。

2 插入方式

用髓内钉固定股骨时,既可闭合穿钉,也可切开穿钉;既可采用顺行插入,也可逆行插入。Ehman^[12]逆行扩髓狗的股骨至 9 mm,然后用 LDF 检测股骨两髁、滑车沟及前后交叉韧带的血流变化,与扩髓前对比发现,扩髓后股骨髁部和滑车沟的血流量不仅没有减少,反而增加了近 1倍以上,而交叉韧带的血供则减少近 50%,可能为包裹股骨的肌肉血流代偿所致。闭合穿钉采用的是顺行插入方式,而开放穿钉则不同,在骨折部切开,先逆行插钉,复位后再顺行插入,显然切开穿钉对骨血供损伤更大。然而 Gundersen^[13]用放射性微球法比较闭合和开放穿钉对鼠股骨血供和骨折愈合的影响,发现切开穿钉在术后 4~8周骨的血流量反而要比闭合者高,术后 12周两者无差异,在整个过程中,两个肢体肌肉的血流始终保持恒定,但是闭合穿钉组骨愈合速度比切开穿钉快,显然,这种现象不能用骨血供变化来解释。

3 Kuntscher 开口方向

在凸起的髓内钉表面沿纵轴开缺口或开凹槽都是合理的,凸起部分可与髓腔内壁牢固贴合,起支撑作用。而凹槽则可使髓内血供尽快恢复。股骨干骨折固定时,采用 Kuntscher 开口髓内钉,开口方向应指向后方^[14],因为髓内血管的主干主要沿髓腔后壁走行,这样可避免髓内钉对滋养动脉主干的损伤和机械压迫。

4 微动

带锁髓内钉分为静力固定与动力固定。远近端分别锁定为静力型,适用于长管状骨所有类型;动力型固定只锁住骨折近端或骨折远端,仅适用于稳定型骨折(如横断,小斜面骨折)。动力型交锁髓内钉为了产生微动而设计,静力型带锁髓内钉固定骨折,其间也存在着一一定的微动,产生应力遮挡的大小决定于下列因素:①螺钉和髓内钉的螺孔并非绝对适应,存在着微动。这种微动加上髓内钉和骨内膜之间微动,均形成骨折近远端间的活动。静力型带锁髓内钉固定并非绝对静止,部分负荷仍发生在髓内钉与骨之间^[15],用静力型交锁髓内钉固定股骨骨折,髓内钉承受了 4倍于体重压力以及完整股骨的 73%的变形应力^[16]。这种微动可以刺激外骨痂形成及促进骨折愈合,而不象钢板固定后因应力遮挡而影响骨折愈合。②材料的选择:近年来,选用弹性模量低的钛合金作为髓内钉,产生微动而应力遮挡小,在临床中取得了较好的效果。③交锁髓内钉的可靠固定,可以允许患者逐渐负重行走或参加适当体育活动,锻炼功能时骨端的微动能加速骨折的愈合。故静力型交锁髓内钉作为轴心固定,而且骨折端也存

在一定的微动,应力遮挡效应较小,常作为骨折不愈合内固定的首选方法。

微动产生的血管反应:长骨骨折愈合要求有一定的力学稳定性和骨折端适当的血液供应。骨折周围组织血供对骨折非常重要,骨折后局部血供必然会受到不同程度的破坏。因而,毛细血管的生长,再血管化显得尤为重要。研究表明,毛细血管对骨折早期力学环境很敏感,适当的微动应力刺激促进毛细血管生长^[17]。Wallace^[18]对羊胫骨截骨后分别采用不同刚度外固定架固定,1周后负重,分别产生 0.8 mm 和 1.2 mm 的微动,应用微球技术对骨折端 1 cm 范围局部血流进行测定发现,2周时 1.2 mm 微动组骨折部皮质,髓腔和肌肉的血供均约为 0.8 mm 组的 4倍。42 d 时两组相近,力学测试表明 42 d 时两组愈合力学强度无差异,新骨的形成在时间和空间上与早期不同的力学环境和血液动力学反应相关。1.2 mm 组骨膜周边骨痂横截面积明显大于 0.8 mm 组,伴有较高的内皮质骨孔隙率(提示再血管化活跃),表明适当的微动有助于骨折部再血管化和骨折愈合。近来的研究发现血管在骨折愈合过程中已超越了被动血管和向骨折修复区输送营养物质这一作用。毛细血管的长为骨折修复区带来了更多未分化的间质细胞,这些细胞在有氧条件或应力作用下不断分化为成骨细胞或成软骨细胞^[17,19],Jones^[20]将富含成骨细胞的鼠颅骨细胞置入含有血管内皮细胞的培养基中混合培养,10 d 后发现骨细胞数及碱性磷酸酶(AKP)活性明显增加,而长期培养后,成骨细胞合成骨钙素的水平及矿化结节数均下降,提示内皮细胞可能通过产生可溶性介质或独立的细胞接触促进了鼠颅骨细胞增殖,并且影响成骨细胞表型标志物的表达。此外,血管内皮细胞亦可以转化为成骨细胞而直接参与成骨活动,因而进一步促进了骨折愈合过程^[21]。

