

根盾技术:一项用于保存前牙唇侧骨壁的种植新技术

王劲茗 麦馥 李俊达 许嘉允

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广东省口腔

疾病临床医学研究中心, 广州 510055

通信作者: 王劲茗, Email: wjinm@mail.sysu.edu.cn



王劲茗

【摘要】 上颌前牙种植对美学和功能有较高要求,但其唇侧骨板较薄术后易吸收,影响种植美学与功能的实现。根盾技术(SST)因保留唇侧部分牙根和牙周膜血供,可阻止拔牙后的生理性骨吸收,从而保存完整的唇侧骨板。经过10余年的实验与发展,该技术已成熟应用于临床,拥有特定的操作流程,能够最大限度地保留种植术后的软

硬组织,达到最佳的种植修复效果。然而,其适应证严格,技术敏感性高。本文结合国内外研究现状及笔者团队多年来的临床应用经验,对SST的病例选择、根盾设计和操作流程等进行详细的总结和阐述,分析现存问题及未来发展方向,以为SST的临床应用和推广提供参考。

【关键词】 前牙美学区; 牙种植; 根盾技术; 即刻种植

基金项目: 广东省卫生健康适宜技术推广项目(202303161803582936)

引用著录格式: 王劲茗, 麦馥, 李俊达, 等. 根盾技术: 一项用于保存前牙唇侧骨壁的种植新技术[JOL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2026, 20(3): 157-164.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2026.03.001

Socket shield technique: A novel method for preserving the buccal bone wall in the anterior zone

Wang Jinming, Mai Fu, Li Junda, Xu Jiayun

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangdong Provincial Clinical Research Center of Oral Diseases, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Wang Jinming, Email: wjinm@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Implant treatment in the maxillary anterior region requires favorable esthetic and functional outcomes. The buccal bone plate in this region is often thin and prone to

resorption after tooth extraction, which may compromise treatment outcomes. The socket shield technique preserves part of the buccal root and the periodontal ligament blood supply, thereby helping to reduce post-extraction bone resorption and maintain the buccal bone plate. After more than 10 years of development, this technique has been increasingly applied in clinical practice and has shown advantages in preserving peri-implant hard and soft tissues. However, it is still associated with strict indications and high technical sensitivity. Based on current literature and our clinical experience, this article reviews case selection, shield design, surgical procedures, current limitations, and future directions of the socket shield technique, with the aim of providing a reference for its clinical application.

【Key words】 Maxillary anterior esthetic zone; Dental implant; Socket shield technique; Immediate implant

Fund program: Appropriate Technology Promotion Project of the Health Commission of Guangdong Province (202303161803582936)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2026.03.001

拔牙后牙槽骨改建是种植修复的挑战性难题^[1-2]。近年系统评价和临床研究显示,即使采用即刻种植、拔牙窝保存、间隙植骨、软组织增量或即刻临时修复等干预,拔牙后唇侧骨壁及软组织轮廓仍可能出现不同程度改变^[3-7]。上颌前牙区唇侧骨壁普遍较薄^[8],拔牙后更易发生以唇侧为主的骨吸收^[9-11],影响种植远期疗效,甚至导致种植失败。在硬组织支持不足的情况下,种植位点可能出现唇侧龈缘退缩、龈缘线不连续、种植体透色或暴露、龈乳头形态受损等美学问题^[12-13]。因此,如何减少拔牙后唇侧骨丧失并维持前牙区软硬组织轮廓,仍是美学区种植治疗的重要问题。

研究表明,上颌前牙区唇侧骨壁菲薄,几乎都

由束状骨组成,主要依赖牙周膜供血^[14-16],拔牙造成的创伤与牙周组织丧失是导致唇侧骨壁吸收的根本原因。因此,保存牙周膜供血以保留完整唇侧骨壁是一条值得探讨的路径。1980年,Casey和Lauciello^[17]首次引入了牙根埋入技术(submerged-root technique),即通过在义齿下方保留牙根的方式,保存完整的牙周膜复合体以避免牙槽骨吸收。2007年,Salama等^[18]将该理念引入种植学科,在美学区多颗牙缺损的病例中,通过保留桥体下的牙根以维持牙槽骨外形。2010年,Hürzeler等^[19]在动物实验中创新性地保留了种植位点的唇侧部分牙根进行即刻种植,4个月后组织学评估发现该方法可以在没有任何炎症和吸收的情况下实现骨结合,且唇侧骨壁无丧失。证明这是一种可行的有效保留唇侧骨壁的种植方式,Hürzeler将此技术命名为socket-shield technique(SST),即根盾技术(图1)。

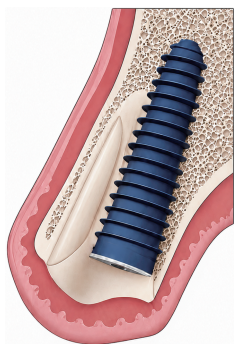


图1 根盾示意图

近年来国内外临床试验表明,SST具有与常规即刻种植等同的成功率。对比其他保存牙槽骨的种植术式,SST能够真正达到阻止唇侧骨壁骨改建的目的,完好保留前牙种植位点原有的牙根轮廓外形,可获得更好的上颌前牙种植美学效果^[20-26]。

