

BoneCeramic 与 Bio-Oss 促进大鼠 PAOO 术后成骨与骨髓基质细胞成骨分化效果的比较研究

李伟琼,张雨晴,徐建光,张红艳

摘要 **目的** 比较 BoneCeramic 与 Bio-Oss 对促进 SD 大鼠牙周加速成骨正畸(PAOO)术后成骨与骨髓间充质干细胞(BMSCs)成骨分化效果。**方法** 将 36 只 8 周龄 SD 大鼠分成 3 组:右上第一磨牙单纯骨皮质切开组(CO 组);骨皮质切开 + Bio-Oss 植入组(BO 组);骨皮质切开 + BoneCeramic 植入组(BC 组)。术后即刻标准正畸弹簧(50 N/kg)加力牵引右上第一磨牙近中移动。在加力后的 28、60 d 分别从各组中随机抽取 6 只处死, Micro-CT 检测第一磨牙近中移动距离、腭侧牙槽骨高度丧失(ABHL)、相关区域骨体积分数(BVF)。体外检测这两种材料对大鼠 BMSCs 成骨向分化的影响。**结果** 三组牙齿移动距离差异无统计学意义;在 28、60 d 时 CO 组 ABHL 值高于 BO、BC 组,且 BVF 值低于两组,同时在 60 d 时 BO 组 ABHL 值高于 BC 组, BVF 值低于 BC 组。SEM 显示 BMSCs 在 BoneCeramic 材料表面分布更多;

CCK-8 实验显示两种材料对 BMSCs 生长无抑制作用;ALP 活性检测显示 BMSCs 在 BoneCeramic 材料表面的 ALP 活性更高,并且 RUNX-2、OPN 和 OCN 的 mRNA 表达更高。**结论** BoneCeramic 更有利于 SD 大鼠 PAOO 术后成骨及 BMSCs 成骨分化。

关键词 BoneCeramic; Bio-Oss; 牙周加速成骨正畸治疗; 骨髓间充质干细胞; 成骨

中图分类号 R 783.5

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2022)09-1430-06
doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.09.017

随着生活水平提高越来越多的成年人寻求正畸治疗^[1],但成年人治疗时间较长,同时易发生牙周破坏等情况^[2-4]。为此正畸科医师提出牙周加速成骨正畸(periodontally accelerated osteogenic orthodontics, PAOO)这一观点^[5-6]。PAOO 是指在相关区域牙槽骨进行骨皮质切开,移植颗粒骨并结合正畸牙移动,从而达到加速牙齿移动,增加牙槽骨骨量的目的^[7-8]。研究^[9]表明当牙根唇颊侧牙槽骨厚度 < 2 mm 时,骨皮质切开的同时需要植骨,同时材料的降解速率应当适中,不能影响牙齿的移动^[10]。目前 PAOO 术中常用的骨移植材料为 Bio-Oss^[11],但相关

2022-01-10 接收

基金项目:安徽省自然科学基金(编号:1908085MH255);安徽省高校自然科学研究项目(编号:KJ2020A0165);安徽医科大学口腔医学院 2020 年学科建设项目(编号:2020kqsy01)

作者单位:安徽医科大学口腔医学院,安徽医科大学附属口腔医院,安徽省口腔疾病研究重点实验室,合肥 230032

作者简介:李伟琼,女,硕士研究生;

