

# 股骨干骨折髓内钉固定

Controversies in Intramedullary Nailing of Femoral Shaft Fractures

Philip Wolinsky, MD, Nirmal Tejwani, MD, Jeffrey H. Richmond, MD, Kenneth J. Koval, MD, Kenneth J. Koval, MD  
and David J.G. Stephen, MD, FRCS

An instructional course lecture, American Academy of Orthopaedic Surgeon

在处理股骨干骨折时，扩髓后行髓内固定是一种革命性的优秀的手术方法，股骨干骨折病人从此可以无需因行牵引治疗而卧床，并且可以于术后第一天活动。对于闭合性骨折和一级、二级开放性骨折来说，使用扩髓后行髓内固定，预期愈合率为 95%-99%，骨不连和感染发生率大大降低。对于多发性损伤的患者，在损伤 24 小时内行股骨骨折固定可以降低患者死亡率和发病率。然而，关于股骨髓内固定问题，目前还存在一些争议性的问题，本文涉及其中一些，包括髓内扩髓对肺部并发症和对骨折愈合的影响、股骨头的损伤是否影响对治疗方法的选择等等。

顺打钉和倒打钉的比较 顺行性股骨髓内钉技术（即由近到远穿过髓内钉）是股骨干骨折外科处理的金标准，使用该种方法具有很高的骨愈合率（达 99%）以及很低的感染率和骨不连率（1%）。然而，顺打钉也有很多并发症，包括髌关节周围异位性骨化、一侧肢体外展肌受限、行走或爬楼梯能力受限，在某些特定的情况下，其使用也受到限制，如果使用骨折牵引床，还有其它问题，如阴部神经可能麻痹，同时还有可能发生其它损伤的可能，最近的研究对顺打钉和倒打钉的进行了比较。

## 倒打钉的适应症

对于某些股骨骨折，倒打钉可能是一种选择，例如股骨远端骨折，无论有无合并关节受累，从骨折处附近插入内固定物，都较易复位和固定。对于同侧股骨颈和股骨干都有骨折的病例，使用倒打钉固定股骨干骨折，再用其它植入物对股骨颈骨折进行固定，可以使每一处骨折的

处理都达到最佳。倒打钉还用于处理肥胖病人的骨折，因为这种病人股骨髁间切迹路径较梨状窝路径更容易，对于孕妇，倒打钉也具有优势，因为它可减少对胎儿的 X 线照射。对于伴髌臼骨折或骨盆骨折需要手术处理的病人来说，顺打钉也有一定问题，因为顺打钉的切口不利于这些损伤的固定。对于某些病人，随着膝关节周围的切口的使用，可能避免其行诸如开放膝关节、膝关节断离术，或同侧胫骨骨折（浮动膝）等手术的二次切口。倒打钉也可用来稳定膝关节置换术近端或全髌置换远端的股骨骨折，然而，并不是所有进行全膝置换后的患者，都适于用倒打钉。倒打钉技术

患者于仰卧位置于透 X 线平台上，行髌内侧路径，或者开放性或者经皮性，进针点在髁间切迹，即前到后的十字交叉韧带附着点，并顺股骨干轴，一旦进针点确定，用有螺纹的导针开孔，然后用空心钻扩孔，跟着插入带球形尖端的导针，然后牵引复位，必要时用股骨牵引器，以获得和/或维持复位。理想的髓内钉直径比所用的最大扩髓小 1.5-2mm，髓内钉插入近端应位于小转子处，远端应埋入关节软骨 1-2mm，以免损及髌骨。

使用瞄准器进行远端锁钉。仔细判断锁钉的长度，以防止内侧突出，因为这可能引起相应的症状；对于老年患者、骨质疏松病人而言，锁钉不容易锁牢，建议使用垫圈。近端锁钉可以徒手操作；股四头肌的体积和股骨弯曲的前平面可能会妨碍操作，近端锁钉应置于或靠近小转子，以免损伤神经血管结构。