一、根盾技术的循证医学评价

近年来,围绕SST的临床研究逐渐增多,相关系统评价和Meta分析总体显示,SST在前牙美学区即刻种植中具有一定的软硬组织保存优势。与常规即刻种植相比,SST在种植体存留率方面未显示出明显差异,并在减少边缘骨丧失、维持唇侧骨板厚度和改善红色美学评分方面表现出较好的结果。Lin等^[27]的系统评价和Meta分析显示,SST组边缘骨丧失和唇侧骨宽度变化较小,红色美学评分(pink esthetic score,PES)较高,而种植体稳定性、失败率和并发症发生率与常规即刻种植相近。Oliva等^[28]纳入17项研究、656枚SST种植体,结果显示种植体

存留率为98.6%,并发症发生率约为3.81%,SST组在边缘骨丧失、PES和唇侧骨板吸收方面均显示出较好的结果。2025—2026年的两项Meta分析也支持SST相对于常规即刻种植的组织保存优势。Lu等^[29]纳入27项研究、1307枚种植体,结果显示SST在减少水平和垂直唇侧骨丧失、提高PES及种植体稳定性方面优于常规即刻种植。Ji等^[30]的网络Meta分析比较了SST、常规即刻种植、延期种植联合引导骨再生术(guided bone regeneration,GBR)及拔牙窝保存后延期种植等方案,结果提示SST在PES和唇侧骨厚度维持方面具有优势。此外,Venkatraman等^[31]的随机对照研究显示,与常规即刻种植相比,SST术后唇侧软组织体积变化更小,PES更高。

部分长期临床研究也为SST的稳定性提供了参考。Gluckman等^[32]对128例接受SST的患者进行了1~4年随访,其中25例出现并发症,5例因无法实现骨结合失败,种植体成功率为96.1%,最常见的并发症为内暴露。Siompas等^[33]报道了SST长达10年的回顾性研究,182例患者共植入250枚种植体,平均随访49.94个月,共记录5例种植体失败,10年累积存留率分别为97.3%(基于种植体)和96.5%(基于患者)。Li等^[34]的5年回顾性研究也显示,改良SST组无种植失败,虽有2例根盾暴露,但未对软硬组织造成明显影响;与常规即刻种植相比,改良SST组骨吸收更少且更稳定,PES也更高。

总体而言,现有证据支持SST在前牙美学区即刻种植中具有较好的软硬组织保存效果,并可获得与常规即刻种植相近的种植体成功率。然而,目前证据仍存在一定局限。不同研究在病例选择、根盾厚度、高度、长度、间隙处理、即刻修复方式和随访时间等方面存在差异,部分研究样本量较小,长期随机对照研究仍然不足。因此,SST应在严格病例筛选、规范根盾制备、充分风险告知和并发症预防的基础上应用。

二、根盾技术的适应证与禁忌证

1. 根盾技术的适应证:(1)高美学需求的位点。尤其适用于上颌前牙区的牙位。(2)牙根稳固。由龋齿或创伤导致的无法修复但稳固的牙齿,适合在即刻种植时应用SST。(3)良好的牙周条件。这是确保种植术后远期成功的前提。(4)良好的根尖周条件。在制作根盾的过程中会切除根尖,所以根尖周的小病变可以在手术中彻底清除,而根尖周感染范围较大的牙齿则应避免即刻种植。(5)充足的骨

量支持。在拔牙后立即植入种植体时,应实现种植体的初期稳定性。主要依靠根尖部3~5 mm骨量,同时由于即刻种植体多定位于拔牙窝的腭侧壁,因此需要有足够的腭侧骨量。

2. 根盾技术的禁忌证:(1)牙齿松动。SST的成功取决于唇部根盾与骨壁的完整附着,若牙齿存在活动性,术后根盾易发生感染移位,最终导致手术失败。(2)唇侧骨壁缺失。在没有唇侧骨壁支撑的情况下,术后根盾的移动是不可避免的。(3)较大的根尖周病变。对于根尖周存在广泛感染或病变的牙齿,首要目标是彻底清除病灶,而非保留根盾。(4)牙根内外吸收。因存在内外吸收而影响根盾保留的牙齿应避免进行SST。(5)牙根变色。长期严重的牙根变色可能影响术后美学效果。若患者为薄龈生物型或高唇线,更应慎重选择。

SST适应证及禁忌证对照见表1。

表1 根盾技术(SST)的适应证与禁忌证

项目	适应证	禁忌证
美学需求	上前牙或高美学需求	无绝对禁忌证
患牙条件	无法保留但牙根稳固	牙齿明显松动、牙根内外吸收
唇侧骨壁	唇侧骨壁基本完整	唇侧骨壁明显缺失或严重破坏
牙周条件	牙周状态稳定	活动性牙周炎或局部感染未控制
根尖周条件	无感染或小范围根尖周病变	广泛根尖周感染或病灶难以清除
骨量条件	根尖区或腭侧骨量充足	根尖区或腭侧骨量不足
美学风险	牙根颜色正常或变色不明显	严重牙根变色