张红艳,女,副教授,副主任医师,硕士生导师,责任作者,

E-mail:toothyan@126.com

formation of autophagosomes was observed by transmission electron microscope; autophagosome formation was traced by mCherry-GFP-LC3B fusion protein. Western blot experiment was used to detect the expression of autophagy marker proteins LC3, Beclin-1, P62; immunofluorescence experiment was used to detect the subcellular localization and expression of autophagy proteins LC3, Beclin-1, P62. **Results** Under the transmission electron microscope, it was observed that the autophagosomes and lysosomes of L-02 cells increased after the action of hydroquinone. Under the fluorescence microscope, the number of GFP-LC3B punctate yellow spots increased with the increase of hydroquinone dose, while the red flake spots decreased. Western blot results showed that hydroquinone increased the ratio of LC3 II/LC3 I protein in L-02 cells, and the difference between treatment groups and the control group was statistically significant ($P < 0.05$). Hydroquinone had no significant effect on Beclin-1 and P62 protein expression in L-02 cells ($P > 0.05$). The results of immunofluorescence experiments showed that LC3 and Beclin-1 were both expressed in the nucleus and cytoplasm of L-02 cells, hydroquinone had no effect on the subcellular localization of LC3 and Beclin-1 in L-02 cells, while 40 and 80 $\mu\text{mol/L}$ hydroquinone could induce the translocation of P62 in L-02 cells from the cytoplasm to the nucleus. **Conclusion** Hydroquinone induces the increase of autophagosomes in L-02 cells, which may be related to the obstacles to autophagosome clearance.

Key words hydroquinone; hepatocyte; autophagy

研究^[12]表明 Bio-Oss 在植入数年后未完全吸收。BoneCeramic 是一种纯合成骨移植材料,由 40% β -磷酸三钙 (betatricalcium phosphate, β -TCP) 和 60% 羟基磷灰石 (hydroxyapatite, HA) 组成^[13]。该研究通过比较 BoneCeramic 与 Bio-Oss 促进大鼠 PAOO 术后成骨与骨髓基质细胞成骨分化效果,探讨 BoneCeramic 作为纯合成骨移植材料是否能够增加 SD 大鼠 PAOO 术后牙槽骨骨量及其相关机制,为未来的临床实践提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 动物、试剂与仪器 普通级 8 周雄性 SD 大鼠 36 只、SPF 级 3.5 周龄雄性 SD 大鼠 4 只 (安徽医科大学动物实验中心); Bio-Oss (瑞士 Geistlich Pharma 公司); BoneCeramic (瑞士 Switzerland 公司); 胎牛血清 (杭州四季青生物科技公司); CCK-8 试剂 (日本同仁公司); 碱性磷酸酯酶试剂盒 (上海碧云天生物技术有限公司); PCR 引物 (上海生物工程股份有限公司); 镍钛拉簧 (上海埃蒙迪材料科技股份有限公司); 细胞培养箱 (美国 Thermo 公司); 实时荧光定量 PCR 仪 (美国 Stratagene 公司); 超声骨刀 (中国啄木鸟医疗器械有限公司)。

1.2 动物实验

1.2.1 动物实验分组 将 36 只 SD 大鼠随机分成 3 组: 骨皮质切开组 (CO 组); 骨皮质切开 + Bio-Oss 植入组 (BO 组); 骨皮质切开 + BoneCeramic 植入组 (BC 组)。所有大鼠饲养在安徽医科大学动物实验室内, 动物护理和实验步骤按照安徽医科大学动物护理和使用委员会指南进行。

1.2.2 骨皮质切开术与骨粉材料植入 用 1% 戊巴比妥钠 (4 ml/kg) 麻醉大鼠后, 在大鼠右上第一磨牙腭侧及近中作切口, 翻瓣, 暴露右上第一磨牙近中及腭侧牙槽骨骨面。用超声骨刀在生理盐水冲洗下在右上第一磨牙腭侧靠近近中牙槽骨根尖区域处作长 5 mm、宽 1 mm、深 0.5 mm 的切口, 深至骨髓质。CO 组在血液充盈创口后缝合。BO 组在进行骨皮质切开术后, 在牙槽骨骨面植入 Bio-Oss 骨粉, 待血液充盈后, 黏骨膜复位, 严密缝合。BC 组植入 BoneCeramic 骨粉, 后续处理同 BO 组。对于两骨粉植入组所植入骨粉量相同, 每只大鼠骨粉植入量均为 0.05 g。三组大鼠术后均给予抗生素治疗 3 d。