在插入钉前，有必要使骨折复位，这样可以维持正确的长度和方向。对于正确的长度和方向的判断比较困难，特别是当使用不正确的复位方法时。钉的长度应术前确定，特别是当粉碎性骨折，或 X 线测量尺不能用于测量所需钉长时。测量钉的长度有多种方法，如无损股骨的 X 线片等。骨折的旋转很难确定，通过比较 X 线上骨折处远近端的股骨皮质直径，可能有助于确定骨折处的旋转；触摸大转子并比较健侧的股骨，有助于获得正确的旋转定位。

## 并发症

倒打钉比顺打钉更容易发生骨不连，在很近端的骨折使用倒打钉，骨不连是一个问题，因为很难控制长度和旋转，倒打钉重要的是在插入髓内钉前使远端股骨骨折复位，髓内钉只维持骨折复位但并不会使骨折复位，倒打钉并不适合于股骨骨折近端 1/3 的骨折。早期的例子显示在使用倒打钉后，存在很高的骨延迟愈合率和骨不连率，然而，随着技术的改进以及与髓腔匹配的内植物的使用，倒打钉导致骨不连率变得与顺打钉导致骨不连率相当。 临床研究

早期关于倒打钉使用的报道是回顾性的，其结果与历史进行对照，就目前所知，Swinkowski 等是第一个报道使用倒打钉的医生，他们为 7 例同侧股骨颈和股骨干骨折的病人使用三叶草形股骨髓内钉，髓内钉通过股骨髁内侧关节外入口插入。Sander 等扩大了倒打钉的适应症范围，包括同侧髌臼、骨盆、股骨颈骨折，多发性创伤同时要求行多种手术处理，孕妇等。最初行股骨倒打钉的困难是必须改变胫骨髓内钉的入路，这些作者报道骨折愈合率为 92%，无一例发生感染和髓内钉断裂。Patterson 等在研究 17 例（11 例为开放性骨折）骨折后，第一次报道使用髁间切迹作为进针点，他们将愈合不良归咎为严重性损伤和高比例的开放性骨折。Herscovici 和 Whiteman 也报道运用此进针点进行倒打钉。

Ostrum 等建议倒打钉应谨慎用于处理 3B 级开放性骨折，他们报道骨折愈合率为 95%，但指出严重的骨折需要二次手术才会获得骨愈合，他们建议使用与髓腔匹配的髓内钉以增加骨愈合率，这也可以减少二次手术的需要。

在他们的早期随访中，Moed 等报道，使用倒打钉后，35 例骨折中有 94% 的骨折愈合，骨折愈合时间较短，膝关节评分优秀。

## 随机性实验

在过去的几年中，比较顺打钉和倒打钉的随机性实验，Tornetta 和 Tiburzi 前瞻性比较 38

例顺打钉处理的骨折和 31 例倒打钉处理的骨折后，发现手术时间、失血量、骨折愈合率无显著性差别，他们发现使用倒打钉技术很难判断长度和旋转。在最近的回溯性、随机性研究中，Ostrum 发现顺打钉（处理 46 例骨折）和倒打钉（处理 54 例骨折）在关于骨折愈合率和膝关节活动范围上无差别：在顺打钉组中，发现膝关节活动改善的更快，而且膝关节的渗出更早的得到解决；然而，倒打钉组中，似乎需要去除远端锁钉，由静力性改为动力性，并且骨折愈合需更长的时间。但是，这些研究对髓内钉的直径因素考虑不足，顺打钉容易发生高的髌关节和大腿的疼痛，两组中膝关节疼痛相似。 总 结

倒打钉处理股骨干后的结果与顺打钉的效果相比，倒打钉对于处理伴关节受累的股骨远端 1/3 股骨骨折有用，关节内骨折可在插钉前通过压力骨片钉处理，股骨远端 1/3 的骨折更适于倒打钉，而且处理后骨折不良的对位对线率低。

