

· 综述 ·

开放楔形胫骨高位截骨骨移植物的研究进展[△]

于成双, 马剑雄*, 卢斌, 马信龙

(天津市天津医院骨科研究所, 天津 300050)

摘要: 开放楔形胫骨高位截骨术 (open wedge high tibial osteotomy, OWHTO) 是治疗相对年轻患者伴有内翻畸形的内侧单间室骨关节炎的可靠选择, 但截骨间隙仍存在骨不连、塌陷和失去矫正的风险。各种骨移植已被用作填充截骨间隙, 但还没有一种理想的骨移植。本文将介绍在 OWHTO 中各种可用的骨移植物的研究, 以便在每种特定的临床情况下进行适当的选择。

关键词: 开放楔形胫骨高位截骨术, 自体骨移植, 同种异体骨移植, 骨替代材料, 组织工程骨

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 19-1783-05

Research progress of bone grafts in open wedge high tibial osteotomy // YU Cheng-shuang, MA Jian-xiong, LU Bin, MA Xin-long. Institute of Orthopedics, Tianjin Hospital, Tianjin 300050, China

Abstract: Open wedge high tibial osteotomy (OWHTO) is a reliable option for the treatment of medial unicompartmental osteoarthritis with varus deformity in relatively younger patients, but there is still the risk of nonunion, collapse and loss of correction in the osteotomy space. Various bone grafts have been used to fill the osteotomy gap, however, the ideal bone graft remains to be looked for. This article presents various bone grafts available for OWHTO in order to make the appropriate selection in each specific clinical situation.

Key words: open wedge high tibial osteotomy, autologous bone graft, allogeneic bone graft, bone substitute materials, tissue engineered bone

开放楔形胫骨高位截骨术 (open-wedge high tibial osteotomy, OWHTO) 不侵犯胫腓关节, 潜在地减少了神经血管并发症, 并可更容易地转为全膝关节置换术, 成为治疗相对年轻患者伴有内翻畸形的内侧单间室膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 的可靠选择^[1]。然而, OWHTO 在截骨部位形成开口间隙, 尽管有足够稳定的内固定, 但仍存在骨不连、塌陷和失去矫正的风险^[2, 3]。因此, 各种骨空隙移植已被用作骨移植材料, 以提高骨愈合和初始的机械稳定性^[4]。由于每种骨替代物都有其独特的优点和缺点, 在各种骨空隙填充物的使用一直都存在争议^[5, 6]。本文将介绍在 OWHTO 中各种可用的骨移植物的研究进展。

1 自体骨移植

自体骨移植具有骨诱导、骨传导和成骨特性, 可以更快、更完整地融入宿主骨^[7]。由于这些特点,

自体骨移植是治疗一系列骨科和运动医学病理学的黄金标准, 它也是 OWHTO 后未愈合的抢救程序的首选治疗方法^[7, 8]。

自体骨移植在 OWHTO 中主要使用三皮质髂骨移植, Ulucakoy 等^[9]应用 OWHTO 治疗 25 例 KOA 患者, 其中 13 例使用髂骨移植, 12 例未使用移植, 术后 6 周截骨区愈合率为 24%, 3 个月愈合率为 96%, 1 年内所有截骨区均愈合。其中在有植骨的截骨术中, 6 例在 6 周时观察到愈合, 其余 7 例在 3 个月时观察到愈合, 而未植骨的患者在 6 周时未见愈合。同样, Fucentese 等^[10]报道 OWHTO 治疗 40 例 KOA 患者, 自体髂嵴移植组 15 例, 无骨间隙填充组 25 例。自体髂嵴移植组在 3 个月和 12 个月截骨间隙分别愈合 40.1% 和 91.5%, 无骨间隙填充组为 10.8% 和 59.1%。这两项研究均指出自体髂嵴移植能够显著增加 OWHTO 后截骨间隙的愈合, 缩短间隙愈合时间。

然而, 自体骨移植的最大缺点是可用的数量有限

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.19.10

[△]基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 11772226; 81871777); 天津市科技计划项目 (编号: 18PTLCSY00070)