1.2.3 正畸牙齿移动模型建立 骨皮质切开术当天, 用 0.2 mm 的不锈钢结扎丝将镍钛闭合弹簧圈固定在右上颌第一磨牙和上颌 2 个中切牙上, 激活弹簧,

50 N/kg 力将磨牙拉向近中 (见图 1)。为确保稳定性, 在上颌中切牙远中尽可能靠龈方各磨出一凹槽使结扎丝通过, 并用自凝树脂固定。因啮齿动物的门齿是不断生长的, 所以每 7 d 调整中切牙不锈钢丝结扎位置。在 28、60 d 分别从三组内随机抽取 6 只大鼠处死, 分离右侧上颌骨第三磨牙至中切牙区域骨段, 用甲醛浸泡固定进行 micro-CT 检测。

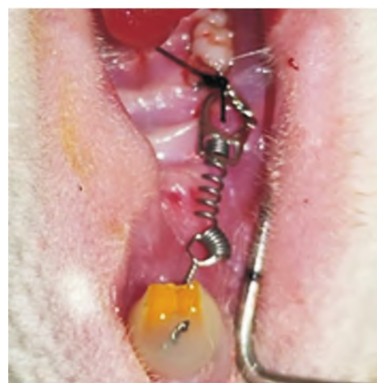


图 1 正畸牙齿移动模型

1.2.4 micro-CT 检测 Micro-CT 扫描所有标本后进行三维图像重建, 牙齿移动距离是从第一磨牙牙冠最远中到第二磨牙牙冠最近中进行测量 (图 2A)。为了评估右上第一磨牙腭侧牙槽骨高度丧失 (alveolar bone height loss, ABHL) 的距离, 在重建的三维图像上测量第一磨牙腭侧近中、中间、远中三个点的 ABHL 距离即测量釉牙骨质界 (cemento-enamel junction, CEJ) 至牙槽嵴顶 (alveolar bone crest, ABC) 之间距离, 取三者平均值, 所有图像都重新定向, 使釉牙骨质界和根尖出现在同一个 CT 切片上 (图 2B)。在上颌第一磨牙周围绘制相关感兴趣区域 (region of interest, ROI), 它的范围在垂直方向上为第一磨牙牙槽嵴最高点至根尖点、近远中方向上为第一磨牙最近中点至最远中点, 颊舌侧方向上为牙槽骨颊侧骨板至舌侧骨板所形成的区域 (图 2C), 随后进行该区域骨体积分数 (bone volume fraction, BVF) 测量, $BVF = \text{骨骼的矿化组织} / \text{感兴趣区域的总体积}$ 。

1.3 体外实验

1.3.1 骨髓间充质干细胞 (bone marrow mesenchymal stem cells, BMSCs) 分离培养 将 3 周龄大鼠脱颈处死, 分离股骨和胫骨, 减去两端, 露出骨髓腔。用培养液冲洗骨髓腔, 反复 3 次。收集骨髓悬液置于 15 ml 离心管中, 离心, 弃上清液, 用培养液重悬细胞, 转移至培养皿, 置于培养箱中进行培养, 3 d



图2 Micro CT正畸牙齿分析

A: 牙齿移动距离测量; B: 牙槽骨高度丧失测量; C: ROI

换液一次,细胞生长至 80% ~ 90% 时传代,传代第 2 ~ 3 代用于后续细胞实验。

1.3.2 CCK-8 检测 将 BoneCeramic 和 Bio-Oss 在无菌条件下分别加入到含 10% 胎牛血清的培养基中浸泡 48 h (浓度为 0.1 g/ml), 过滤获得浸提液。将 BMSCs 以密度为 4×10^4 /ml 接种在 96 孔板中, 24 h 悬浮细胞贴壁后, 加入浸提原液, 对照组加入正常培养液, 3 d 换液一次。在第 1、3、5 天后进行 CCK-8 测试。