三、根盾设计

自Hürzeler等^[19]提出SST的十余年来,学者对于根盾保留的厚度、长度、高度和间隙管理等方面进行了探索,提出了不同的观点。

1. 根盾的厚度:Calvo-Guirado等^[35]通过动物实验比较了不同厚度的根盾和唇侧牙槽骨对保存牙槽骨作用的影响,发现当根盾为2 mm厚时,牙槽嵴形态保持效果最佳。Siormpas等^[36]提出根盾应有一定厚度,以防止其与唇骨分离,但不能影响种植体植入。Staehler等^[37]则认为根盾厚度应保持在1.5 mm左右,厚度减小(从1~2 mm到0.5 mm)容易导致根盾断裂。Tan等^[38]在动物实验中观察到,随着根盾厚度的增加(0.5~1.5 mm),唇骨的吸收会减少。其临床研究也证实,当根盾厚度在0.5~1.5 mm时,根

盾越厚牙槽骨吸收越少^[39]。笔者在根盾预备时通常选择0.5~1 mm厚度,同样观察到了稳定的临床效果,但预备较薄的根盾对术者技术要求较高。因此,本团队认为根盾厚度在0.5~1.5 mm是可以接受的。

2. 根盾的长度:为了防止感染,根盾的根尖部分会被完全切除,可在此基础上修整根盾的长度。Calvo-Guirado等^[40]在动物实验中发现,将根盾的长度分为保留冠端(1/3)、冠端中上部分(2/3)、全长(3/3)3个组,冠端1/3组可观察到最少的唇侧牙槽嵴吸收量。此外,Roe等^[41]研究表明,保留的根盾越短,术中种植体的方向和位置控制越好,而根盾保留越长,种植体的植入空间越会受到明显限制。笔者团队在实际操作中也发现根盾保留不宜过长,保留冠方1/3的根盾便能够达到较好的牙槽嵴保存效果,建议根盾的长度为5~8 mm。

3. 根盾的高度:根盾保留的最佳高度是存在争议的。Mitsias等^[42]建议根盾的高度应保持在牙槽骨嵴上方1 mm处,以更好地保护牙周组织。而Calvo-Guirado等^[35]与Gluckman等^[43]则建议根盾高度应与牙槽骨高度齐平,认为这样可以减少根盾排斥反应,降低后期暴露发生率。Staehler等^[37]选择将根盾高度保留在牙槽骨嵴顶上方0.5 mm处,认为骨上设计的根盾可以保留龈牙纤维,避免牙槽嵴顶的吸收。关于根盾高度对牙槽嵴保存的影响,Tan等^[38]在动物实验中观察到根盾与牙槽嵴齐平和高于牙槽嵴顶1 mm时,牙槽骨的吸收程度无差异。但在之后的临床研究中,以种植体水平为基准测量了根盾高度,结果显示根盾高度越大,术后牙槽骨高度降低越少,但与此同时,根盾暴露等并发症的可能性也越高^[39]。但是不建议将根盾修整至牙槽骨边缘下方,这可能会导致更多的边缘骨丧失。

4. 间隙管理:Hürzeler等^[19]在动物实验中,应用了牙釉质基质衍生物填充种植体和根盾之间的间隙,可促进骨质形成并减少牙根吸收。而在Kumar等^[44]长达5年的临床试验中,实验者并未在所有病例的跳跃间隙中使用生物材料,也未发现任何病例的美学或功能结果不佳。

骨结合理论要求种植体周围应被新生的改建骨包围。Mitsias等^[45]和Schwimer等^[46]在人类组织学研究中证实种植体与根盾之间的间隙能够完全充满新生的骨组织,SST后的种植体能够形成完全的骨结合。Gluckman等^[47]建议当种植体与根盾之

间存在间隙时,就应该将植骨材料置入间隙中。Bäumer等^[48]认为,根盾与种植体之间的植骨作用有限,在间隙超过1 mm的情况下可考虑植骨。

到目前为止,对于是否需要生物材料来填充根盾和种植体之间的空隙还没有达成共识。而间隙内的血凝块是根盾和种植体之间骨形成的关键,之后应由轮廓良好的临时修复体或定制的愈合基台形成良好的密封以防止软组织进入跳跃间隙。

作者团队根据现有研究证据及自身临床经验,总结 SST 根盾设计的关键参数,见表 2。

表 2 根盾技术(SST)根盾设计与操作关键参数

参数	推荐范围
根盾厚度	建议 0.5 ~ 1.5 mm
根盾长度	多保留冠方约 1/3, 5 ~ 8 mm
根盾高度	与牙槽嵴顶平齐或略高,不超过 1 mm
根盾边缘	圆钝、光滑、凹形,无锐利边缘
根盾稳定性	必须确定根盾无松动、移位
间隙处理	是否植骨可根据间隙大小和种植体初期稳定性决定
修复空间	基台和冠修复体不应压迫或接触根盾

