

牙槽窝敷料的应用及研究进展

胡海琨¹ 郭雨璇² 胡洪滔² 王了³

1. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心
四川大学华西口腔医院锦江门诊部 成都 610066;
2. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心
四川大学华西口腔医学院 成都 610041;
3. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 国家口腔疾病临床医学研究中心
四川大学华西口腔医院口腔颌面外科 成都 610041

[摘要] 传统牙槽窝敷料以填塞类材料为主, 虽然具备基本的止血和创口保护功能, 但在机械强度、生物学性能, 特别是促进牙槽窝组织再生等方面存在局限。随着生物材料科学的发展, 兼具创面保护和促进愈合的新型牙槽窝敷料逐渐成为研究和临床应用的热点, 这些敷料不仅能够保护创面, 还能促进愈合, 适用于复杂的口腔环境。其中, 具有止血、抗炎、抗菌和药物递送功能的复合型水凝胶作为牙槽窝敷料, 能够显著改善术后的愈合效果, 为牙拔除术后管理提供了更为有效的方案。

[关键词] 牙槽窝敷料; 生物材料; 牙槽窝愈合

[中图分类号] R782.05 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2025080



开放科学 (资源服务)
标识码 (OSID)

Application and research progress of alveolar socket dressings

Hu Haikun¹, Guo Yuxuan², Hu Hongtao², Wang Liao³

1. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Jinjiang Clinic, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610066, China; 2. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & West China School of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China
Supported by: Research and Develop Program West China Hospital of Stomatology Sichuan University (LCYJ-2023-DL-3)
Correspondence: Wang Liao, Email: wangliaonew@163.com

[Abstract] Traditional dressings primarily involve packing materials that provide basic hemostatic and wound-protective functions. However, they exhibit limitations in terms of mechanical strength and biological properties and particularly in promoting tissue regeneration within the alveolar socket. With the advancement of biomaterials science, innovative alveolar socket dressings that combine wound protection with enhanced healing capabilities have increasingly become a focal point in research and clinical practice. These advancements promise to deliver optimal post-operative management solutions for alveolar sockets in complex oral environments. Notably, composite hydrogels with integrated hemostatic, anti-inflammatory, antibacterial, and drug-delivery functions are emerging as promising materials for alveolar socket dressings, potentially offering improved management strategies for post-extraction care and enhancing the healing outcomes

of the alveolar socket.

[Key words] alveolar socket dressings; biomaterials; alveolar socket healing

[收稿日期] 2024-08-28; **[修回日期]** 2025-01-09

[基金项目] 四川大学华西口腔医院探索与研发项目 (LCYJ-2023-DL-3)

[作者简介] 胡海琨, 主治医师, 博士, Email: Helen-8591@163.com

[通信作者] 王了, 副教授, 博士, Email: wangliaonew@163.com

牙槽窝愈合、牙槽骨再生是牙拔除术后管理

成功与否的关键,直接决定了患者术后恢复质量。研究^[1]表明,牙拔除后牙槽窝愈合经历多个阶段:牙拔除后初期,血凝块在创口内形成,起到止血和保护创面的作用;随后,血凝块逐渐被肉芽组织替代;在增殖期,新骨组织开始生成并不断改建,最终形成适应局部功能的成熟骨组织。然而,由于口腔环境复杂,愈合过程可能受到诸多因素的影响,如感染、出血、血凝块脱落等,这些问题不仅可能延缓愈合进程,还可能引发干槽症等严重影响局部新骨形成的并发症^[2]。

临床研究表明,选择合适的敷料对促进牙槽窝愈合尤为关键。理想的牙槽窝敷料不仅应具备优良的止血效果,并能够稳定血凝块,持续保护创口,避免外部刺激并预防感染。

同时,敷料还应具有良好的生物相容性,能够在口腔湿润环境中保持稳定。近年来,随着生物材料科学的发展,新型敷料不断被研发并应用于牙槽窝管理,这些敷料在促进愈合、减少术后并发症、提高患者舒适度等方面展现了显著优势。本文主要介绍目前临床中常见的牙槽窝敷料及其研究进展。

