

- effects via Nrf2/HO-1 signaling pathway of melatonin nanocomposite scaffold on promoting diabetic bone defect repair [J]. *Int J Nanomedicine*, 2024, 19: 2709-2732.
- [26] Qiu X, Wang X, Qiu J, *et al.* Melatonin rescued reactive oxygen species-impaired osteogenesis of human bone marrow mesenchymal stem cells in the presence of tumor necrosis factor- α [J]. *Stem Cells Int*, 2019, 2019: 6403967.
- [27] Ren M, Liu H, Jiang W, *et al.* Melatonin repairs osteoporotic bone defects in iron-overloaded rats through PI3K/AKT/GSK-3 β /P70S6k signaling pathway [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2023, 7718155.
- [28] Wang X, Liang T, Zhu Y, *et al.* Melatonin prevents bone destruction in mice with retinoic acid-induced osteoporosis[J]. *Mol Med*, 2019, 25(1): 43-57.
- [29] Gu C, Zhou Q, Hu X, *et al.* Melatonin rescues the mitochondrial function of bone marrow-derived mesenchymal stem cells and improves the repair of osteoporotic bone defect in ovariectomized rats[J]. *J Pineal Res*, 2024, 76(1): e12924.
- [30] Chen W, Chen X, Chen A C, *et al.* Melatonin restores the osteoporosis-impaired osteogenic potential of bone marrow mesenchymal stem cells by preserving SIRT1-mediated intracellular antioxidant properties [J]. *Free Radic Biol Med*, 2020, 146: 92-106.
- [31] Liu H D, Ren M X, Li Y, *et al.* Melatonin alleviates hydrogen peroxide induced oxidative damage in MC3T3-E1 cells and promotes osteogenesis by activating SIRT1 [J]. *Free Radic Res*, 2022, 56(1): 63-76.
- [32] Fan C, Feng J, Tang C, *et al.* Melatonin suppresses ER stress-dependent proapoptotic effects via AMPK in bone mesenchymal stem cells during mitochondrial oxidative damage[J]. *Stem Cell Res Ther*, 2020, 11(1): 442-464.
- [33] Xiao L, Lin J, Chen R, *et al.* Sustained release of melatonin from GelMA liposomes reduced osteoblast apoptosis and improved implant osseointegration in osteoporosis [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2020, 6797154.
- [34] Zhao M, Qiu D, Miao X, *et al.* Melatonin delays arthritis inflammation and reduces cartilage matrix degradation through the sirt1-mediated NF- κ B/Nrf2/TGF- β /BMPs pathway [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25 (1) : 6202-6226.
- [35] Kırmızı D, Sehirli A Ö, Sayiner S, *et al.* Effects of melatonin against experimentally induced apical periodontitis in rats[J]. *Aust Endod J*, 2024, 50(2): 218-226.
- [36] Santos R, Machado N, Cantiga-Silva C, *et al.* Modulatory influence of melatonin on apical periodontitis in Wistar rats fed a high-fat diet [J]. *Arch Oral Biol*, 2023, 153: 105749.
- [37] Xin X, Liu J, Liu X, *et al.* Melatonin-derived carbon dots with free radical scavenging property for effective periodontitis treatment via the Nrf2/HO-1 pathway[J]. *ACS Nano*, 2024, 18(11): 8307-8324.
- (2025-07-28 收稿 2025-11-10 修回)
(责任编辑 李云霞)

骨科内固定术后螺钉取出困难的研究进展

堵 泽,陈殿卿,段勇男,沈 强[✉]

【摘要】 骨科螺钉取出困难是骨折内固定术后康复阶段的常见临床难题,不仅会延长手术时间、增加术中创伤与并发症风险,还可能影响患者预后,因此亟需建立科学的临床处理规范。本文对螺钉取出困难的成因机制与临床处理要点的研究进展进行综述,为骨科临床医师制定个性化治疗方案、优化术后康复路径提供参考。

【关键词】 螺钉内固定;取出内固定;取出困难;取出方法;研究进展;内固定术后

【中国图书分类号】 R687.3

【引用本文】 堵 泽,陈殿卿,段勇男,等.骨科内固定术后螺钉取出困难的研究进展[J].武警医学,2026,37(2): 179-184.

