

四肢骨折内固定物处理方式的研究进展

康宏誉

广西中医药大学 广西南宁 530200

摘要: 骨折愈合后内固定物的处理是骨科医师面临的常见临床问题, 占骨科手术的 5%–15%。关于骨折愈合后内固定物是否需要常规取出, 目前仍无统一标准。本文通过检索国内外文献, 系统综述了四肢骨折内固定物处理方式的研究进展, 重点分析了内固定物取出决策的临床依据、应力遮挡效应的长期影响、取出术并发症的防控策略、微创取出技术的临床应用以及可降解内固定材料的发展现状。研究表明, 内固定物处理应遵循个体化原则, 并非所有愈合骨折均需取出内固定物; 内固定物取出后疼痛改善的可预测性有限; 应力遮挡效应可导致骨质长期变化, 但其临床意义尚存争议; 取出术存在再骨折等并发症风险, 尤其是特定部位; 微创技术和可降解材料为内固定物处理提供了新思路。

关键词: 四肢骨折; 内固定物; 取出术; 应力遮挡效应; 微创技术

引言:

骨折内固定治疗是当代骨科最常用的治疗方法之一, 它通过维持已整复的骨折位置、保障骨愈合过程的稳定性和创造早期功能锻炼条件, 极大地改善了骨折患者的预后。然而, 当骨折愈合后, 内固定物是否需要取出, 却是临床医师长期面临的挑战性问题。统计数据显示, 骨折愈合后内固定物取出术占所有骨科手术的 5%–15%, 而骨折愈合后内固定物取出的总体比例约为 6%–40%, 数据的波动范围较大, 反映了医疗实践中的不确定性。

尽管对于内固定失效、感染和骨不连等情况的内固定物取出已有共识, 但对于无明显并发症的骨折愈合后内固定物是否需要常规取出, 目前仍存在较大争议。一方面, 内固定物长期存留可能导致应力遮挡效应、骨质流失、局部疼痛和功能障碍; 另一方面, 内固定物取出术又可能引发手术相关并发症, 包括感染、神经损伤和再骨折等。这种临床决策的复杂性促使我们需要深入了解内固定物处理方式的研究进展, 以制定更加合理的临床策略。

1 内固定物取出决策的临床依据

1.1 内固定物取出的适应证

临床实践中, 骨折愈合后内固定物取出的适应证尚无统一标准。根据文献报道和临床经验, 疼痛是最主要的取出适应证, 有研究显示高达 45% 的内固定物取出是因为患者主诉疼痛^[1]。这些疼痛通常与内固定物的位置密切相关, 特别是位于皮下组织较薄的部位, 如锁骨、尺骨近端和胫骨前

内侧等区域。由于这些部位的内固定物易受外力刺激, 常引起患者不适, 进而导致功能障碍, 成为内固定物取出的主要原因。

除疼痛外, 内固定物的特殊位置也是考虑取出的重要因素。例如, 关节内或关节周围的内固定物可能影响关节活动; 位于肌腱或韧带下方的内固定物可能引起慢性刺激和炎症; 神经压迫相关症状如感觉异常、麻木或运动障碍也是取出内固定物的常见原因。此外, 儿童和青少年患者、计划再次手术的部位、硬件断裂或位移的内固定物、患者主观要求等因素也会影响取出决策。

年轻患者的内固定物通常更倾向于取出, 这主要考虑到内固定物长期存留可能影响骨骼生长和发育, 以及年轻患者面临的更长寿命期和可能的未来损伤风险。而老年患者, 特别是伴有骨质疏松的患者, 考虑到手术风险和再骨折可能性, 通常不建议常规取出内固定物, 除非出现明确的症状或并发症。

1.2 疼痛与功能改善的可预测性

尽管疼痛是内固定物取出的主要原因, 但取出后疼痛是否能够缓解, 目前研究结果并不一致。有研究对比了 163 例内固定物取出前后患者的疼痛和功能情况, 结果显示患者术前 VAS 评分平均 4 分, 取出后 3 个月降至 2 分, 76% 的患者报告功能得到改善^[2]。这表明在特定人群中, 内固定物取出确实能带来临床获益。

然而, 另一项针对肱骨近端骨折钢板内固定患者的研

究却得出了不同结论。该研究将患者分为两组：33 例行内固定取出，38 例保留内固定物。结果发现内固定取出后肩关节功能评分明显提高，但疼痛评分差异无统计学意义^[3]。

这些研究结果提示，内固定物取出后疼痛缓解与功能改善之间可能不存在简单的线性关系。症状改善的不可预测性可能与多种因素有关，包括疼痛的确切来源（是否真正由内固定物引起）、骨折愈合质量、患者的心理期望、关节周围软组织状况等。因此，在决定取出内固定物前，医师应当详细评估患者疼痛的性质和可能来源，避免将所有不适症状简单归因于内固定物，以免取出后症状持续存在，导致患者失望和不满。