作者简介: 于成双, 硕士研究生, 研究方向: 骨生物力学, (电话) 15149961420, (电子信箱) yuchengshuangtj@163.com

* 通信作者: 马剑雄, (电话) 022-23197009, (电子信箱) mjx969@163.com

和供体部位的发病率，在髌嵴移植物的研究中报告主要供体部位的并发症发生率为 2.4%~6.2%，因此需要寻找替代供体部位^[11, 12]。最近，从胫骨近端采集松质骨受到欢迎。Kim 等^[13]比较 51 例患者同时接受了从胫骨近端和髌前嵴的骨采集量，结果显示从胫骨近端获得的松质骨的平均重量为 33.2 g，从髌前嵴获得的平均重量为 27.4 g。4 例胫骨近端患者和 7 例髌前嵴患者持续疼痛长达 90 d，仅 11.8%的髌前嵴患者报告了主要并发症。该研究指出从胫骨近端采集的骨量要高于髌前嵴，并且疼痛更少。因此，从胫骨近端获取松质骨是一种可接受的替代髌前嵴自体植骨的方法。相信在可预见的未来，对于大多数骨不连而言，自体骨仍然是金标准。

2 同种异体骨移植

由于自体骨移植可能会导致与取骨相关的并发症以及移植数量的限制^[11, 12]，同种异体骨移植具有供体部位没有发病率、材料的无限使用以及各种形状和尺寸的机械支持的可用性的优点^[6]。因此同种异体骨移植可能是 OWHTO 手术中替代自体骨移植作为间隙填充物的一种很好的选择。

吴疆等^[14]在 20 例患者胫骨内侧截骨间隙植入同种异体股骨头骨块，20 例患者均顺利手术，无严重并发症。术后平均随访 (14.6±5.8) 个月。VAS 评分从术前的 (2.5±1.8) 分降至末次随访时的 (0.6±1.2) 分，术后所有患者截骨处均达到骨性愈合。股角由术前 (192.6±3.8)°显著矫正至末次随访时 (173.6±2.4)°，平均矫正度 (10.0±4.3)°。Haghpanah 等^[15]发现 OWHTO 治疗的 46 例 KOA 患者，分别使用同种异体移植物和自体髌嵴移植植物作为空隙填充物，两组的矫正量、复发、并发症发生率、无症状时间、影像学愈合和膝关节评分相似，两组均未出现不愈合或延迟愈合。这两项同种异体骨移植应用已经证明了良好的临床效果，而且其疗效和安全性与自体髌嵴移植植物相当。

此外，通过对 OWHTO 期间使用同种异体骨移植进行生物力学研究分析发现在术中铰链骨折的情况下，带有同种异体骨移植的 OWHTO 能承受更高的应力峰值，有利于更大间隙的矫正^[16]。同种异体骨移植能为 OWHTO 提供更高的机械强度，还可使截骨的内侧和外侧皮质的僵硬程度更接近^[17]。这表明当同种异体骨移植填充间隙时，膝关节可能具有更高的稳定性和机械强度，这对鼓励早期完全负重的术后康复

计划具有重要意义。

同种异体骨通常通过冷冻干燥工艺和真空包装进行保存。然而，同种异体骨的机械性能减弱和在灭菌及储存过程中去除活的成骨细胞是同种异体移植物的缺点，这些过程会影响同种异体移植物的骨愈合能力，并导致成骨和骨诱导功能的丧失^[18]。当前制备异体骨时有研究者制成复合同种异体骨，加速骨生长。Kim 等^[19]将 19 例患者使用与自体骨髓混合的同种异体骨，17 例患者仅使用同种异体骨。结果显示两组术后结果无统计学差异。在术后 6 周和 3 个月混合移植组的截骨充盈率和最内侧 1/4 区的骨传导率均高于单纯移植组。上述研究表明在 OWHTO 后将同种异体骨与自体骨髓混合是有益的。

3 骨替代材料

如前所述，天然骨移植物的严重短缺和满足人口老龄化需求的供应机会很小，引发了骨替代材料市场的蓬勃发展^[20]。骨替代材料避免了自体移植和同种异体移植的并发症，可以很容易地长期储存，并且可以以精确的形态和尺寸生产。它们大多是以钙或磷酸盐为基础的材料，在临床上大量应用^[21]。常见的骨替代材料有羟基磷灰石 (hydroxyapatite, HA)、β-磷酸三钙 (β-tricalcium phosphates, β-TCP) 和双相磷酸钙 (biphasic calcium phosphate, BCP) 等。