在骨科临床实践中,螺钉内固定是骨折治疗、关

节融合等多种手术的重要手段。随着内固定技术的广泛应用,骨折愈合后钢板螺钉存留在体内因应力遮挡会引起骨质疏松,钢板螺钉弯曲、断裂等情况,所以愈合后钢板螺钉作为异物不宜长期存留于体内

作者简介:堵 泽,本科学历,主治医师。

作者单位:050080 石家庄,武警河北总队医院外二科

✉ 通信作者

应予取出^[1,2]。有研究发现,固定物取出术后并发症发生率可高达 20%^[3,4],成为骨科术后常遇到的问题,不仅会延长手术时间、增加患者的痛苦和出血量,还可能导致神经损伤、骨质破坏等医源性损伤^[5]。本文对螺钉取出困难的成因机制与临床处理要点的研究进展进行综述,为骨科临床医师制定个体化治疗方案、优化术后康复路径提供参考。

1 螺钉取出困难的原因

1.1 螺钉设计 不同类型的螺钉有不同的设计,螺钉尾帽分为内六角、梅花、十字等;螺钉粗细主要有 2.7、3.5、4.5、5.0 mm 规格。不同厂家对螺钉尾帽形状、大小规格设计并不完全一致,因此进行内固定物取出时必须应用与之完全配套的螺丝刀才能顺利取出^[3]。研究表明,内六角尾帽较梅花尾帽更易发生滑丝等风险,3.5 mm 螺钉较 5.0 mm 螺钉发生取出困难的概率更大^[5]。此外,在手术操作或术后长期固定过程中,螺钉容易因外力作用发生变形,这种变形使得标准螺丝刀无法准确匹配,从而在取出时无法有效传递扭矩。部分国产螺钉钉头凹槽深度太浅或螺钉材质欠佳^[6]。研究表明,部分螺纹螺钉可能较全螺纹螺钉更难取出^[4],在长期置入后,其与周围组织的相互作用增强,紧密结合程度远高于普通螺钉,大大增加了取出的难度。

1.2 骨质 在螺钉置入人体后,部分骨折会二期愈合,在这个过程中,新生骨组织可能逐渐包裹螺钉,使螺钉与周围骨质的界限变得模糊^[7]。在骨质疏松患者中,由于骨质密度降低,螺钉在长期受力过程中容易发生松动,并逐渐陷入周围骨质中。这不仅改变了螺钉的原始位置和角度,而且在取出时易导致螺钉与螺丝刀之间的摩擦力增大,发生滑丝等情况,进一步阻碍了螺钉的顺利取出。

1.3 材料 螺钉与内固定钢板、骨质之间的材料相互作用是引发取出困难的重要诱因,其中冷焊接现象最为典型^[8]。骨科内固定器械多采用钛合金、不锈钢等金属材料,螺钉与钢板接触界面在长期生理载荷、体液腐蚀及金属离子扩散的共同作用下,会发生金属表面氧化膜破裂,裸露的金属原子相互扩散、吸附并形成金属键结合,即冷焊接效应^[9]。有研究表明,不锈钢材质较钛合金材质更易发生冷焊接,这种焊接作用会使螺钉与钢板接触部位形成牢固的冶金结合,破坏了螺钉与钢板的可拆卸性,导致取出时螺钉无法相对于钢板旋转,甚至出现螺钉杆体与尾帽分离、钢板撕裂等情况^[10]。此外,不同金

属材料(如钛合金螺钉与不锈钢钢板)之间的电位差会加速电化学腐蚀,加剧冷焊接界面的结合强度,增加取出难度^[11]。

1.4 生物因素

1.4.1 组织粘连 当前钛合金螺钉广泛应用,钛制螺钉有很好的组织相容性^[12],表面的微观结构设计能够使置入物整个表面上获得骨附着。但这也使得取出螺钉时所需的力更大^[13]。人体的软组织,包括肌肉、肌腱、筋膜等,在创伤修复过程中会与螺钉表面形成粘连。这种粘连是机体自然愈合反应的一部分,但在需要取出螺钉时,却成为了重要的阻碍因素。粘连使得软组织与螺钉紧密结合,在拔出螺钉时,会产生较大的阻力,并且在强行分离过程中,容易造成周围软组织的撕裂、出血等损伤。

1.4.2 炎症反应 手术创伤及异物(螺钉)的存在会引发局部的炎症反应。炎症介质的释放会促使纤维组织增生,增生的纤维组织会围绕螺钉生长,逐渐将螺钉包裹在其中。这使得螺钉与周围组织之间的界限不清,在手术取出时,难以准确辨别螺钉的位置和方向,增加了取出操作的复杂性和难度。