5. 根盾的分类:随着 SST 的逐渐发展和成熟,为了更好地在种植手术中应用 SST 来达到保护软硬组织和维护牙龈乳头的目的,学者对其进行了改进,以适应不同的临床情况。2018 年, Kumar 等^[44]根据根盾在牙槽窝中的位置对 SST 进行了分类,以帮助制定不同临床方案的治疗计划(图 2)。

四、根盾技术的手术操作流程

1. 牙齿部分拔除:进行该术式时可以选择翻瓣或者不翻瓣手术。如果牙槽窝的空间足够大,不影响根盾制备和种植体植入的视野与操作,则首选不翻瓣手术。若操作较为困难,尤其是根尖区病灶需要处理时,为了更好地观察术区情况和精准操作,

可以选择翻瓣手术。

以保留唇侧根片的操作为例,首先去除牙冠部分,之后在冠状切面打开根管口清理根管内容物,通过根管空间用钻针将牙根的唇腭部分开,拔除腭部根片,整个过程保持唇部根片稳固。

2. 根盾制备:用钻针将唇侧剩余根片修整至合适的厚度和高度,精修根盾的穿龈形态,为种植体提供足够的修复空间,确保基台和牙冠不会接触到根盾,允许软组织在根盾上方形成,有助于在种植体的颈部形成健康的软组织封闭屏障。根盾制备完成后,彻底清洁牙槽窝,并确保清除所有残留的牙胶尖。

3. 种植体植入:种植体三维位置的确定类似常规即刻种植,多数情况下种植体选择偏腭侧种植。在钻孔过程中,应注意防止钻头与根盾接触,种植体直径的选择应使种植体与根盾之间留出 1 ~ 1.5 mm 距离。种植体长度应超过根尖 2 ~ 3 mm,以便获得良好的初期稳定性。

根盾技术临床病例的手术及修复过程见图 3。

4. 并发症的预防与处理:SST 具有较高的技术敏感性,常见并发症包括根盾暴露、感染、移位、吸收及种植失败等,其中根盾暴露较为常见,可分为内暴露和外暴露^[32,49-51]。系统评价显示,SST 总体可获得较高的种植体存留率,但仍存在一定并发症风险。Ogawa 等^[49]报道在 274 例 SST 病例中 26 例出现并发症或不良反应,主要包括骨结合失败、根盾暴露、根盾松动感染、根盾移位及根尖吸收。Oliva 等^[28]纳入 656 枚 SST 种植体,报道种植体存留率为 98.6%,并发症发生率约为 3.81%。

并发症的预防应从术前评估开始。术前应严格排除牙齿明显松动、唇侧骨壁缺失和广泛根尖周

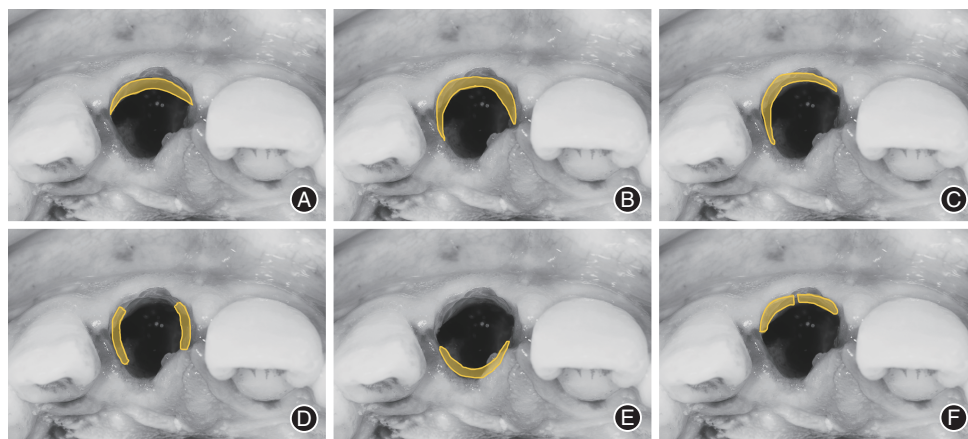


图 2 根盾的分类 A: I 型唇颊根盾; B: II 型全 C 型唇颊根盾; C: III 型半 C 型唇颊根盾; D: IV 型邻面根盾; E: V 型舌腭根盾; F: VI 型多颊根盾。