3.1 羟基磷灰石

HA 是生物活性陶瓷，是骨的主要矿物质，具有良好的骨传导性和生物相容性，几乎不会引起异物反应。Lee 等^[22]通过 121 例患者中，同种异体组 87 例，HA 组 34 例 2 年内随访发现，同种异体组的吸收率为 59.6%，HA 组吸收率为 22.6%。成熟骨组织平均面积比为 30.4%，残余 HA 平均面积比为 4.2%。该研究说明 HA 吸收较差，但植骨区仍有较多的新生骨形成。

最近开发的纳米羟基磷灰石 (nanohydroxyapatite, NHA) 可以提高再吸收率。Drogo 等^[23]将 26 例 OWHTO 患者随机分为截骨间隙仅填充异体骨的纯移植组和异体骨中添加 NHA 的 NHA 组，正常骨密度为 (110.2±11.7) Hu。纯移植组五年平均密度为 (296.8±81.8) Hu，而 NHA 组为 (202.2±45.1) Hu，显示出与正常骨更相似的密度和截骨内的骨均匀性。上述研究已经表明，在 OWHTO 中添加 NHA 促进和加速了移植物的骨愈合。

3.2 β-磷酸三钙

β -TCP 是目前应用最广泛、效果最好的人工骨移植替代物之一。它具有骨传导和骨诱导作用，这些特性与其细胞介导的再吸收结合在一起，可以实现完全的骨缺损再生^[24]。

Lee 等^[25]将接受 OWHTO 治疗 KOA 的 54 例患者随机分为两组，分别采用 β -TCP 颗粒和冻干异体骨填补缺损，在术后 6 个月和 12 个月观察到的最高骨愈合程度为 4 级，两组各时间点骨愈合进展例数差异无统计学意义。WOMAC 和疼痛 VAS 评分也显示两组之间没有差异。在 OWHTO 后的 12 个月期间，两组均未观察到并发症。此研究发现 β -TCP 颗粒与同种异体移植物的骨愈合进展相似， β -TCP 颗粒可用作骨替代物。此外，还开发了一种具有更高孔隙率的新型颗粒 β -TCP。Jeon 等^[26]将 54 例接受 OWHTO 锁定钢板固定的患者中 27 例患者使用高孔 β -TCP 颗粒，27 例年龄和性别匹配的患者使用同种异体骨。在所有患者中，术后 12 个月观察到的最高骨愈合程度为 4 级。随着术后时间的推移，高孔 β -TCP 颗粒的骨愈合进展线性增加，与松质异体骨片相比具有统计学意义 ($P=0.014$)。 β -TCP 组中检测到截骨边缘硬化的患者减少 66.7%，同种异体移植组患者减少 25.9%。该研究说明高度多孔的 β -TCP 颗粒在使用锁定板填充 OWHTO 期间产生的开口间隙方面具有优势，术后 12 个月放射学骨愈合进展更快，并且在截骨边缘放射学硬化症的发生率更低。

3.3 双相磷酸钙

BCP 由 β -TCP 和 HA 的紧密混合物组成，能够与宿主骨形成强烈的直接结合^[27]。Putnis 等^[28]在 15 例患者中应用具有 70% 和 20% 孔隙率两个不同密度区域的 BCP 楔形物，所有患者都有良好的临床评分，4 年时未报告并发症，骨愈合合并巩固，且未丢失矫正，但不透射线的 BCP 移植物仍然高度可见。上述研究表明使用 BCP 临床效果良好，但较高密度的 BCP 移植物溶解率低。这可能会影响未来膝关节置换的性能，因此应谨慎使用。

4 组织工程骨

20 世纪 80 年代提出了组织工程骨的概念，它包括种子细胞、支架、生长因子三要素。它利用体外细胞培养技术将种子细胞扩增并和支持细胞附着、迁移和增殖的可降解支架培养构建有生命活力的组织，植入体内修复缺损^[29]。

4.1 支架

支架作为种子细胞及细胞活性因子粘附、生长分化的载体，在组织工程骨的构建中起着重要的作用^[30]。Dou 等^[31]制备了含有重组骨形态发生蛋白-2 (recombinant bone morphogenetic protein-2, rhBMP-2) 生长因子的羧甲基壳聚糖微球和载有血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 的羟基磷灰石胶原复合支架，复合支架中的 rhBMP-2 和 VEGF 成功实现了双因子的顺序释放，有利于骨再生。可以发现，该支架具有良好的性能，具有作为组织工程骨的潜力。此外，随着 3D 打印技术的发展，3D 打印技术非常适合设计具有良好的孔结构和较高的机械强度的陶瓷支架结构^[32]。