在以下情况下，使用倒打钉比顺打钉更好。如股骨干骨折伴同侧股骨颈骨折，肥胖患者，孕妇，膝关节离断术，同侧髌臼或骨盆骨折，假体周骨折，浮动膝，膝关节开放。另外，处理有褥疮的截瘫病人的股骨干骨折，使用倒打钉也很好。运用髌间切迹进针点和大直径的髓内钉减少了众多的并发症，包括骨不连、骨愈合不良、断钉事件。倒打钉要求关节内入路，这种入路对于年轻病人长期的影响以及开放性骨折关节感染的潜在性（因为膝关节与开放性骨折点相联系）值得关注，长期的影响还不知道，虽然膝关节疼痛以及中短期关节活动限制似乎并不高于顺打钉，目前，顺打钉仍然是股骨近端 1/3 孤立性骨折和股骨干骨折的金标准，因此在建议使用倒打钉前，还应有更多例数的病例和更长期的随访。

是否使用扩髓：对骨折愈合的影响

早期的髓内钉为了控制旋转，往往设计有开叉结构，为了增加移植物与骨内膜的接触，有必要进行扩髓。交锁式髓内钉通过近端和远端锁钉既可以控制旋转，又可以轴向控制，因此这种髓内钉设计更像是杆，而不像是钉。

在插入髓内钉前扩髓，对患者局部和全身都造成影响，全身性影响将在下面的章节陈述，局部影响分为生理性和机械性影响。

### **生理性因素**

Rhineland 认为，正常股骨干的血供是一条或多条滋养血管营养骨皮质内 2/3，而外 1/3 是由股骨干周围丰富的软组织来源的骨膜血管提供。皮质的血循环是离心性的，主要血流从髓腔流向骨外皮质，当骨折时，髓腔血供破坏，导致靠近骨折处 50%-70%骨皮质发生坏死，骨折的愈合依赖于受损皮质骨的血供重建，这种再血管化可能是来自骨外膜、骨内膜、皮质间，或来自骨折周围软组织的短暂的骨外血流，这种骨外血流对于滋养骨痂和分离的骨折片段特别重要。

Trueta 认为，在骨折后，皮质血流方向由离心转为向心性，这种观点得到了 Strachan 的证实，后者认为在长骨干骨切术后，滋养血管的结扎并不会减少骨痂处的血流。这种血流的逆转可持续时间超过两周，证明在骨皮质再血管化的过程中髓腔内循环和髓腔外循环可以互相支持。在动物实验中也证实了以上的发现。

髓内钉的植入，无论是否扩髓，都破坏了骨内膜的血供，然而，髓腔的扩髓导致更大量骨内膜循环的破坏，也可能导致皮质骨内 1/2 到 2/3 的坏死，这种观点在以羊胫骨骨折模型中，用多普勒血流探测仪证实。在扩髓后使用髓内钉的组中，发现皮质灌注明显减少，无扩髓植入髓内钉组在术后 6 周建立再血管化，而扩髓后植入髓内钉组在术后 12 周建立再血管化。Hupel 等研究在犬作模型的动物身上进行有限扩髓对皮质血供的影响，他们认为进行最小程度的扩髓以方便小直径钉的植入，术后对皮质血运的影响明显小于标准的扩髓。

扩髓除了可以导致骨内膜血供破坏，还可以导致骨膜和周围软组织的充血反应。Reichert 等利用放射标记物，在羊胫骨模型上，进行扩髓后，发现骨膜血运大量增加。Schemitsch 等也发现在长骨干扩髓后，周围肌肉的血流灌注明显增加。在扩髓后，虽然皮质血流减少，

但是实验证实，无论长骨是否扩髓，对于骨痂的血流灌注和早期骨愈合的强度，二者并无显著差别。

扩髓后植入髓内钉与不扩髓植入髓内钉相比，前者破坏内膜血供的程度明显大于后者。然而，由于骨折后，皮质血流循环从离心性转为向心性，因此，在髓内钉固定后，骨外膜和骨外血流似乎成为主要的再血管化和骨折愈合的因素。这种血液循环可以被扩髓所激发，并依赖于骨折周围或多或少的无损的软组织，股骨周围良好的软组织覆盖或许提供一种再血管化的方式，这种方式在胫骨骨折中，特别是那些伴随开放性损伤有关的胫骨骨折中不易得到。股骨扩髓后使用髓内钉，扩髓本身似乎并不对再血管化造成不良影响。