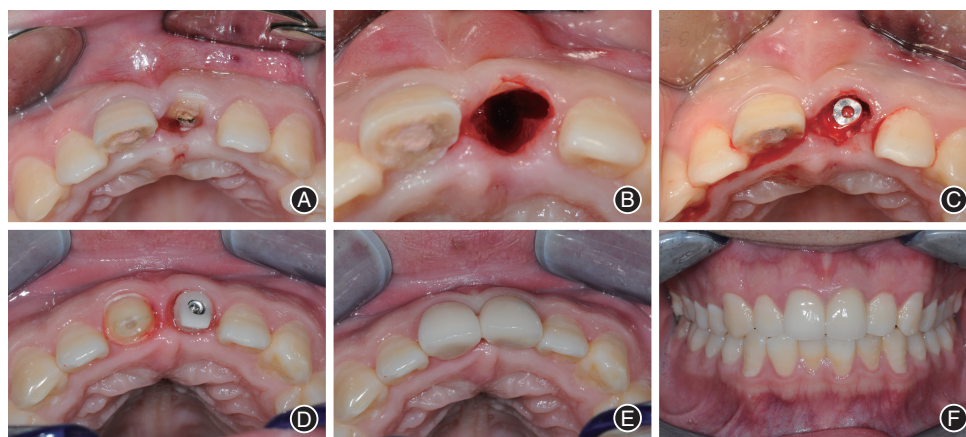


图3 根盾技术临床病例的手术及修复过程口内像 A:术前上前牙殆面像;B:根盾制备完成;C:植入种植体;D:戴入个性化基台;E:戴入牙冠后上前牙殆面像;F:戴入牙冠后口内咬合像。

感染等病例。术中应彻底去除残余牙髓及根管充填材料,并保证根盾稳定。若根盾松动、折裂或无法保持稳定,应及时去除根盾,不宜强行保留。根盾制备时应避免过薄、过高或边缘锐利,并保证根盾与种植体、基台及冠修复体之间有足够空间,以减少根盾暴露、感染和移位风险^[32,37]。

并发症发生后,应根据根盾稳定性、感染程度、暴露位置及种植体骨结合情况选择处理方式。对于稳定根盾的局限性内暴露,可在控制炎症后修整暴露根盾,调整临时冠或基台的穿龈轮廓,必要时联合结缔组织移植,以重新建立软组织覆盖^[52]。若出现外暴露、明显感染、根盾松动、根盾移位或种植体周围骨丧失,则应以清除病因为主,必要时去除根盾,并根据局部软硬组织缺损情况行清创、软组织移植、骨增量或延期修复^[32,53]。

五、现存问题及未来展望

尽管现有研究支持SST在前牙美学区软硬组织保存方面具有一定优势,但该技术仍存在适应证严格、操作敏感性高和可能出现并发症等问题。根盾的稳定性是影响手术成功的重要前提,若病例选择不当、根盾制备过薄或过高,或根盾与种植体及修复体之间空间控制不佳,均可能增加根盾暴露、移位、感染及种植失败的风险。此外,目前关于根盾厚度、高度、长度及根盾与种植体间隙处理方式尚未完全统一,相关结论仍需更多高质量、长期随访研究进一步验证。

近年来,SST的数字化辅助技术发展较快,可能为降低技术敏感性和提高操作精度提供新的方向。数字化导板可在术前规划根盾厚度、长度和种植体三维位置,并在术中辅助牙根切割、根尖去除、

根盾制备及种植窝预备。Wang等^[54]将计算机辅助设计与制作(computer aided design/computer aided manufacturing,CAD/CAM)导板与SST联合应用于前牙美学区即刻种植,结果显示,与传统即刻种植相比,导板联合SST组种植体偏差更小,唇侧骨板吸收和并发症发生率更低,PES、白色美学评分(white esthetic score,WES)及患者满意度更高。Pozzi等^[55]将动态导航系统应用于SST,在导航引导下完成根尖去除、牙槽窝清理、根盾修整和种植体定位,短期结果显示出较好的可行性。He等^[56]提出在口腔显微镜下进行根盾制备,认为显微镜可改善术野暴露和操作精度,有助于降低根盾制备难度。也有学者提出选择性牙体保留技术(selective preservation of tooth, SPOT)及全程导板辅助SST流程,以提高根盾制备和种植体定位的可重复性^[57-58]。此外,机器人辅助SST也已开始出现小样本前瞻性研究,能进一步提高美学区即刻种植的三维定位精度^[59]。

整体而言,SST通过保留唇侧部分牙根,保存了种植位点唇侧完整的牙周膜附件,解决了拔牙后牙周膜供血丧失导致的唇侧骨吸收所造成的美学缺陷。经过十余年的发展,SST已经成为一项较为成熟的种植术式,在临床的应用也越来越广泛。大量临床证据表明,短期内SST与常规即刻种植相比具有更好的美学效果,且拥有与常规即刻种植相当的成功率,是值得临床推广的技术。然而,由于缺乏循证共识或指南与长期效果检验,仍然需要更多长期临床证据以证明其有效性与可靠性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王劲茗:课题酝酿和设计、技术支持、文章审阅和修改;麦馥:采集数据、文献查阅、文章撰写;李俊达、许嘉允:文献查阅、文章撰写