1.3 不同部位内固定物取出的特殊考量

四肢不同部位的内固定物取出各有其特殊考量。上肢方面，锁骨内固定物因其表浅位置，常引起局部不适，一般建议在骨折愈合后 12-18 个月取出；肱骨近端内固定物若引起肩峰撞击或肩袖功能障碍，常需取出；前臂双骨折内固定物取出需谨慎，特别是桡骨侧，因取出后再骨折风险显著增加。

下肢方面，股骨内固定物尤其是髓内钉，若无明显症状，通常不建议常规取出，因取出手术创伤较大；而胫骨内侧钢板因其皮下位置，往往需在骨折愈合后取出；踝关节内固定物若引起腱鞘炎或疼痛，常成为取出的适应证。

对于儿童和青少年，内固定物通常建议在骨折愈合后取出，以避免对骨骼生长的潜在影响。而对于老年患者，特别是有骨质疏松的患者，内固定物取出应更加谨慎，权衡取出的获益与潜在风险。

2 应力遮挡效应与内固定物处理

2.1 应力遮挡的生物力学机制

应力遮挡效应是决定内固定物是否需要取出的重要考量因素之一。根据 Wolff 定律，骨组织的形成与重塑高度依赖其所受的机械应力。当骨折后使用刚性内固定物时，局部负荷分布发生改变，内固定物承担了大部分负荷，导致骨组织所受应力减少，进而引起骨量减少和骨质疏松，这一现象被称为应力遮挡效应。

从生物力学角度看，内固定物与骨组织的弹性模量差异是应力遮挡产生的主要原因。金属内固定物（如钢铁和钛合金）的弹性模量远高于骨组织，当二者共同承受负荷时，更刚性的内固定物承担了主要负荷，使骨组织处于“应力保

护”状态。这种非生理性的应力分布打破了骨组织的正常代谢平衡，导致骨吸收增加而骨形成减少，最终引起局部骨质疏松。

早期研究认为，应力遮挡主要是由于钢板保护骨骼免受正常功能性应力而导致骨质流失。然而，后续研究提出了不同观点，认为钢板与骨接触引起的血液供应中断也是骨质减少的重要原因^[4]。这一观点认为骨折部位局部的骨质疏松是一种自限性血管现象，是短暂的，骨折愈合后骨量可逐渐恢复。

2.2 应力遮挡对骨质的长期影响

应力遮挡对骨质的影响到底是暂时性还是持久性，目前研究结论并不一致。有研究通过动物实验和有限元分析提出了综合观点：钢板下方的骨质丢失在早期主要由局部血液循环破坏导致，而中后期的骨量丢失则主要由钢板的应力遮挡效应引起。

一项前臂双骨折患者的长期随访研究对一名 56 岁男性患者在钢板固定后 0.5 至 5 年不同时间点进行 CT 扫描和有限元分析，发现术后 3 年内，尺桡骨可承受的负荷逐渐增加，3 年后开始逐渐降低，第 5 年时患侧钢板下方桡骨和尺骨的骨密度分别为健侧的 67.1% 和 64.0%。这表明前臂骨干骨折内固定物长期保留可能导致进行性骨丢失^[5]。

国内学者利用新西兰兔胫骨骨折模型的研究进一步证实，在骨折愈合后，只要内固定物不取出，局部骨质疏松就不会逆转。这一发现提示应力遮挡导致的骨质改变可能具有不可逆性，为内固定物取出提供了一定理论依据。

2.3 应力遮挡在内固定物取出决策中的价值

尽管应力遮挡效应的存在已得到广泛认可，但其在内固定物取出决策中的权重仍存争议。随着内固定技术的发展，现代内固定物的设计已大大减轻了应力遮挡效应。例如，有限接触钢板（LC-DCP）通过减少与骨表面的接触面积，降低了对骨膜血供的影响；锁定钢板系统通过螺钉与钢板的锁定连接，减少了钢板对骨表面的压力；钛合金等低弹性模量材料的应用也减轻了应力遮挡效应。

此外，应力遮挡导致的骨质流失是否真正构成临床风险也有待商榷。在大多数病例中，骨质流失主要局限于内固定物直接覆盖区域，且骨折愈合后骨量可能部分恢复。仅当长期保留内固定物（通常超过 5 年）时，才可能出现明显的骨质减少。而对于老年患者，特别是伴有骨质疏松者，应力

遮挡引起的额外骨量减少可能更具临床意义，需要在取出决策中给予更多考虑。

3 内固定物取出的风险与并发症管理

3.1 取出术的常见并发症谱系

内固定物取出术虽然常被视为相对简单的手术，但其并发症不容忽视。常见并发症包括感染、切口愈合不良、神经损伤、再骨折、术中内固定物断裂和深静脉血栓等。

在一项纳入 188 例内固定物取出患者的研究中，总并发症发生率达 20%，最常见的并发症是切口感染，其次是神经损伤。值得关注的是，该研究中有 3 例永久性神经损伤是由低年资外科医生操作不当造成的，凸显了内固定物取出术尽管看似简单，但仍需严格的手术规范和足够的专业技能^[6]。