1 牙槽窝充填类敷料

目前临床中应用的牙槽窝充填类敷料种类繁多,根据材料的生物降解性能,可将其分为可吸收类和不可吸收类。

1.1 不可吸收类

临床常见的不可吸收类止血材料有无菌棉球、棉卷、纱条等,这类材料主要通过对牙槽窝骨壁的机械压迫达到止血效果,完成止血后需要人工去除,其中含碘仿的纱条在处理牙槽窝出血时应用更为广泛。

碘仿纱条的应用及效果:碘仿纱条通过将纱条浸入碘仿、乙醚、乙醇和甘油的混合溶液中制备,适用于拔牙后出血较多、感染风险高的拔牙患者,使用时根据拔牙窝的大小,分层填塞至充满拔牙窝,通常在1~2周内根据愈合情况一次或分次取出。碘仿纱条通过压迫止血,并在与渗出液接触后释放游离碘,具有强效抗菌作用,并促进肉芽组织生长^[3]。然而,取出碘仿纱条时可能导致创口再次出血,且碘仿的刺激性气味可能引起患者恶心、呕吐及术后发热,这些缺点使其逐渐被可吸收材料替代^[4]。

1.2 可吸收类

可吸收类牙槽窝充填敷料通常由生物相容性良好的材料制成,如明胶、胶原蛋白和氧化纤维素。这些材料在牙拔除术后应用广泛,通过吸收体液、溶胀和压迫创面实现止血,并在愈合过程中自然降解,无需二次手术移除,减少了患者的不适并简化了操作流程。

1.2.1 明胶类 明胶是一种从动物结缔组织中提取的天然蛋白质,主要来源于牛、猪的皮肤、骨骼,由胶原蛋白部分水解而成,广泛应用于牙拔除术后。其疏松多孔结构可迅速吸附血液,膨胀后施加压力,帮助止血^[5]。然而,明胶海绵易软化和破碎,限制了其在活动性渗血或凝血功能异常患者中的效果。为提高机械性能,研究通过掺入氧化石墨烯纳米粒子增强其强度和止血能力,或结合形状记忆技术,制备出高效止血的明胶海绵^[6-7]。Xie等^[8]利用新型共轭静电纺丝方法,制备纳米纤维组成的超轻三维明胶海绵,其高度疏松多孔的结构赋予了良好的可压缩性和弹性,压缩后放置于深部组织,在体内试验中展现出优异的止血效果,显著减少失血量。增强明胶海绵的抗菌效果在口腔复杂的微生物环境中至关重要。常见的思路是将抗菌剂与明胶结合,如四环素明胶海绵、胶质银明胶海绵、碘仿明胶海绵^[9-12],其中胶质银明胶海绵吸水性更佳,止血效果优于普通海绵,且具有一定的抗菌效果^[13]。Wang等^[14]通过嵌入玉米醇溶蛋白纳米颗粒,利用其红细胞和血小板黏附性,直接促进血小板聚集和活化,绕过常规凝血途径,发现能够显著增强止血效果,尤其适用于凝血功能异常的患者,如血友病或长期服用抗凝药物的患者。此外,明胶海绵还可与氨甲环酸(tranexamic acid, TXA)、钙离子等物质结合,进一步提升其凝血和止血功能,扩展了其临床应用场景。

1.2.2 医用胶原蛋白 医用胶原蛋白通常是以牛肌腱为原材料,去除脂肪、筋膜组织后提纯为I型胶原,主要以海绵或凝胶的形式使用。胶原蛋白海绵或凝胶可以促进血小板的黏附和聚集从而达到止血目的^[15]。其在止血、促进愈合和减少术后并发症方面有显著效果^[16]。临床上常用的博纳塞®、可即邦®可通过调整胶原蛋白海绵的形状,更好地适应牙槽窝形态,从而更有效地发挥作用。由于从动物提取的胶原蛋白可能存在病毒感染和过敏风险,研究者^[17]通过基因重组技术开发了重

组胶原,并通过化学改性提升其物理性能和生物安全性。为加快止血,有研究^[18]在胶原蛋白材料中添加氧化微晶纤维素,利用晶体与蛋白的相互作用提升血液吸收能力。另一种提升吸收能力的方式是设计有序孔结构的海绵,通过更高的曲率和毛细效应,实现快速止血^[19]。