1.3.3 SEM 检测 将 Bio-Oss 和 BoneCeramic 加入至离心管中, 接种密度为 1×10^6 /ml 的 BMSCs, 培养 3 d 后, 戊二醛固定过夜, PBS 清洗 3 次。无水乙醇脱水, 干燥、镀金, SEM 下进行观察。

1.3.4 ALP 定量检测 将 Bio-Oss 和 BoneCeramic 无菌环境下, 分别置于 6 孔板中, BMSCs 以密度为 5×10^5 /ml 接种在 6 孔板中, 培养 24 h 后, 将生长培养液 (growth medium, GM) 换为成骨培养液 (osteogenic medium, OM), 3 d 换液一次。A 组: BMSCs + GM; B 组: Bio-Oss + BMSCs + OM; C 组: BoneCeramic + BMSCs + OM; D 组: BMSCs + OM。在更换培养液后的第 4、7、10 天用碱性磷酸酶试剂盒检测细胞培养液上清中碱性磷酸酶的活性水平。

1.3.5 q-PCR 检测 按照 ALP 定量检测方法和操作步骤, 在第 7、14 天萃取细胞总 RNA, PrimeScript-bTM RT reagent Kit 进行逆转录, TB Green® Premix Ex Taq™ II 进行 q-PCR, 检测 RUNX-2、OPN 和 OCN 的水平。以 GAPDH 为内参, 引物序列见表 1。

表1 q-PCR 引物序列表

靶基因	引物序列 (5'-3')
RUNX2	F: ACTTCCTGTGCTCCGTGCTG
	R: GGTTCATCGGTCCAAGTTGCT
OPN	R: CTGACAAAGCCTTCATGTCCAA
	R: ATCACTTGTCTGAGCGGGCG
OCN	F: CTCACAGTCCAGCAAAG
	R: GACATAGTTACCGACCCT
GAPDH	F: ACCCACTCCTCCACCTTTGA
	R: TGCTTAAACCGATGTCGTGTC

1.4 统计学处理 采用 SPSS16.0 版软件进行数据分析, 所有定量测量结果均以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 统计方法为多组间完全随机设计的方差分析, S-N-K 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 牙齿移动距离 是否植入骨移植材料及其种类对牙齿移动无影响, CO、BO、BC 三组在 28、60 d 时的牙齿移动距离差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见图 3。

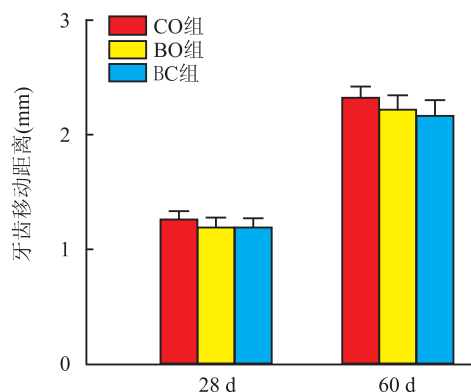


图3 右上第一磨牙移动距离

2.2 ABHL 检测结果 28 d 时 CO 组 ABHL (0.893 ± 0.041) mm 明显高于 BO、BC 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), BO 组 ABHL (0.763 ± 0.039) mm 稍高于 BC 组 (0.735 ± 0.037) mm, 但差异无统计学意义。60 d 时 CO 组 ABHL (1.318 ± 0.038) mm 明显高于 BO、BC 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), BO 组 ABHL (0.828 ± 0.037) mm 高于 BC 组 (0.761 ± 0.036) mm, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 4。

2.3 BVF 测量结果 与 CO 组比较, 在 28、60 d 时 BO、BC 组 BVF 升高, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 60 d 时, BC 组 BVF 明显高于 BO 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 5。