1.5 人为因素

1.5.1 置入螺钉不规范 以 3.5 mm 螺钉为例,按 AO 内固定技术要求,在置入 3.5 mm 螺钉时,需要用配套的瞄准器、2.8 mm 钻头、3.5 mm 攻丝和扭力限制扳手^[6]。但是,实际操作中部分厂家器械不配备扭力限制扳手,甚至有部分术者直接用电动螺丝刀拧紧螺钉,使螺钉钢板形成冷焊接或螺帽滑丝。临床中也有部分术者担心攻丝后螺钉与骨质摩擦力会变小,导致固定失败,从而忽视攻丝步骤,但是这反而成为螺钉取出困难的关键因素。此外,钛合金的特点是刚性低,韧性好,一些术者会选择将钢板折弯塑形,但螺钉钉孔在塑形后会变形,锁定螺钉螺纹与钢板的钉孔螺纹无法匹配咬合、锁定钢板及锁定螺钉应力也会变化,容易断裂或发生绞锁^[14]。也有部分术者忽视术中的 X 线透视,导致需要多枚螺钉固定时^[15],螺钉相互干扰,甚至互相绞索,出现螺钉折弯、断钉等情况,提示术者应结合术中 X 线的辅助定位作用进行固定。另外,若钉尾的内六角在拧入时已发生部分磨损则一定要更换螺钉,以免遗留后患^[16],这些都是钢板取出困难的重要原因。以上研究表明,锁紧螺钉的拧紧扭矩对其拆卸能力有显著影响,不规范的过高扭矩会增加取出难度^[17]。

1.5.2 术前准备不充分 由于各厂家生产的螺钉螺帽型号、卡口的直径、花式、宽度、深度各不相

同^[18],所以,需要术前准备安装螺钉的合格证及手术记录,充分了解安装螺钉时有无特殊情况及螺钉型号,提前规避风险,在进行手术之前,通过分析X线定位片,明确最佳手术入路^[19],医师要认真分析患者手术部位的平片情况,提前准备好可能用到的手术器械,如相应供应厂家的螺丝刀、空心钻、骨凿、电钻、克氏针、长臂大力剪、老虎钳、断钉取出器械、反向取出器械^[20]。一些术者对内固定取出术认识不足,术前重视不够,准备欠充分,缺少工具^[21],导致术中无合适器械,螺钉取出困难。

1.5.3 取出螺钉不规范 螺钉尾帽有骨痂或其他组织时,清除不彻底,导致螺丝刀与螺钉尾帽不能充分啮合或插入深度不够,造成螺钉滑丝,有时刻意追求小切口微创,尾帽显露不清晰,软组织阻挡,使螺丝刀方向与螺钉方向不同轴,使有效扭力降低,导致螺钉滑丝^[22]。一项生物力学研究表明,在单次螺丝刀松动事件后,最大扭矩值会降低50%^[5],所以术者要确定螺丝刀与螺钉同心同轴,周围无骨质或纤维组织附着,螺丝刀与尾帽啮合良好、插入深度合适后再拧出螺钉,这样可以大大提高一次取出成功率。有研究提出,在螺钉头使用骨蜡可以作为预防骨骼过度生长导致螺钉取出困难的简单有效方法^[23]。

2 螺钉取出的方法

2.1 改变螺钉尾帽 即通过特殊工具改变尾帽与取出器械的啮合关系来为螺钉提供扭力,主要分为以下几类:(1)改槽法^[2,22,24,25],采用微型打磨机金属砂片将螺钉尾帽打磨成一或十字形,然后用对应的螺丝刀拧出螺钉;(2)填塞法^[1,16],利用钢丝、锡箔纸、橡胶手套等填塞螺钉尾帽,再插入螺丝刀,利用改变螺丝刀与螺钉尾帽凹槽的啮合关系提供相应摩擦力取出螺钉。(3)反向取出器械法^[3],应用一种有反向螺纹锥形攻丝的取出器械在螺钉尾帽处反向攻丝,锁死后可取出螺钉。(4)磨帽取板法^[3,26,28],利用磨钻磨掉螺钉尾帽,破坏螺钉尾帽和钢板锁定螺纹,取下钢板后,利用大力钳或断钉取出器夹持螺钉尾部拧出螺钉,但此方式仅适用于钢板上的螺钉。