另外，除了对循环的影响外，扩髓由于在骨折处遗留骨屑，成为自体骨移植而促进骨折愈合。

### **机械因素**

股骨不扩髓髓内钉适用的股骨髓腔比扩髓髓内钉直径小，钉直径越大，强度越大。扩髓后，可插入更大直径的髓内钉，因此，可承受的强度越大，而大直径的髓内钉可允许插入更大直径的锁钉，大直径髓内钉和大直径锁钉即使对于粉碎性骨折也可更早、更迅速的负重，扩髓增加了钉和髓腔的接触面积，更有利于坚强固定。然而，由于扩髓去除了部分骨，理论上降低了整个骨的强度，但是，由于皮质的靠外直径的骨皮质是主要的承重骨，因此，扩髓去掉的骨对整个骨的强度减少有限，而却插入了更大强度的髓内钉。最终的材料分析证明，扩髓所去除的骨不可能减小骨的强度。

### **临床结果**

众多的临床研究表明，在扩髓后使用股骨髓内钉，骨愈合率为 97% - 100%；而有人报道使用不扩髓髓内钉治疗 81 例病人，骨愈合率也为 100%；尽管如此，还有其它研究表明使用不扩髓髓内钉治疗后，骨愈合率较低，增加了二次手术的需要。

Clatworthy 等进行一项前瞻性、随机性研究,以比较扩髓股骨髓内钉和不扩髓股骨髓内钉,他们发现使用扩髓股骨髓内钉,骨折愈合加快,前者为 28.5 周,后者为 39.4 周;不扩髓组更多的需要二次处理,转为动态固定和骨移植,才可获得骨愈合。Tornetta 和 Tiburzi 也发现扩髓后,骨折愈合加快,需 80 天;而不扩髓,骨折愈合时间为 109 天。远端骨折扩髓和不扩髓差别更大:扩髓后,骨折愈合时间为 80 天;而不扩髓,骨折愈合时间为 158 天,两组在手术时间和输血需求上无显著性差别,扩髓组处理后,技术上的并发症更少,另外一项随机性实验也证实了类似的发现。

在开放性胫骨骨折中使用扩髓值得争议,因为破坏了内膜的血供,然而,股骨的软组织覆盖较胫骨更多,因此股骨的骨外膜和骨外血供更好,开放性股骨骨折扩髓后使用髓内钉,显示骨愈合率优,感染率低。

## 总 结

扩髓破坏髓腔内膜的血运,但是,骨折愈合与正常经过皮质的离心性血流的逆转有关,而逆转的血流主要是由骨外膜和骨外血流引起。扩髓刺激这种血液流动。不管滋养血管循环的破坏,在大量的软组织覆盖的基础上,扩髓似乎在实际上增加了股骨干骨折的血液循环。扩髓也允许插入更大直径、更稳定的髓内钉,这对骨折愈合有利,众多的临床研究表明扩髓比不扩髓使得骨折愈合更可靠,骨折愈合时间更短,并发症更少。扩髓后使用髓内钉可选择适用于大多数股骨骨折。

扩髓后插入股骨髓内钉对肺的影响:是否增加了肺并发症的危险性?