手术相关感染是最常见的并发症之一，其风险因素包括手术时间延长、既往感染史、免疫功能低下和局部组织血供不良等。多数感染为浅表感染，通过抗生素治疗和伤口护理可以控制，但深部感染可能需要再次手术清创和长期抗生素治疗。

神经损伤在某些特定部位的内固定物取出中风险较高，如腓骨内固定物取出时的腓总神经损伤、前臂内固定物取出时的桡神经浅支和后骨间神经损伤等。这些神经损伤可能导致功能障碍，严重影响患者生活质量，因此术前应详细评估神经的解剖位置，术中谨慎操作，避免过度牵拉和直接损伤。

3.2 再骨折：内固定物取出后的严重挑战

再骨折是内固定物取出后最严重的并发症之一，不同骨折部位的再骨折发生率差异较大。前臂骨折尤其值得关注，一项对 645 例前臂双骨折患者的回顾性分析发现，内固定物取出患者的再骨折发生率为 6.3%，而保留内固定物患者的再骨折发生率仅为 2.1%，表明内固定物取出是再骨折的独立危险因素。

该研究发现再骨折多发生在桡骨，骨折部位通常位于最近端或最远端的螺钉孔处，且大多发生在内固定物取出后的 3 个月内。这些发现为临床决策提供了重要指导：对前臂双骨折患者，若仅尺骨侧有症状，可考虑只取出尺骨内固定物而保留桡骨侧内固定物；同时，应建议患者在取出后 3-4 个月内避免剧烈活动和过度负重。

对于前臂双骨折这一特殊部位，多数研究不建议常规取出内固定物。若因临床症状确需取出，建议取出时间至少

为术后 18 个月，以确保骨折充分愈合和骨质重塑。此外，术中应规范操作，避免医源性因素如螺钉过长引起刺激性疼痛，导致内固定物取出和后续再骨折。

其他易发生再骨折的部位还包括股骨转子下骨折、胫骨骨干骨折等。这些部位的再骨折往往与多种因素有关，包括内固定物取出后残留的应力集中区（如螺钉孔）、骨折愈合质量不佳、取出时机过早以及患者取出后过早负重等。

3.3 并发症的预防与管理策略

首先，精确的患者选择是关键。医师应全面评估骨折愈合状况、患者症状、内固定物类型和位置等因素，避免在骨折未完全愈合或再骨折风险高的情况下盲目取出内固定物。

其次，合理的手术时机选择也能降低并发症风险。多数研究建议，内固定物取出应在骨折完全愈合后进行，通常为初次手术后 12-18 个月，特殊部位如前臂骨折可延长至 18-24 个月。对于高风险患者，如骨质疏松、糖尿病、吸烟者等，取出时机可能需要进一步延后。

手术技术方面，尽管内固定物取出术常被视为“小手术”，但仍需严格的手术规范。术前应详细了解初次手术的内固定物类型和位置，必要时进行 CT 扫描评估；术中应使用适当的取出工具，避免不必要的骨组织破坏；对于难以取出的内固定物，尤其是断裂的螺钉，可能需要特殊工具如空心取螺钉器或微型钻头等。对于低年资外科医生，应在有经验的高年资医生指导下进行操作，以降低并发症风险。

术后管理同样重要。内固定物取出后，骨组织可能暂时存在薄弱区，特别是螺钉孔部位，因此适当的功能限制和渐进性活动是必要的。对于高再骨折风险的部位，可考虑使用外部支具保护 3-4 个月；同时，通过患者教育提高其对再骨折风险的认识，避免过早参与高风险活动。

总之，四肢骨折内固定物处理应遵循个体化原则，根据患者年龄、骨折部位、内固定类型及临床症状综合决策。内固定物取出需权衡应力遮挡效应与取出术风险，特别注意前臂等高风险部位的再骨折可能。现代内固定技术降低了应力遮挡影响，微创取出技术和可降解材料为患者提供了新选择。规范化的取出时机选择、手术操作和术后管理是降低并发症的关键。未来研究应着力于建立循证医学指南，明确不同部位内固定物处理的最佳策略。

参考文献：

[1] 付刚, 李庭. 四肢骨折内固定物处理方式的研究进展

[J]. 骨科临床与研究杂志, 2023, 8(5):318-321.

[2] 张琼, 沈飞燕, 罗峻超, 等. 四肢骨折内固定术后手术部位感染的微生物特征及危险因素分析 [J]. 浙江临床医学, 2022, 24(8):1130-1132.

[3] 胡艳, 于洋. 四肢长骨骨折内固定物累及骨髓伤残鉴定 1 例 [J]. 广东公安科技, 2023, 31(4):61-62.

[4] 黄建军, 王艳玲. 不同植入物内固定在四肢创伤骨

折中的临床疗效 [J]. 中国继续医学教育 2021 年 13 卷 13 期, 124-127 页, 2021.

[5] 王守朝. 钢板螺钉内固定技术应用于四肢骨创伤骨折患者的疗效分析 [J]. 人人健康, 2023.

[6] 刘建波*, 王林, 张伟, 等. 内固定手术治疗四肢骨折的临床应用研究 [J]. 国际临床研究杂志, 2023, 6.