参 考 文 献

- [1] van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post - extraction sockets in humans: A systematic review[J]. J Clin Periodontol, 2009, 36(12): 1048-1058. DOI:10.1111/j.1600-051X.2009.01482.x.
- [2] Tan WL, Wong TLT, Wong MCM, et al. A systematic review of post - extractional alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans[J]. Clin Oral Implants Res, 2012, 23(Suppl 5):1-21. DOI:10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x.
- [3] Seyssens L, de Lat L, Cosyn J. Immediate implant placement with or without connective tissue graft: A systematic review and Meta-analysis[J]. J Clin Periodontol, 2021, 48(2): 284-301. DOI:10.1111/jcpe.13397.
- [4] Atieh MA, Alsabeeha NH, Payne AG, et al. Interventions for replacing missing teeth: Alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2021, 4(4): CD010176. DOI: 10.1002/14651858.CD010176.pub3.
- [5] Seyssens L, Eeckhout C, Cosyn J. Immediate implant placement with or without socket grafting: A systematic review and Meta-analysis[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2022, 24(3): 339-351. DOI:10.1111/cid.13079.
- [6] MacBeth ND, Donos N, Mardas N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration or socket seal technique. A randomised, single-blind controlled clinical trial[J]. Clin Oral Implants Res, 2022, 33(7):681-699. DOI:10.1111/clr.13933.
- [7] Pitman J, Seyssens L, Christiaens V, et al. Immediate implant placement with or without immediate provisionalization: A systematic review and Meta-analysis[J]. J Clin Periodontol, 2022, 49(10):1012-1023. DOI:10.1111/jcpe.13686.
- [8] Huynh-Ba G, Pjetursson BE, Sanz M, et al. Analysis of the socket bone wall dimensions in the upper maxilla in relation to immediate implant placement[J]. Clin Oral Implants Res, 2010, 21(1):37-42. DOI:10.1111/j.1600-0501.2009.01870.x.
- [9] Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites[J]. Periodontol 2000, 2017, 73(1): 73-83. DOI: 10.1111/prd.12167.
- [10] Mao Z, Lee CT, He SM, et al. Buccal bone dimensional changes at immediate implant sites in the maxillary esthetic zone within a 4-12-month follow-up period: A systematic review and Meta-analysis[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2021, 23(6): 883-903. DOI:10.1111/cid.13051.
- [11] Ickroth A, Christiaens V, Pitman J, et al. A systematic review on immediate implant placement in intact versus non-intact alveolar sockets[J]. J Clin Med, 2025, 14(7): 2462. DOI: 10.3390/jcm14072462.
- [12] Chappuis V, Engel O, Reyes M, et al. Ridge alterations post-extraction in the esthetic zone: A 3D analysis with CBCT[J]. J Dent Res, 2013, 92(12 Suppl): 195S-201S. DOI: 10.1177/0022034513506713.
- [13] Cosyn J, Eghbali A, Hermans A, et al. A 5-year prospective study on single immediate implants in the aesthetic zone[J]. J Clin Periodontol, 2016, 43(8): 702-709. DOI: 10.1111/jcpe.12571.
- [14] Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs[J]. J Clin Periodontol, 2003, 30(9): 809-818. DOI: 10.1034/j.1600-051x.2003.00366.x.
- [15] Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog[J]. J Clin Periodontol, 2005, 32(2):212-218. DOI:10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x.
- [16] Zhang Z, Dong Y, Yang J, et al. Effect of socket - shield technique on alveolar ridge soft and hard tissue in dogs[J]. J Clin Periodontol, 2019, 46(2):256-263. DOI:10.1111/jcpe.13073.
- [17] Casey DM, Lauciello FR. A review of the submerged-root concept[J]. J Prosthet Dent, 1980, 43(2):128-132. DOI:10.1016/0022-3913(80)90174-2.
- [18] Salama M, Ishikawa T, Salama H, et al. Advantages of the root submergence technique for pontic site development in esthetic implant therapy[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2007, 27(6):521-527.
- [19] Hürzeler MB, Zuhre O, Schupbach P, et al. The socket-shield technique: A proof-of-principle report[J]. J Clin Periodontol, 2010, 37(9):855-862. DOI:10.1111/j.1600-051X.2010.01595.x.
- [20] Atef M, El Barbary A, Dahrous MSED, et al. Comparison of the soft and hard peri-implant tissue dimensional changes around single immediate implants in the esthetic zone with socket shield technique versus using xenograft: A randomized controlled clinical trial[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2021, 23(3):456-465. DOI:10.1111/cid.13008.
- [21] Esteve - Pardo G, Esteve - Colomina L, Jimenez D, et al. Dimensional alterations following immediate implant placement using the socket-shield technique in the anterior maxilla: A case series[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2022, 42(4):545-553. DOI:10.11607/prd.5149.
- [22] Gurbuz E, Ceylan E. Comparison of a non-grafted socket shield technique with guided bone regeneration in immediate implant placement: A randomized clinical trial[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2025, 54(4):356-364. DOI:10.1016/j.ijom.2024.11.009.
- [23] Shadid RM. Immediate implant placement with socket shield technique in the maxilla: A prospective case series evaluation at 1-year follow-up[J]. Head & Face Medicine, 2022, 18(1): 17. DOI:10.1186/s13005-022-00324-3.
- [24] Salem AS, Mowafey B, El-Negoly SA, et al. Socket - shield technique vs conventional immediate implant placement for esthetic rehabilitation: A systematic review and Meta-analysis[J]. J Contemp Dent Pract, 2022, 23(2):237-244. DOI:10.5005/jp-journals-10024-3302.
- [25] Altalhi AM, AlHajji HH, Alharbi SK, et al. Socket shield