但有人持相反观点,不稳定固定会导致骨骼修复时的血管破坏,延迟骨折愈合过程,导致纤维软骨的产生。Case^[22]以羊横行截骨模型进行研究,外固定架维持 2 mm 间隙,通过负重产生控制的微动,分为 0.2 mm (A 组)和 1 mm (B 组)两组,9周时通过组织学研究截骨部位组织的分化和血管的形成。结果发现 A 组血管数目明显多于 B 组, A 组与 B 组相比,骨组织的比例明显增高,纤维软骨的比例明显降低。该实验定量描述微动与新生血管的分布和组织形成分化的关系,说明较大的轴向微动导致血管数目的减少、愈合区域骨形成减少和纤维软骨增多。

参考文献

- 1 陆维举,李怀先,邓佑黔,等.骨科手术操作对长骨血供影响的实验研究.中华骨科杂志,1997,17(6):383-386
- 2 Schemitsch EH, Kowalski M, Swionkowski M, et al. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing. Fractured tibiamodel in sheep. J Orthop Trauma 1994, 8: 373-382
- 3 曾晓峰,陆维举,赵建宁,等.扩髓与不扩髓交锁髓内钉治疗胫骨骨折的疗效比较.医学研究生学报,2002,15(3):236-240
- 4 Hopel TM, Aksenov SA, Schemitsch EH. Effect of limited and standard reaming on cortical bone blood flow and early strength of union following segmental fracture. J Orthop Trauma 1998, 12: 400-406
- 5 Nakamura T, Itoan M, Yokoyama K. Cortical revascularization after reamed and unreamed intramedullary nailing in the rabbit femur. A mi

- croangiographic histometric analysis J Trauma 1999; 47: 744-751.
- 6 Bladut PA, O'Brien PJ, Meek RN, et al. Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fracture of the tibial shaft J Bone Joint Surg (Am), 1997, 79: 640-646
 - 7 Clatworthy MG, Clark DJ, Gray DH, et al. Reamed versus unreamed femoral nails: a randomized, prospective trial J Bone Joint Surg (Br), 1998, 80: 485-489
 - 8 Schenitsch EH, Kowalski MJ, Swionkowski MF, et al. Cortical bone blood flow in reamed and unreamed locked intramedullary nailing: A fractured tibial model in sheep J Orthop Trauma 1994, 8: 373-382
 - 9 Brower BD. Pitfalls, errors and complications in the use of locking Kuntschemails Clin Orthop, 1986; 212: 192-208.
 - 10 Kessler SB, Hallfeldt KK, J. Perren SM. The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing Clin Orthop, 1986; 212: 18-25
 - 11 Hupel TM, Aksenov SA, Schenitsch EH. Cortical bone blood flow in loose and tight fitting locked unreamed nailing: A canine segmental tibial fracture model J Orthop Trauma 1998; 12: 127-135.
 - 12 EFM araghy AW, Schenitsch EH, Richards RR. Femoral and cruciate blood flow after retrograde femoral reaming: A canine study using laser doppler flowmetry. J Orthop Trauma 1997; 11: 253-258
 - 13 Grundness O, Rekeras O. Closed versus open medullary nailing of femoral fractures Acta Orthop Scandl 1992; 63: 492-496
 - 14 陆维举, 赵建宁, 李斌, 等. 股骨滋养动脉髓内行径与髓内钉固定的关系. 中国临床解剖学杂志, 2000; 18(2): 153-154
 - 15 Chao EYS, Aro HT. Biomechanics of fracture fixation, In Mow VC, Hayes WC. Basic orthopaedic biomechanics 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Raven, 1997. 317-351.
 - 16 Gustilo RB, Templeman D. Biomechanics of fracture fixation device, In Gustilo RB, Kyle RF, Templeman D. Fracture and dislocation, 1st ed. St Louis: Mosby, 1993. 11-14
 - 17 Wallace AL, Draper ERC, Strachen RK, et al. The vascular response to micromovement in experimental fracture. Micromovement in orthopaedics London: Oxford, 1992. 40-44
 - 18 Wallace AL, Draper ERC, Starace RK, et al. The vascular response to fracture micromovement Clin Orthop, 1994; 301: 281-290.
 - 19 Dallas SL, Zaman G, Peal MJ, et al. Early strain related changes in cultured embryonic chick tibiotarsi parallel those associated with adaptive modeling in vivo J Bone Min Res 1993; 8: 251-259
 - 20 Jones AR, Clark CC, Brighten CT. Microvessel endothelial cells and pericytes increase proliferation and repress osteoblast phenotypic marker in rat calvarial bone cell cultures J Orthop Res 1995; 13: 553-561.
 - 21 Diaz Flores L, Gutierrez R, Lopez Alonso A, et al. Pericytes as a supplementary source of osteoblasts in periosteal osteogenesis Clin Orthop 1992; 275: 280-287.
 - 22 Claes L, Eckert Hubner K, Augat P. The effect of mechanical stability on local vascularization and tissue differentiation in callus healing J Orthop Res 2002; 20: 1099-1105