4.2 种子细胞

种子细胞是骨组织工程技术的核心，通过组织工程方法用于组织和器官复制的不同类型的细胞称为种子细胞^[33]。间充质干细胞是目前认为相对理想的种子细胞，Yang 等^[34]将人脐带血间充质基质细胞 (human umbilical cord blood-derived mesenchymal stromal cell, hUCB-MSC) 和透明质酸水凝胶复合物以及自体骨髓抽吸浓缩物 (bone marrow aspirate concentrate, BMAC) 分别植入接受 OWHTO 患者软骨缺损处，两种治疗在疼痛缓解、功能评分和生活质量方面都提供了相似、可靠的结果。然而，hUCB-MSC 移植对关节软骨再生的效果要优于 BMAC。

4.3 生长因子

生长因子在组织工程中扮演着一个非常重要的角色，主要促进种子细胞增殖、分化。生长因子包括胰岛素样生长因子、成纤维细胞生长因子和转化生长因子等。其中，已知只有属于转化生长因子超家族的骨形态发生蛋白 (bone morphogenetic proteins, BMPs) 可以运行新成骨的所有过程，已经批准用于临床实验^[35]。

BMPs 是众所周知的骨诱导分子，是异位骨诱导所必需且足够的，是修复大型原位骨缺损的强效药物^[36]。BMP-2、BMP-6 和 BMP-7 是常用的骨诱导 BMP，但已证明 BMP-6 在体外促进成骨细胞分化和诱导体内骨形成方面似乎优于 BMP-2 和 BMP-7^[37, 38]。Chiari 等^[39]将 rhBMP-6/自体凝血 (autologous blood coagulum, ABC) 和安慰剂 (含有赋形剂的 ABC) 用于胫骨楔形缺损处。结果显示，在植入后 14 周，20 例患者的血液中均未检测到抗 rhBMP-6 抗体。在 9 周和 14 周的随访中，骨密度增加值分别为 (47.8 ± 24.1) 和 (22.2 ± 12.3) mg/cm^3 ，(89.7 ± 29.1) 和 (53.6 ± 21.9) mg/cm^3 ，上述研究表明使用 rhBMP-

6/ABC 可加速接受 OWHTO 的患者的骨愈合。

5 小 结

目前对于大多数骨不连, 自体移植骨仍然是金标准。然而, 自体骨材料一直存在很多短缺, 为了补充自体骨, 在 OWHTO 治疗中广泛使用同种异体骨, 但它们存在疾病传播的潜在风险, 也难以在骨愈合过程中持续发挥作用。正因为如此, 骨替代材料的发展引起了人们的极大关注和研究, 但是孔隙率、降解率没有得到很好的解决。此外, 近年来通过组织工程技术进行骨缺损修复取得一定效果, 但应用于临床还有很长的道路要走。因此, 在选择骨移植材料时, 仍要根据特定的临床情况进行使用。