脂肪栓塞综合症是一种由脂肪栓塞引起的多系统性疾病,临床上,它引起中枢神经系统和肺的功能紊乱,并引起发热和麻疹,几乎所有的经受钝性创伤的病人由于软组织的损伤都有一定程度的肺部脂肪栓塞,脂肪栓塞综合症的临床分型为从亚临床症状到成人呼吸窘迫综合症。

长骨骨折的数目可用于判断病人是否处于危险期，肺部脂肪栓塞明显改变了肺部的血液动力学，增加了肺部血管的通透性，激活纤溶蛋白和凝血系统，造成肺部白细胞淤滞。

临床上，对肺部的影响主要是由于肺血管阻力增加的结果，其次是由于大量的小栓塞导致的广泛性血管闭塞。大的脂肪栓塞可能阻塞肺血循环，导致通气灌注匹配不当和低氧，严重者可导致死亡。

### **肺并发症的预防**

脂肪栓塞综合症和成人呼吸窘迫综合症最好的治疗方法是预防。在 Riska 和 Goris 的工作之前，骨折固定通常采取延迟操作，原因是等待脂肪栓塞渡过高峰期后再行手术固定骨折，Riska 发现在多发性损伤中早期行长骨干固定能减少脂肪栓塞的发生率，他们认为，脂肪栓塞在损伤开始后就是一个不断进行的过程，而早期骨折固定可阻止这种过程，防止相关症状的进展。Goris 发现早期骨折固定结合机械通气，不仅可以减少成人呼吸窘迫综合症，而且可以减少急性严重性创伤性评分大于 50 分的病人的致死率。死亡常常好发于脓毒症和多器官衰竭。

Bone 等进行了一项前瞻性、随机性的实验，发现股骨干骨折伴急性严重性损伤评分大于 18 的病人，损伤后 24 小时骨折固定对病人有利，早期固定减少了成人呼吸窘迫综合症、脂肪栓塞综合症、肺炎的发生率，缩短重症监护病房的监护时间，作者认为脂肪栓塞的减少和麻醉剂需要的减少与早期固定有关，并且患者可以采取直立位。

### **扩髓后使用股骨髓内钉：目前的争议**

其他研究报告也得出一致的结论：早期长骨干固定有利于多发性损伤患者。目前成人股骨干骨折的一般处理方法是扩髓后插入髓内钉，行静态固定。当用闭合技术插钉时，骨愈合率为 95%-99%，感染率和骨不连率极低。临床实验也发现早期扩髓髓内钉固定有利于病人，减



少肺并发症，并不增加其它并发症。到目前为止，认为无胸部损伤的创伤病人早期髓内钉固定对患者有利，使肺并发症减少。潜在的担忧是扩髓后插钉时，产生脂肪栓塞。这项工作首先是由 Pape 提出，他分析一组合并胸部损伤的股骨干骨折病人，他们认为，损伤早期 24 小时内扩髓髓内钉固定与损伤后超过 24 小时行扩髓髓内钉固定相比，肺部并发症增加。虽然这种增加并不具有显著性，但作者认为合并胸部创伤的患者扩髓髓内钉固定导致额外的肺部损伤。毫无疑问，扩髓后行髓内钉固定可导致脂肪栓塞，众多的临床实验和动物实验表明，髓腔加压导致脂肪栓塞，这种现象用心脏超声波可见。问题是这种现象在临床上有无重要意义，是否是某些特定的亚群病人具有危险性？Pape 的研究认为，合并胸部损伤的病人，早期扩髓行髓内钉固定术后危险性增加。

因为肺部功能紊乱是多因素性的，因为微不足道的肺部损伤，如脂肪栓塞可能激发其它毒性刺激，最终导致呼吸功能受损。在动物实验中，已有证据表明这种“二次打击”现象，除了 Pape 的研究，还有其它两项针对此问题的临床研究，Charash 作了与 Pape 相似的研究，却得出了完全不同的结论，他们发现合并胸部创伤的病人延迟扩髓髓内钉固定会增加肺并发症，事实上，病人损伤越严重，报道的差异也越多。Bosse 报道在两家医院处理股骨干骨折，一家医院用钢板处理，而另一家医院用扩髓髓内钉处理，原来认为，用钢板处理的应无脂肪栓塞，而用髓内钉处理的应有脂肪栓塞，因此，髓内钉组应比钢板组有更高的肺部并发症。然而，Bosse 发现，实际结果是在肺部并发症的发生上，两组无差异。