(收稿日期: 2006-04-04 本文编辑: 连智华)

全国中西医结合脊柱相关疾病学术研讨会 暨《中国骨伤》杂志创刊 20周年纪念会征文通知

为促进脊柱医学的发展和学科建设,更好地为脊柱医学工作者提供展示不同学术观点的交流平台,由中国中西医结合学会和《中国骨伤》杂志社主办的全国中西医结合脊柱相关疾病学术研讨会暨《中国骨伤》杂志创刊 20周年纪念会,拟于 2007年 5月在北京召开。会议的主要议题:①脊柱相关疾病的基础和临床研究成果的交流;②成立中国中西医结合学会脊柱医学专业委员会;③《中国骨伤》杂志创刊 20周年纪念活动。欢迎全国各地从事脊柱医学工作及相关的医务人员踊跃投稿,本次研讨会为国家级继续医学教育项目,参会者将授予 I 类学分。会议期间将聘请国内外著名专家进行专题报告及举行《中国骨伤》杂志创刊 20周年编委工作会。

1. 征文内容:①脊柱相关疾病的基础研究、临床研究、学术探讨、研究进展、诊疗方法等;②脊柱医学的基础理论、临床实践、整脊手法操作技法;③颈肩腰腿痛理论研究和临床诊疗方法探讨等;④脊柱针法微创技术及科研成果、学术论述、脊柱疾病的临床护理等文稿;⑤脊柱的生物力学研究以及生物信息系统的理论探讨和实验研究,与脊柱相关的脊柱解剖学和生物力学作用机制、脊柱生物力学评价方法等;⑥脊柱外科的临床诊疗、基础研究、康复理疗、预防保健等方面的论著、综述、技术介绍和经验交流;⑦脊柱微创手术的研究发展状况,各种微创手术在脊柱手术中的临床应用,微创器械的研制等;⑧脊柱脊髓损伤基础与临床研究、脊柱脊髓损伤的康复及脊柱脊髓损伤并发症的预防和治疗、传统医学在脊柱脊髓损伤疾患中的应用;⑨与脊柱医学相关的医疗器械和保健器材的研发以及一些相关药物的开发应用等。

2. 征文要求:凡未在国家级以上学术会议交流或未在公开刊物上发表的论文均可投送。论文全文在 3 000字以内并附 500字左右结构式摘要 1份,请用 A4纸打印,并寄软盘,欢迎通过 E-mail投稿。

3. 投稿请寄:北京市东直门内南小街甲 16号《中国骨伤》杂志社邵少云收,请在信封上注明“会议征文”字样。邮编:100700 E-mail: zggsz@sina.com 电话:010-84020925 截稿日期:2007年 4月 30日