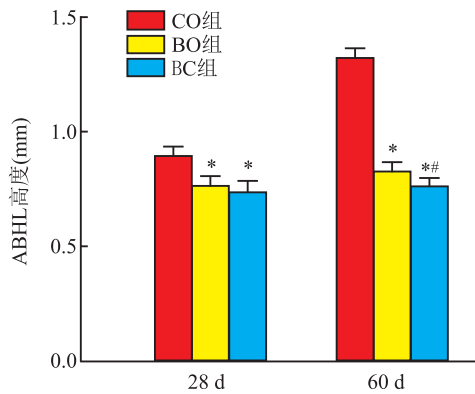


图4 ABHL 高度

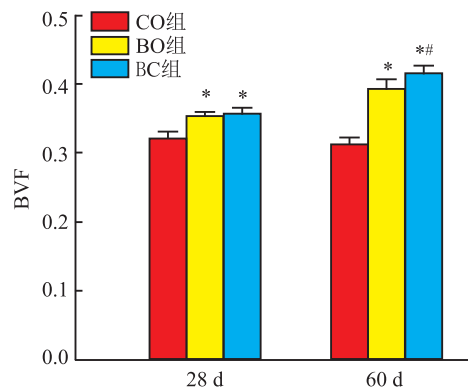
与 CO 组比较: * $P < 0.05$; 与 BO 组比较: # $P < 0.05$ 

图5 相关区域 BVF 测量

与 CO 组比较: * $P < 0.05$; 与 BO 组比较: # $P < 0.05$

2.4 BMSCs 观察 原代时, BMSCs 呈圆形, 胞体透亮, 大小不一, 与周围的血细胞相互混杂。3 d 换液后可见大量贴壁细胞, 9 ~ 10 d 细胞逐渐融合成片, 相互紧密贴附生长。第 3 代时可见细胞纺锤形, 呈典型的漩涡状生长。见图 6。

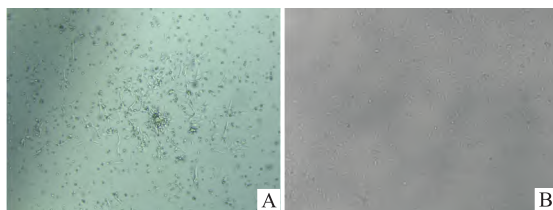


图6 大鼠 BMSCs 体外培养观察

A: P0 $\times 8$; B: P3 $\times 8$

2.5 骨粉浸提液对 BMSCs 增殖的影响 与 CO 组比较, 在第 3、5 天时 BO、BC 组 OD 值均有所增高, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 且在第 5 天时 BC 组略高 BO 组, 但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见图 7。