2.2 钢板法 即通过利用钢板和锁定螺钉的锁定关系取出滑丝螺钉。分为以下几类:(1)骨刀撬动法^[29],如果钢板上只有一枚锁定螺钉取出困难,可在清除钢板周围骨痂及软组织后,用骨刀撬动钢板,松动螺钉后取出螺钉。(2)剪断钢板法^[7],应用长臂大力剪剪断钢板后,用针持或大力钳夹持钢板块

拧出钢板。(3)折弯钢板法^[21],钢板只剩一枚螺钉取出困难时,可以以此枚螺钉为轴,从两端将钢板折成U形,通过旋转钢板取出螺钉。

2.3 骨隧道法 即通过空心环钻在螺钉和骨质之间建立隧道,解除螺钉与骨质间的关系取出螺钉。分为以下几类:(1)顺行取出法^[18],在尝试磨帽取板法失利后可继续用环钻沿螺钉长轴方向松解两层皮质,使螺钉与骨质分离,取出螺钉。(2)逆行取出法^[7,21,22,30],即取反方向将螺钉取出,露顶尖露出对侧皮质的可切小口,沿螺钉方向用环钻钻透双层皮质,有学者在此基础上进行了改良,应用反向钻孔取钉器(专利号:ZL201821313197.7),通过锁定板的组合孔,利用套筒作导向,克氏针定位方向,环钻沿滑丝螺钉方向钻出,直至对侧皮下,螺钉失去把持力后,逆行顶出螺钉。对于髓内钉等特殊内置物,亦有报道使用不锈钢丝等辅助取出技术^[31]。

3 螺钉取出困难的危险因素

有研究表明影响骨科螺钉取出困难的危险因素由高到低分别为术中植骨不充分、螺钉旋入时扭力过大、接骨紧贴过度、患肢过早负重和年龄 ≥ 60 岁^[29]。而有学者提出,影响螺钉取出困难的危险因素包括置入时间(置入时间越长,取出越困难)、螺钉材质(钛制比钢制取出困难)、螺钉直径(3.5 mm比5.0 mm取出困难)、螺钉种类(锁定钉和空心钉比普通钉取出困难)^[32,33]。刘超等^[34]研究表明,两段式拉力螺钉滑丝率较AO螺钉低。临床研究发现,实际操作中应从以下几点规避危险因素:(1)安装螺钉时要规范,按照AO内固定技术要求执行,术者不能盲目自信省略中间步骤,如使用套筒、使用扭力限制扳手等,不能直接用电动螺丝刀锁死螺钉,安装螺钉时如发现螺钉已有滑丝或多枚螺钉相互干扰,应更换或调整螺钉;(2)安装螺钉时优先选择尾帽为梅花的螺钉,有研究表明梅花形凹槽较内六角凹槽更易取出^[13];(3)骨折愈合后取出内固定物,虽然有学者认为螺钉取出困难概率没有随着取出时间的延长而增大,但钛制螺钉有很好的组织相容性,骨折愈合后会有新生骨附着于螺钉表面,对取出螺钉时螺钉显露造成困扰,而且骨折愈合后钢板螺钉继续固定会形成应力反应,所以骨折愈合后应取出内固定物,不宜长时间固定^[12,15];(4)取出螺钉前术者要做好充足准备,认真读片,准备好相应厂家取出器械,以及大力剪、反向取出器械、断钉取出等器械,检查取出螺丝刀有无磨损;(5)取出螺钉

要规范,不要盲目追求小切口,要充分显露螺钉尾帽,确保尾帽无组织残留,导致螺丝刀插入深度不够而造成滑丝,而且要确保螺丝刀与螺钉长轴在一条直线上,必要时应用T形扳手,研究表明T形扳手提供扭力大,更容易使螺丝刀与螺钉长轴在一条直线上^[41]。