参考文献

- [1] Park HJ, Kang SB, Chang MJ, et al. Association of gap healing with angle of correction after opening-wedge high tibial osteotomy without bone grafting [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9 (5): 23259671211002289.
- [2] Ren YM, Duan YH, Sun YB, et al. Opening-wedge high tibial osteotomy using autograft versus allograft: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Knee Surg*, 2020, 33 (6): 565-575.
- [3] Kim SC, Kim DH, Lee JI, et al. Comparative analysis of serial union patterns after opening-wedge high tibial osteotomy with and without bone-void fillers [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2021, 103 (19): 1788-1797.
- [4] Lash NJ, Feller JA, Batty LM, et al. Bone grafts and bone substitutes for opening-wedge osteotomies of the knee: a systematic review [J]. *Arthroscopy*, 2015, 31 (4): 720-730.
- [5] Slevin O, Ayeni OR, Hinterwimmer S, et al. The role of bone void fillers in medial opening wedge high tibial osteotomy: a systematic review [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24 (11): 3584-3598.
- [6] Sohn HS, Oh JK. Review of bone graft and bone substitutes with an emphasis on fracture surgeries [J]. *Biomater Res*, 2019, 23 (7): 1-7.
- [7] Robinson PG, Abrams GD, Sherman SL, et al. Autologous bone grafting [J]. *Oper Tech Sport Med*, 2020, 28 (4): 150780.
- [8] Schmidt AH. Autologous bone graft: Is it still the gold standard [J]. *Injury*, 2021, 52 (S2): S18-S22.
- [9] Ulucakoy C, Yapar A, Vural A, et al. Is iliac autogenous graft augmentation in medial open wedge high tibial osteotomies superior to no augmentation in terms of bone healing [J]. *Joint Dis Relat Surg*, 2020, 31 (2): 360-366.
- [10] Fucetese SF, Tscholl PM, Sutter R, et al. Bone autografting in medial open wedge high tibial osteotomy results in improved osseous gap healing on computed tomography, but no functional advantage: a prospective, randomised, controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27 (9): 2951-2957.
- [11] Dimitriou R, Mataliotakis GI, Angoules AG, et al. Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: A systematic review [J]. *Injury*, 2011, 42 (S2): S3-S15.
- [12] Dawson J, Kiner D, Gardner W, et al. The reamer-irrigator-aspirator as a device for harvesting bone graft compared with iliac crest bone graft: Union rates and complications [J]. *J Orthop Trauma*, 2014, 28 (10): 584-590.
- [13] Kim H, Kar AK, Kaja A, et al. More weighted cancellous bone can be harvested from the proximal tibia with less donor site pain than anterior iliac crest corticocancellous bone harvesting: Retrospective review [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 220.
- [14] 吴疆, 赵斌, 骆巍, 等. 胫骨近端截骨联合异体股骨头植骨治疗膝关节关节炎 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (7): 656-659.
- [15] Haghpanah B, Kaseb MH, Espandar R, et al. No difference in union and recurrence rate between iliac crest autograft versus allograft following medial opening wedge high tibial osteotomy: a randomized controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29 (10): 3375-3381.
- [16] Belsey J, Dikko Kaze A, Jobson S, et al. The biomechanical effects of allograft wedges used for large corrections during medial opening wedge high tibial osteotomy [J]. *PLoS One*, 2019, 14 (5): e0216660.
- [17] Belsey J, Dikko Kaze A, Jobson S, et al. Graft materials provide greater static strength to medial opening wedge high tibial osteotomy than when no graft is included [J]. *J Exp Orthop*, 2019, 6 (1): 13.
- [18] 冯仕明, 高顺红, 焦成. 同种异体骨移植的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2011, 19 (21): 1797-1799.
- [19] Kim HJ, Seo I, Shin JY, et al. Comparison of bone healing in open-wedge high tibial osteotomy between the use of allograft bone chips with autologous bone marrow and the use of allograft bone chips alone for gap filling [J]. *J Knee Surg*, 2020, 33 (6): 576-581.
- [20] Valtanen RS, Yang YP, Gurtner GC, et al. Synthetic and bone tissue engineering graft substitutes: What is the future [J]. *Injury*, 2021, 52 (Suppl 2): S72-S77.
- [21] Bei T, Yang L, Huang Q, et al. Effectiveness of bone substitute materials in opening wedge high tibial osteotomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Med*, 2022, 54 (1): 565-577.
- [22] Lee SS, So SY, Jung EY, et al. The efficacy of porous hydroxyapatite chips as gap filling in open-wedge high tibial osteotomy in terms of clinical, radiological, and histological criteria [J]. *Knee*, 2020, 27 (2): 436-443.
- [23] Drogo P, Andreozzi V, Rossini M, et al. Mid-term CT assessment of bone healing after nanohydroxyapatite augmentation in open-wedge high tibial osteotomy [J]. *Knee*, 2020, 27 (4): 1167-1175.
- [24] Bohner M, Santoni BLG, Döbelin N. Beta-tricalcium phosphate for bone substitution: Synthesis and properties [J]. *Acta Biomater*, 2020, 113 (1): 23-41.