2.6 BMSCs 在骨材料表面的分布情况 Bio-Oss 表面观察到少数 BMSCs, 并且细胞与材料贴合不紧

密。与 Bio-Oss 比较, BMSCs 在 BoneCeramic 表面分布更多并且更紧密。见图 8。

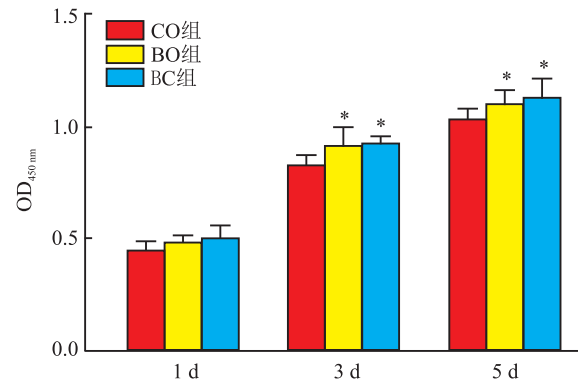


图7 CCK-8 检测骨粉浸提液对 BMSCs 增殖的影响

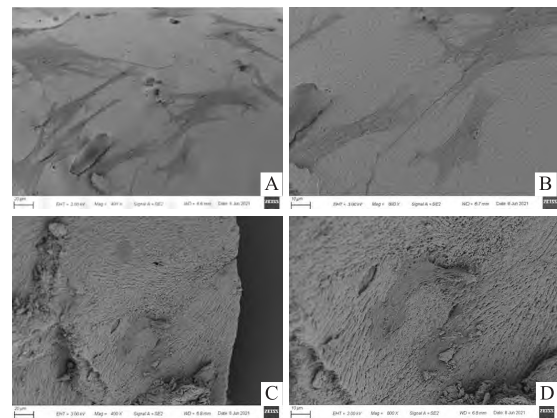
与 CO 组比较: * $P < 0.05$ 

图8 SEM 观察

A、B: BMSCs 接种于 BoneCeramic; C、D: BMSCs 接种于 Bio-Oss; 黑色箭头为 BMSCs; A、C $\times 400$; B、D $\times 800$

2.7 ALP 活性情况 在第 4、7、10 天时 B、C、D 组 ALP 活性均高于 A 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。在第 7、10 天时 B 组和 C 组活性高于 D 组, 且 C 组高于 B 组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 9。

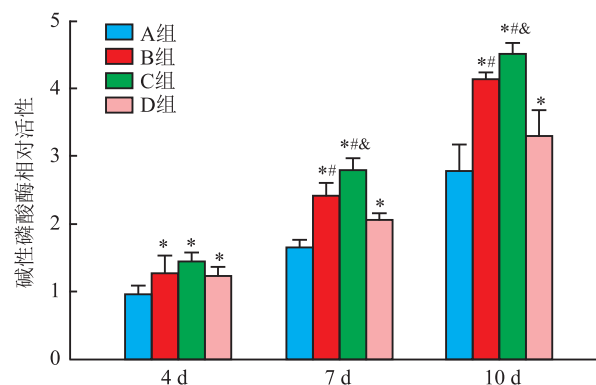


图9 ALP 活性定量检测

与 A 组比较: * $P < 0.05$; 与 B 组比较: # $P < 0.05$; 与 D 组比较: & $P < 0.05$

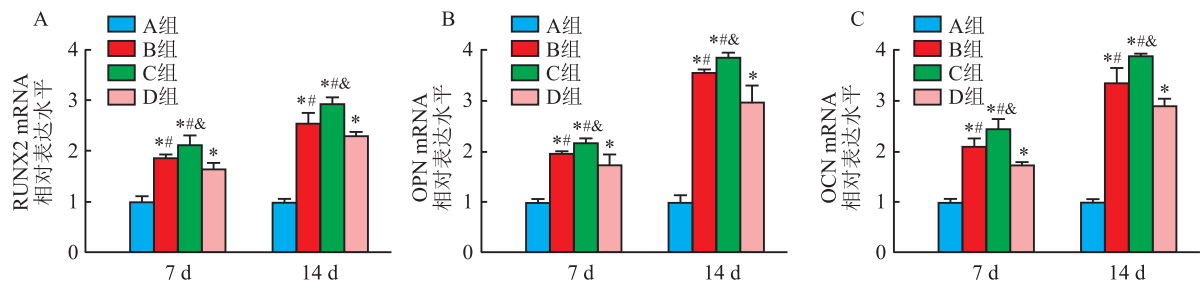


图10 mRNA相对表达量

与A组比较: * $P < 0.05$; 与B组比较: # $P < 0.05$; 与D组比较: & $P < 0.05$

2.8 成骨相关基因 RUNX2、OPN、OCN 的 mRNA 的表达情况 与A组比较,在第7、14天时B、C、D组的成骨相关基因 RUNX2、OPN、OCN 的 mRNA 相对水平都显著增高($P < 0.05$),同时,B、C组高于D组,并且C组高于B组,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见图10。

3 讨论

成人正畸治疗应在保证牙齿周围有足够健康的牙周组织的前提下,适当的增加牙齿移动的速率。PAOO 技术可以加速正畸牙移动,并且通过植骨拓宽了正畸范围。Bio-Oss 在 PAOO 术中作为骨移植材料已有相关文献报道,但本研究希望寻找一种适合 PAOO 术后正畸牙齿移动的骨移植材料,既可以达到骨增量的效果,又有着合适的降解速率。