4 螺钉取出方法的改良

对于解决螺钉取出困难,不同方法有各自的应用场景限制及并发症,术者应遵循患者收益最大化原则,若取出风险大于收益,应该谨慎决定是否取出螺钉。目前,对螺钉取出方法的改进主要有以下几点:(1)改槽法^[2],需要充分暴露术区,有足够空间能够置入金刚砂砂片,在制作一字形凹槽时,会产生大量的碎屑及热量,需要磨钻时滴水降温^[22],赵万东等^[33]研发了一种能够防止金属碎屑污染术区的保护器,在没有保护器时可采用湿纱布覆盖术区及螺钉处剪口,能避免金属碎屑污染术区。(2)填塞法,有学者研究表明,插入锡箔纸或乳胶手套并未显著降低螺钉剥脱的发生率,插入材料可能会阻碍改锥头端完全啮合到螺钉槽中,导致接触面积减小^[5]。(3)利用钢板法,采用折弯或撬拨钢板对螺钉尾帽及锁定螺纹有一定的风险,操作时尽可能保持螺钉轴心不变,防止发生断钉或骨折,且此方法对周围软组织牵拉力大,应对临近的血管、神经、肌腱做好保护。(4)骨隧道法,同样有产生碎屑和热量的困扰,可参考改槽法利用专用保护器或湿纱布保护,研究表明钻孔或取钉后的孔洞直径达到骨直径的20%就会使骨的强度下降40%,此方法取出螺钉后,需要植骨,术后石膏固定给予保护,防止再骨折^[35]。

5 可吸收材料和纳米材料的应用

可吸收螺钉、钢板等内固定材料已逐步应用于临床,这类材料可在术后数月至数年内逐步降解,降解产物能被人体代谢吸收,兼具良好的生物相容性、足够的力学强度与较高的安全性,不仅可避免二次手术取出的痛苦与风险,还能减少相关并发症,成为预防螺钉取出困难的重要路径^[36]。此外,镁离子纳米材料的研发与应用展现出广阔前景:镁离子具有良好的生物相容性与骨诱导活性,其纳米化改性后可进一步优化材料力学性能与降解速率,既保证骨折愈合期间的固定稳定性,又能通过可控降解避免长期留置引发的组织反

应,同时镁离子的缓释还可促进骨组织修复,为骨科内固定材料的创新提供了新的思路^[37]。研究表明,镁钙系统阳极氧化后可提升初期耐腐蚀性并促进新骨形成^[38]。临床研究也显示,生物可吸收镁螺钉在临床和放射影像结果上与钛螺钉相当,且能避免二次取出手术^[39-42]。

骨科螺钉取出困难是临床实践中亟待解决的重要问题,其原因包括机械、生物和人为因素^[43]。现有的取出方法改进空间较大,在未来的研究中,需要进一步完善诊断技术,优化取出方法,充分做好术前准备,并加强对预防策略的研究,更好地解决骨科螺钉取出困难问题,提高患者的治疗效果和安全性,减少并发症的发生。同时,还需要加强对临床医师相关知识和技能的培训,确保各种方法有效应用,对于取出特别困难的患者,要进行综合评判,全面评估。未来,需加强新型可吸收材料(包括镁离子纳米材料)的临床转化研究,优化材料配方与制备工艺,明确其长期安全性与有效性,推动骨科内固定技术向更精准、安全、微创的方向发展,提高患者的治疗效果与生活质量。

【参考文献】

- [1] 宋连新,彭阿钦,郝建东,等. 骨折愈合后390枚锁定螺钉取出术的研究分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(18): 1559-1562.
- [2] 付义春,陈检根. 改槽法在钢板螺钉取出困难中的临床应用[J]. 实用骨科杂志, 2010, 16(4): 312-313.
- [3] 万永鲜,阳运康,卓乃强,等. 骨科内固定物取出困难的常见原因及应对策略[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(11): 1229-1230.
- [4] 殷渠东,顾三军,孙振中. 锁定钢板螺钉取出困难的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(3): 386-390.
- [5] Lee H J, Park Y U, Kim S J, et al. Screw stripping and its prevention in the hexagonal socket of 3.5 mm titanium locking screws[J]. Scientific Reports, 2021, 11(1): 21324.
- [6] 张辉,许亚军,陈政,等. 3.5 mm螺钉系统取出困难的相关因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(7): 774-775.
- [7] 王华溢,杨重飞,朱庆生,等. 锁定螺钉取出困难的原因分析及解决方案[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(3): 292-293.
- [8] Shiers G F, Matthews H, Rodham P, et al. Systematic review of incidence of cold-welding phenomenon in use