- [25] Lee DY, Lee MC, Ha CW, et al. Comparable bone union progression after opening wedge high tibial osteotomy using allogeneous bone chip or tri-calcium phosphate granule: a prospective randomized controlled trial [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27 (9) : 2945-2950.
- [26] Jeon JW, Jang S, Ro DH, et al. Faster bone union progression and less sclerosis at the osteotomy margin after medial opening-wedge high tibial osteotomy using highly porous beta-tricalcium phosphate granules versus allogeneic bone chips: a matched case-control study [J]. *Knee*, 2021, 29 (1) : 33-41.
- [27] Legeros RZ, Lin S, Rohanizadeh R, et al. Biphasic calcium phosphate bioceramics: Preparation, properties and applications [J]. *J Mater Sci Mater Med*, 2003, 14 (3) : 201-209.
- [28] Putnis S, Neri T, Klasan A, et al. The outcome of biphasic calcium phosphate bone substitute in a medial opening wedge high tibial osteotomy [J]. *J Mater Sci Mater Med*, 2020, 31 (6) : 53.
- [29] Battafarano G, Rossi M, De Martino V, et al. Strategies for bone regeneration: From graft to tissue engineering [J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 22 (3) : 1128.
- [30] 张屹, 陈建常, 史振满. 组织工程支架在修复骨缺损中的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (16) : 1617-1619.
- [31] Dou DD, Zhou G, Liu HW, et al. Sequential releasing of VEGF and BMP-2 in hydroxyapatite collagen scaffolds for bone tissue engineering: Design and characterization [J]. *Int J Biol Macromol*, 2019, 123 : 622-628.
- [32] 余文, 孟昊业, 孙逊, 等. 3D 打印生物陶瓷在骨组织工程中的研究现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (14) : 1306-1310.
- [33] 秦宇星, 任前贵, 沈佩锋. 组织工程骨技术治疗骨缺损的优越性 [J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24 (24) : 3877-3882.
- [34] Yang HY, Song EK, Kang SJ, et al. Allogenic umbilical cord blood-derived mesenchymal stromal cell implantation was superior to bone marrow aspirate concentrate augmentation for cartilage regeneration despite similar clinical outcomes [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2022, 30 (1) : 208-218.
- [35] 周振华, 徐卫东, 吴岳嵩. 骨发生相关因子基因转导在骨组织工程中的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15 (13) : 995-998.
- [36] Sampath TK, Vukicevic S. Biology of bone morphogenetic protein in bone repair and regeneration: a role for autologous blood coagulum as carrier [J]. *Bone*, 2020, 141 : 115602.
- [37] Stokovic N, Ivanjko N, Maticic D, et al. Bone morphogenetic proteins, carriers, and animal models in the development of novel bone regenerative therapies [J]. *Materials (Basel)*, 2021, 14 (13) : 3513.
- [38] Vukicevic S, Grgurevic L. BMP-6 and mesenchymal stem cell differentiation [J]. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2009, 20 (5-6) : 441-448.
- [39] Chiari C, Grgurevic L, Bordukalo-Niksic T, et al. Recombinant human BMP-6 applied within autologous blood coagulum accelerates bone healing: Randomized controlled trial in high tibial osteotomy patients [J]. *J Bone Miner Res*, 2020, 35 (10) : 1893-1903.
- (收稿:2022-07-13 修回:2023-02-20)
(同行评议专家: 臧建成, 陈威)
(本文编辑: 宁桦)

读者·作者·编者

本刊关于稿件诚信审核的通告

即日起本刊将对每一篇来稿进行全方位诚信审核。稿件上传投稿系统后, 本刊的编辑人员会与作者联系核查稿件相关情况, 可能动态地对文稿反复核对。请作者需确认投稿文章内容为本人原创, 保证资料的真实性; 保证不存在代写、代投行为。以下情况将被判定为涉嫌代写代投等学术不端行为, 无论稿件处理至哪个阶段, 均终止稿件进一步处理或直接退稿。

(1) 作者信息中提供的手机和电子信箱等联系方式非第一作者或通讯作者本人, 或无效; (2) 再次投稿时, 所留的电子信箱地址与历史记录不符合, 且无说明; 或同一作者历史记录中有多个不同电子信箱地址; (3) 不回应我们的问询, 或回应不合逻辑; (4) 文稿内容描述不专业, 或不符合逻辑, 不符合医学伦理与规范; (5) 数据或统计值不符合逻辑, 或明显错误; (6) 图片与正文描述不符合; (7) 参考文献引用与正文内容不符合。

请广大作者高度重视学术名誉, 坚决反对学术不端行为, 共同维护学术尊严, 保证杂志的学术质量。

《中国矫形外科杂志》编辑部
2023年3月