CO、BO、BC 三组第一磨牙近中移动距离均差异无统计学意义,表明在 PAOO 术中植入骨粉材料不影响牙齿移动速度。CO 组在 28、60 d 时第一磨牙腭侧 ABHL 高于 BO、BC 组而 BVF 明显低于 BO、BC 组,这与 Brugnami et al^[14] 认为骨皮质切开(不植骨)牙槽骨高度明显低于骨皮质切开(植骨)结果相吻合,表明大鼠在 PAOO 术中植入骨材料可以增加术区牙槽骨骨量。在 28、60 d 时,BO 组 ABHL 高于 BC 组及 BVF 明显低于 BC 组,BO、BC 两组之间的差异表明大鼠 PAOO 术中植入 BoneCeramic 比植入 Bio-Oss 更有利于增加术区牙槽骨骨量。这个结果可能是由于 BoneCeramic 是一种双相磷酸钙,结合了 HA 的生物相容性和 β -TCP 的良好性降解速率^[15],可以在相对较短的时间内被吸收并被再生骨组织所取代。

体外实验 CCK-8、SEM 结果表明两种骨粉材料对 BMSCs 生长无抑制作用;ALP 结果表明 BMSCs 接种于骨粉材料表面上更有利于其成骨分化,这主要是由于骨粉材料三维支架结构加大细胞的生长空

间,使得细胞和骨粉材料的接触面积加大,减少接触抑制,从而促进 BMSCs 的成骨分化。同时细胞接种于 BoneCeramic 骨粉上比 Bio-Oss 上更有利于其分化,这一结果表明 BoneCeramic 材料的空间结构更有利于 BMSCs 黏附、生长、成骨分化。q-PCR 检测结果也证实了这一结论。

经过一系列实验的结果表明,在体内,与 Bio-Oss、BoneCeramic 更有利于大鼠 PAOO 术后成骨;在体外,BoneCeramic 有着与 Bio-Oss 同样优异的生物相容性,并且成骨性能更优异。本研究首次在大鼠模型上比较 BoneCeramic 和 Bio-Oss 在 PAOO 术后成骨的效果,为成年人正畸在安全快速移动牙齿的基础上,增加牙槽骨骨量提供新的实验依据和治疗方法。BoneCeramic 是一种新型的纯合成骨移植材料,具有较好的骨引导再生作用,可以有效增加牙槽骨骨量,而且具有合适的降解率,未来有望可以运用在正畸临床中。

参考文献

- [1] Mathews D P, Kokich V G. Managing treatment for the orthodontic patient with periodontal problems[J]. Semin Orthod, 1997, 3(1): 21-38.
- [2] Ong M M A, Wang H. Periodontic and orthodontic treatment in adults[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2002, 122(4): 420-8.
- [3] Christensen L, Luther F. Adults seeking orthodontic treatment: expectations, periodontal and TMD issues[J]. British Dental J, 2015, 218(3): 111-7.
- [4] 徐建光, 沈军, 杨梓, 等. 红花加速正畸牙齿移动相关机制的初步研究[J]. 安徽医科大学学报, 2014, 49(9): 1333-5.
- [5] Amit G, Jps K, Pankaj B, et al. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review[J]. J Clin Exp Dent, 2012, 4(5): e292-6.
- [6] Wilcko W M, Wilcko T, Bouquet J E, et al. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2001, 21(1): 9-19.
- [7] Xu X, Wu J Q, Jiang J H, et al. Periodontal effect of periodontally