- of implants for fracture fixation and collation of removal techniques[J]. *J Clin Med*, 2025, 14: 223.
- [9] Campbell R J, Symes M, Sivakumar B, *et al.* Removal of a ‘cold-welded’ femoral head lag screw in a nail combination[J]. *BMJ Case Reports*, 2025, 18: 421.
- [10] Yanagisawa Y, Eda Y, Yamazaki M. Technical note on the removal of a “cold-welded” lag screw from a trigen meta-tan nail [J]. *Trauma Case Reports*, 2021, 35: 100526
- [11] Peterson D F, Schabel K. Cold welding of the syntheses femoral neck system encountered at conversion to arthroplasty: a case report[J]. *JBJS Case Connector*, 2023, 13: 456.
- [12] Maehara T, Moritani S, Ikuma H, *et al.* Difficulties in removal of the titanium locking plate in Japan [J]. *Injury*, 2013, 44(8): 1122-1126.
- [13] Ehlinger M, Adam P, Simon P, *et al.* Technical difficulties in hardware removal in titanium compression plates with locking screws [J]. *Orthop Tra Surg Res*, 2009, 95(5): 373-376.
- [14] 吴佳俊, 朱 越. 锁定加压钢板及锁定螺钉取出困难相关因素分析[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2013, 7(24): 11858-11860.
- [15] Fujita K, Yasutake H, Horii T, *et al.* Difficulty in locking head screw removal [J]. *J Orthop Sci*, 2014, 19 (2): 304-307.
- [16] 文 文, 余远举, 熊 健. 内固定物取出困难的对策及预防 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2016, 13 (2): 78-80.
- [17] Autefage A, Follope C, Paliernie S. Effect of tightening locking screws torque on unscrewing ability and on the screw removal torque [J]. *Res Vet Sci*, 2025, 197: 105973.
- [18] 王清海, 冯彦清, 王彦平. 骨科内固定物取出困难 124 例分析 [J]. *宁夏医学杂志*, 2014, 36 (11): 1056-1058.
- [19] 陈跃华. 四肢骨折内固定术愈合后内固定装置取出困难的原因及对策 [J]. *中国医药指南*, 2016, 14 (2): 156.
- [20] 韦光福. 四肢骨折内固定术愈合后内固定装置取出困难的原因及对策 [J]. *大家健康(学术版)*, 2015, 9(3): 123-124.
- [21] 张文博, 贾胜洪, 李国栋, 等. 锁定钢板上螺钉取出困难的解决方法及注意事项 [J]. *世界复合医学*, 2019, 5(6): 111-114.
- [22] 张国烈, 温羨宏, 冯文参, 等. 锁定钢板螺钉取出困难原因及解决方法的探讨 [J]. *临床医学工程*, 2012, 19(2): 210-211.
- [23] Samargandi R, Nail L R. A simple technique to prevent screw stripping during hardware removal using bone wax [J]. *Cureus*, 2023, 15(5): e39683.
- [24] 罗守信, 包秀芝. 齿科打磨机在内固定术后螺钉取出困难中的应用 [J]. *内蒙古医学杂志*, 2014, 46 (3): 383.
- [25] 曹荣旗. 齿科金刚砂砂片在螺钉取出困难中的应用 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2007, 22 (4): 336-337.
- [26] 焦 鲲, 罗树林, 吕品硕, 等. 骨折愈合内固定取出术中用环锯取出滑丝螺钉的方法 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(6): 664-665.
- [27] 覃文报, 蓝春祎, 韩 春, 等. 四肢锁定钢板螺钉取出困难的原因分析及对策 [J]. *实用骨科杂志*, 2016, 22(4): 377-379.
- [28] 王大勇, 娄丽艳, 刘常胜, 等. 内固定螺钉取出困难的应对方法及研究 [J]. *实用骨科杂志*, 2010, 16 (8): 633-634,640.
- [29] 肖 雄, 杜 刚, 王 林, 等. 骨凿撬动方法在螺钉滑牙锁定钢板取出中的应用 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27(10): 930-933.
- [30] 杨 明. 钢板螺钉取出困难的应对方法(附 24 例报告) [J]. *江西医药*, 2012, 47(12): 1074-1075.
- [31] Pathrot D, Manual S, Srinath K M, *et al.* A novel surgical technique for removal of intramedullary nails when there is a failure of the proximal extraction device: report of two cases and review of literature [J]. *Injury*, 2024, 55: 111533.
- [32] 孙 宁, 张 权, 朱仕文. 四肢骨折术后内固定螺钉取出困难的危险因素分析 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2016, 48(2): 373-376.
- [33] 赵万东, 王 宁, 汪 斌, 等. 一种打滑螺钉取出保护器的研制与应用 [J]. *实用骨科杂志*, 2017, 23 (8): 757-758.
- [34] 刘 超, 仇成华, 徐达强. 两段式拉力螺钉的滑丝率和加压力研究 [J]. *中医正骨*, 2025, 37(2): 28-33.
- [35] 叶优胜. 钢板螺钉取出困难 20 例分析 [J]. *浙江创伤外科*, 2008, 13(6): 554.
- [36] Masoni V, Ciatti C, Andriollo L, *et al.* Implant removal: benefits and drawbacks - results of a survey with five hundred participants from the Italian Society of Orthopedic Surgery and Traumatology (SIOT) and comparison with other international trends [J]. *Int Orthop*, 2025, 49 (8): 1775-1787.
- [37] Sumanth M, Prabhakar, Joshua D, *et al.* A simple technique for removal of interlocking screw from an intramedullary nail; a case report [J]. *J Orthop Case Rep*, 2021, 11: 12-15.