- technique in implant dentistry: A systematic review and Meta-analysis of survival, aesthetic outcomes, and complications [J]. *Cureus*, 2025, 17(6):e85176. DOI:10.7759/cureus.85176.
- [26] Durrani F, Pandey A, Ahlawat S, et al. Comparative evaluation of conventional and socket - shield techniques on maxillary esthetics following immediate implant placement in fresh extraction sockets: A randomized controlled trial [J]. *J Indian Soc Periodontol*, 2024, 28 (4) : 468 - 477. DOI: 10.4103/jisp. jisp_13_24.
- [27] Lin X, Gao Y, Ding X, et al. Socket shield technique: A systemic review and Meta-analysis [J]. *J Prosthodont Res*, 2022, 66(2) : 226-235. DOI:10.2186/jpr.JPR_D_20_00262.
- [28] Oliva S, Capogreco M, Murmura G, et al. The socket shield technique and its complications, implant survival rate, and clinical outcomes: A systematic review [J]. *J Periodontal Implant Sci*, 2023, 53(2) : 99-109. DOI: 10.5051/jpis.2201780089.
- [29] Lu W, Du S, Su J, et al. Clinical efficacy of socket shield technique compared to conventional immediate implant placement in the aesthetic zone: A Meta-analysis [J]. *Int J Implant Dent*, 2025, 11 (1) : 72. DOI:10.1186/s40729-025-00657-z.
- [30] Ji S, Min Y, Zhang Y, et al. Comparative effectiveness of the socket shield technique versus conventional implantation approaches in the esthetic zone: A systematic review and network Meta-analysis [J]. *J Prosthetic Dent*, 2026, 135 (1) : 65.e1-65.e12. DOI:10.1016/j.prosdent.2025.08.043.
- [31] Venkatraman N, Jain V, Nanda A, et al. Comparison of soft tissue volumetric changes and pink esthetics after immediate implant placement with socket shield and conventional techniques: A randomized controlled trial [J]. *Int J Prosthodont*, 2023, 36(6) : 674-680. DOI: 10.11607/ijp.8063.
- [32] Gluckman H, Salama M, Du Toit J. A retrospective evaluation of 128 socket-shield cases in the esthetic zone and posterior sites: Partial extraction therapy with up to 4 years follow-up [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018, 20(2) : 122-129. DOI: 10.1111/cid.12554.
- [33] Siormpas KD, Mitsias ME, Kotsakis GA, et al. The root membrane technique: A retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up [J]. *Implant Dent*, 2018, 27 (5) : 564 - 574. DOI:10.1097/ID.0000000000000818.
- [34] Li X, Li X, Xu Y, et al. Comparing the modified socket-shield technique with the conventional immediate implantation technique in the anterior dentition: A 5-year retrospective clinical study [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2024, 35(7) : 747-756. DOI: 10.1111/clr.14281.
- [35] Calvo-Guirado JL, Troiano M, López-López PJ, et al. Different configuration of socket shield technique in peri - implant bone preservation: An experimental study in dog mandible [J]. *Ann Anat*, 2016(208) : 109-115. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.06.008.
- [36] Siormpas KD, Mitsias ME, Kontsiotou - Siormpa E, et al. Immediate implant placement in the esthetic zone utilizing the "root - membrane" technique: Clinical results up to 5 years postloading [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29 (6) : 1397-1405. DOI:10.11607/jomi.3707.
- [37] Staehler P, Abraha SM, Bastos J, et al. The socket - shield technique: A step-by-step protocol after 12 years of experience [J]. *Int J Esthet Dent*, 2020, 15(3) : 288-305.
- [38] Tan Z, Kang J, Liu W, et al. The effect of the heights and thicknesses of the remaining root segments on buccal bone resorption in the socket-shield technique: An experimental study in dogs [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018, 20(3) : 352-359. DOI: 10.1111/cid.12588.
- [39] 譚震, 付刚, 文俊儒, 等. 牙根屏障技术的临床应用与评估 [J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(11) : 851-856. DOI: 10.3760/ema.j.cn112144-20200613-00342.
- [40] Calvo-Guirado JL, Benítez-García JA, Maté Sánchez de Val JE, et al. Socket-shield technique: The influence of the length of the remaining buccal segment of healthy tooth structure on peri - implant bone and socket preservation. A study in dogs [J]. *Ann Anat*, 2019(221) : 84-92. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.09.003.
- [41] Roe P, Kan JYK, Rungcharassaeng K. Residual root preparation for socket-shield procedures: A facial window approach [J]. *Int J Esthet Dent*, 2017, 12(3) : 324-335.
- [42] Mitsias ME, Siormpas KD, Kontsiotou-Siormpa E, et al. A step-by - step description of PDL - mediated ridge preservation for immediate implant rehabilitation in the esthetic region [J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2015, 35(6) : 835-841. DOI: 10.11607/prd.2148.
- [43] Gluckman H, Salama M, Du Toit J. Partial extraction therapies (PET) part 1: Maintaining alveolar ridge contour at pontic and immediate implant sites [J]. *Int J Periodontics Res Dent*, 2016, 36(5) : 681-687. DOI: 10.11607/prd.2783.
- [44] Kumar PR, Kher U. Shield the socket: Procedure, case report and classification [J]. *J Indian Soc Periodontol*, 2018, 22(3) : 266-272. DOI: 10.4103/jisp.jisp_78_18.
- [45] Mitsias ME, Siormpas KD, Kotsakis GA, et al. The root membrane technique: human histologic evidence after five years of function [J]. *Biomed Res Int*, 2017; 7269467. DOI: 10.1155/2017/7269467.
- [46] Schwimer C, Pette GA, Gluckman H, et al. Human histologic evidence of new bone formation and osseointegration between root dentin (unplanned socket-shield) and dental implant: Case report [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2018, 33(1) : e19-e23. DOI: 10.11607/jomi.6215.
- [47] Gluckman H, Salama M, Du Toit J. Partial extraction therapies (PET) part 2: Procedures and technical aspects [J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2017, 37(3) : 377-385. DOI: 10.11607/prd.3111.
- [48] Bäumer D, Zühr O, Rebele S, et al. The socket-shield technique: First histological, clinical, and volumetrical observations after separation of the buccal tooth segment—A pilot study [J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(1) : 71 - 82. DOI: 10.1111/cid.12076.