- accelerated osteogenic orthodontics in skeletal angle class III;anon-randomized, controlled trial [J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*,2020,40(4):e169-7.
- [8] Murphy K G, Wilcko M T, Wilcko W M, et al. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics; a description of the surgical technique [J]. *J Oral Maxil Surg*,2009,67(10):2160-6.
- [9] Agrawal A A, Kolte A P, Kolte R A, et al. Comparative CBCT analysis of the changes in buccal bone morphology after corticotomy and micro-osteoperforations assisted orthodontic treatment -case series with a split mouth design [J]. *J Saudi Dental*,2019,31(1):58-65.
- [10] Lu J, Wang Z, Zhang H, et al. Bone graft materials for alveolar bone defects in orthodontic tooth movement [J]. *Tissue Eng Part B-Re*,2021,28(1):35-51.
- [11] Miyamoto T, Lang M, Khan S, et al. The clinical efficacy of deproteinized bovine bone mineral with 10% collagen in conjunction with localized piezosurgical decortication enhanced orthodontics; a prospective observational study [J]. *J Periodontol*,2019,90(10):1106-15.
- [12] Luvizuto E R, Queiroz T P, Margonar R, et al. Osteoconductive properties of β -tricalcium phosphate matrix, polylactic and polyglycolic acid gel, and calcium phosphate cement in bone defects [J]. *J Craniofac Surg*,2012,23(5):e430-3.
- [13] Fabris A L, Faverani L P, Gomes-Ferreira P H S, et al. Bone repair access of BoneCeramic in 5-mm defects; study on rat calvaria [J]. *J Appl Oral Sci*,2018,26:e20160531.
- [14] Brugnami F, Caiazzo A, Signorelli L, et al. Regenerative orthodontics; GBR and corticotomy to stretch the limits of orthodontic treatment [J]. *Int J Periodont Rest*,2021,41(1):105-11.
- [15] Khanijou M, Zhang R, Boonsirirath K, et al. Physicochemical and osteogenic properties of chairside processed tooth derived bone substitute and bone graft materials [J]. *Dent Mater J*,2021,40(1):173-83.

Comparative study on the effect of BoneCeramic and Bio-Oss on promoting osteogenesis after PAOO in rats and osteogenic differentiation of bone marrow stromal cells

Li Weiqiong, Zhang Yuqing, Xu Jianguang, Zhang Hongyan

(*Stomatological College of Anhui Medical University, The Affiliated Stomatological Hospital of Anhui Medical University, Anhui Province Key Laboratory of Oral Diseases Research, Hefei 230032*)

Abstract Objective To compare the effect of BoneCeramic and Bio-OSS on osteogenic after PAOO and bone marrow stromal osteogenic differentiation in rats. **Methods** 36 8-week-old SD rats were enrolled and divided into 3 groups: corticotomy group (CO group); corticotomy + Bio-Oss implantation group (BO group); corticotomy + BoneCeramic implantation group (BC group). Immediately, a standard orthodontic spring (50 N/kg) was activated to pull the right upper first molars toward midrange movement. At 28, 60 days after activation, 6 rats were randomly selected from each group and sacrificed. The mesial movement distance, palatal alveolar bone height loss (ABHL) and bone volume fraction (BVF) of the first molars were measured by micro-CT. The effects of the two materials on the osteogenic differentiation of rat bone marrow mesenchymal stem cells (BMSCs) were investigated *in vitro*. **Results** There was no difference in tooth movement between the three groups; The ABHL value of the control group was higher than that of the experimental group at 28 and 60 days, and the BVF value was lower than that of the two groups. Meanwhile, the ABHL value of the BO group was higher than that of the BC group at 60 days, and the BVF value was lower than that of the BC group. CCK-8 showed that the two materials did not inhibit the growth of BMSCs. SEM showed that BMSCs were more distributed on the surface of BoneCeramic material. Quantitative ALP detection showed that BMSCs exhibited higher ALP activity on the surface of BoneCeramic material, and mRNA expressions of RUNX-2, OPN and OCN were higher. **Conclusion** BoneCeramic is more beneficial to osteogenesis after PAOO and osteogenic differentiation of BMSCs in SD rats.

Key words BoneCeramic; Bio-Oss; periodontally accelerated osteogenic orthodontics; bone marrow mesenchymal stem cells; osteogenic