- [38] 陈思禹, 陈瑞骥, 龚太乾, 等. 镁离子纳米材料在骨折愈合中的应用进展[J]. 武警医学, 2025, 36(3): 267-272.
- [39] Kim J, Jung Y, Lee Y S, *et al.* Micro-CT and histomorphometric analysis of degradability and new bone formation of anodized Mg-Ca system[J]. *Biomimetics (Basel)*, 2025, 10(9):583.
- [40] May H, Kati Y A, Gumussuyu G, *et al.* Bioabsorbable magnesium screw versus conventional titanium screw fixation for medial malleolar fractures[J]. *J Orthop Traumatol*, 2020, 21(1): 9.
- [41] Dehghan N, Frane N, Vohra A, *et al.* How difficult is titanium plate and screw implant removal? A retrospective case series[J]. *Injury*, 2024, 55(11): 111824.
- [42] Sonoda K, Kubo Y, Hara T. Challenges in the removal of circular cross-section lag screw following compression hip screw fixation: a report of two cases[J]. *Cureus*, 2025, 17(7): e88764.
- [43] Mayers A J, Hayes D, Chaclas N, *et al.* Partially threaded screws require more work during removal compared to fully threaded screws in a bone simulation model[J]. *J Pediatr Soc North Am*, 2024, 8: 100099.

(2025-06-10 收稿 2025-11-20 修回)

(责任编辑 郭青)

本刊可直接用缩写的常用词汇

白细胞计数(WBC)	动脉血氧分压(PaO ₂)
红细胞计数(RBC)	动脉血二氧化碳分压(PaCO ₂)
血红蛋白(Hb)	一氧化氮(NO)
收缩压(SBP)	三磷酸腺苷(ATP)
舒张压(DBP)	丙氨酸氨基转移酶(ALT)
超氧化物歧化酶(SOD)	天冬氨酸氨基转移酶(AST)
5-羟色胺(5-HT)	人类免疫缺陷病毒(HIV)
胎牛血清(FBS)	甲型肝炎病毒(HAV)
磷酸盐缓冲液(PBS)	乙型肝炎病毒(HBV)
依地酸, 乙二胺四乙酸(EDTA)	丙型肝炎病毒(HCV)
苏木精-伊红(HE)	乙型肝炎病毒表面抗原(HBsAg)
磁共振成像(MRI)	乙型肝炎病毒表面抗体(HBsAb)
计算机断层摄影术(CT)	乙型肝炎病毒核心抗体(HBcAb)
心电图(ECG)	乙型肝炎病毒 e 抗原(HBeAg)
脑电图(EEG)	乙型肝炎病毒 e 抗体(HBeAb)
心率变异性(HRV)	干扰素(IFN)
聚合酶链反应(PCR)	白细胞介素(IL)
逆转录-聚合酶链反应(RT-PCR)	肿瘤坏死因子(TNF)
酶联免疫吸附测定(ELISA)	核糖核酸(RNA)
体质量指数(BMI)	信使核糖核酸(mRNA)
总胆固醇(TC)	重症监护病房(ICU)
甘油三酯(TG)	获得性免疫缺陷综合征(AIDS)
低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)	症状自评量表(SCL-90)
高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)	世界卫生组织(WHO)
空腹血糖(FPG)	