- [49] Ogawa T, Sitalaksmi RM, Miyashita M, et al. Effectiveness of the socket shield technique in dental implant: A systematic review [J]. J Prosthodont Res, 2022, 66(1): 12-18. DOI: 10.2186/jpr.JPR_D_20_00054.
- [50] Gluckman H, Nagy K, Du Toit J. Prosthetic management of implants placed with the socket-shield technique [J]. J Prosthet Dent, 2019, 121(4): 581-585. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.06.009.
- [51] Dhondt RAL, Lahoud P, Siawasch M, et al. The socket shield technique: Stability of the buccal peri-implant bone after partial root removal—A prospective case series of 20 patients with 18 months of follow-up [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2025, 45(3): 329-339. DOI: 10.11607/prd.6989.
- [52] Gluckman H, Pohl S, Chen J. Socket shield complications: The management of internal shield exposure. A multicenter case series [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2024, 44(2): 177-185. DOI: 10.11607/prd.6462.
- [53] Lao CM, Chen H, Ji C, et al. Minimally invasive management of a socket shield technique complication: A clinical report [J]. J Prosthet Dent, 2025, 133(5): 1127-1131. DOI: 10.1016/j.prosdent.2023.06.013.
- [54] Wang Z, Liu J, Wang X, et al. Effect of CAD/CAM guide plate combined with socket-shield technique in immediate implantation of anterior teeth aesthetic area and its influence on aesthetics [J]. Front Surg, 2022(8): 833288. DOI: 10.3389/fsurg.2021.833288.
- [55] Pozzi A, Arcuri L, Kan J, et al. Navigation guided socket-shield technique for implant and pontic sites in the esthetic zone: A proof-of-concept 1-year prospective study with immediate implant placement and loading [J]. J Esthet Restor Dent, 2022, 34(1): 203-214. DOI: 10.1111/jerd.12867.
- [56] He P, Duan S, Li L, et al. A socket shield technique: Preparation of the shield under oral microscopy [J]. J Prosthet Dent, 2025, 134(1): 28-32. DOI: 10.1016/j.prosdent.2025.03.011.
- [57] Schwimer C, Firlej M, Pohl S, et al. Selective preservation of tooth (SPOT): A step-by-step protocol for a precise, reproducible, socket-shield technique [J]. Compend Contin Educ Dent, 2024, 45(7): 350-357.
- [58] Firlej M, Schwimer C, Martin R, et al. Guided selective preservation of tooth (SPOT) protocol: Fully guided socket-shield technique [J]. Compend Contin Educ Dent, 2025, 46(2): 84-93.
- [59] Wu J, Lin B, Yang S, et al. Robot-assisted immediate implant placement with the socket shield technique in the esthetic zone: A prospective 10-patient series [J]. J Prosthet Dent, 2026; S0022-3913(26)00192-7. DOI: 10.1016/j.prosdent.2026.02.044.

(收稿日期: 2026-04-03)

(本文编辑: 王嫚)