Pape 以羊作实验，第一天，动物遭受肺挤压伤和系统性低血压，第三天，动物行扩髓或不扩髓髓内钉固定，两组中肺通透性增加，但仅仅扩髓组肺动脉血压增高，作者总结扩髓后插钉比不扩髓插钉增加了更多的肺损害，相反，Wazasek 认为仅仅扩髓髓内钉固定并不增加肺的通透性，而系统性低血压却导致肺的通透性一过性增加，关于该问题，是扩髓后插钉还是低血压改变了肺的通透性，Pape 也作了研究。因为肺通透性的临床意义不明显，Pape

与 Wazasek 及同事用羊做模型，调查扩髓后插钉对临床使用的血动力学和血氧的影响，第一组是肺挤压性损伤，第二组是化学性"ARDS"状态，在两组扩髓后插钉都没有显示肺功能的改变。

目前的研究集中于成人呼吸窘迫综合症进展中炎症反应的作用，创伤在损伤后早期导致系统性炎症反应综合症，出血性休克和再灌注性损伤可以过度刺激免疫系统，导致并发症。如急性肺损伤、成人呼吸窘迫综合症，系统性炎症反应综合症，多器官紊乱综合症。被激活的中性白细胞所释放的氧自由基被认为在损害内皮组织的过程中起关键的作用，目前已经发展了系统性炎症性反应综合症的评分系统，研究已经表明遭受钝性损伤的病人和高系统性炎症性反应，评分高的具有的高的死亡率，并需要较长的住院时间。

休克和成人呼吸窘迫综合症进展的关系已为人所共知，事实上，ARDS 的进展导致死亡的可能性与初始碱不足有关，假设反映了初始缺氧的深度。在最近的研究中，还没有证据表明损伤类型（如胸部损伤、腹部损伤、骨折等）与患者年龄、入院时损伤得分、格拉斯高昏迷评分、入院时低血压、手术时间以及 ARDS 进展时间存在联系，然而，在 ARDS 进展的病人中，最初 24 小时需要输血的情况特别高。研究发现最有效地预防 ARDS 的方法是早期处理休克。

创伤病人的中性白细胞比健康人的中性白细胞可更多的刺激超氧化物的释放，因为在肺部损伤的进展中，中性白细胞被认为起关键作用，这种发现提示创伤病人由于低通气所导致的炎症连锁反应的刺激可能对扩髓髓内钉所致的脂肪栓塞更敏感。如果没有最初的刺激，脂肪栓塞将无明显的可探察到的变化。

在 Crowl 最近的临床研究中，他研究了损伤严重、评分小于 18 分的患者在损伤后 24 小时内行股骨髓内钉固定后出现隐匿性低灌注的影响，病人按照乳酸盐的水平回溯性分为两组，

没有一位病人有明显的临床休克的征象,隐性低灌注组并发症发生率更高,住院费用更高。

作者认为那些复苏不充分的病人早期扩髓行髓内钉固定似乎对病人损伤更大。

## 总结

关于创伤病人中扩髓后髓内钉固定是否会导致临床上很重要的肺部损害目前还存在争议,到目前为止,本研究不涉及无胸部损伤的病人且已复苏很好的病人,大量的文献认为,扩髓后髓内钉对那些仅合并胸部损伤的病人似乎并无不利影响。目前的争议在于复苏不良合并系统性炎症反应综合症的病人,低灌注的深度是炎症连锁反应程度的刺激剂,此因素被认为在内皮损伤的过程中起作用,一个方面是促进肺功能紊乱如成人呼吸窘迫综合症的进展,已经存在的炎症反应如果被诸如扩髓髓内钉固定所产生的脂肪栓塞等的因素再次刺激,可能会表现出不适当的过度反应。因此,在行扩髓后髓内钉固定前,必须保证使病人按照实验室数据充分复苏,并确保隐性低灌注不存在。如果患者血动力学不稳定或没有充分复苏,建议延迟股骨髓内钉固定或行其它较少侵入性的方法治疗,如外固定。因此,复苏的程度而不是有没有胸部损伤是扩髓后髓内钉固定的导致肺部损害的关键因素。