1.2.3 氧化纤维素类 氧化纤维素是经过化学改造的纤维素产物,含有大量羧基,通过物理吸附血液成分止血,再利用羧基降低pH值,促进血小板聚集。此外,其中的酸性介质可将血红蛋白转化为酸性血红素,释放 Fe^{3+} 与羧基结合,加速血凝块的形成^[20]。虽然氧化纤维素在体内应用通常较为安全,但其溶胀性和酸性可能引发神经压迫和损伤,特别是在靠近下牙槽神经的拔牙窝使用时需谨慎^[21]。研究^[22]还发现,氧化纤维素可能延缓牙槽窝愈合,影响骨髓间充质干细胞功能,并可能导致牙周膜细胞凋亡。因此,在靠近重要神经结构的部位,建议谨慎使用,并仅用于短期止血,不宜长期使用。

1.2.4 自体血液制品 自体血液制品是从患者自身采血后通过离心等方法制取的,包括第一代富血小板血浆,需添加抗凝剂;第二代富血小板纤维蛋白(platelet-rich fibrin, PRF),无需加抗凝剂但血小板生长因子含量较低;第三代浓缩生长因子(concentrated growth factor, CGF),含有全部生长因子,效果优于前者。PRF具有疏松多孔结构,有助于血细胞的凝集和凝血,其纤维蛋白为细胞迁移和分化提供支架,促进组织愈合。当创口感染或骨缺损过大时,常规材料的骨再生潜力有限,不利于后续种植修复,而CGF通过促进成骨相关基因和蛋白表达,显著加速骨组织再生^[23]。为防止材料脱落,将甲基丙烯酸明胶与CGF混合的可注射凝胶,具有良好的可塑性和黏附性,同时延缓生长因子的释放和降解^[24]。虽然这类材料的制备过程较为复杂且设备昂贵,但因其成分源于自体,安全性高且富含生长因子,特别适用于加速骨组织愈合,预防拔牙窝并发症,尤其在复杂、高风险或骨再生需求高的情况下,具有巨大的应用潜力。

2 牙槽窝覆盖类敷料

2.1 覆盖类敷料的定义与作用

充填类材料可作为物理支架,帮助血凝块形成,并通过对牙槽窝骨壁施加压力,加快牙拔除

术后止血过程。然而,这些材料在后续愈合中可能会表现出一定的局限性:海绵类的材料有可能会在使用过程中由于溶胀和回弹效应对牙槽窝骨壁产生压迫,从而造成牙槽窝局部血液循环障碍,延缓愈合进程。此外,氧化纤维素类止血材料的降解产物有可能改变牙槽窝局部环境的pH值,影响局部细胞活性,影响牙槽窝早期愈合^[22]。为了克服这些局限,覆盖类敷料得到了广泛关注,这类敷料不仅能够封闭创口,防止外部刺激和感染,为牙槽窝愈合提供稳定环境,还能避免因材料堵塞而导致的愈合延迟现象。

2.2 传统覆盖类敷料

传统的覆盖类敷料如牙周塞治剂和可吸收黏膜创可贴目前已应用于牙拔除后的创口处理。

2.2.1 牙周塞治剂 牙周塞治剂主要成分包括氧化锌、油酸和油酸锌,其能够在创口上形成一层致密的覆盖层,起到保护创口、减少外界刺激和预防感染的作用。由于价格低廉、操作简便,在临床上应用较为广泛。然而,牙周塞治剂也存在一定的局限性,如在创口渗血较多时,材料可能会因血液浸润失去黏结性而脱落,并影响使用效果。此外,牙周塞治剂质地较硬、不容易清洁,可能导致菌斑堆积,增加术后感染风险,目前临床应用有逐渐减少的趋势。

2.2.2 黏膜创口贴 黏膜创口贴是一种由天然或合成材料制成的覆盖类敷料,主要用于口腔术后创口保护。该类敷料具有良好的生物相容性,并在口腔湿润环境中保持黏附性,特别适合凝血功能障碍患者、牙周手术及拔牙术后的创面管理。研究^[25]表明,明胶、羧甲基纤维素钠和聚异丁烯等材料合成的创口贴能够在湿润环境中保持黏附力,并提供创口稳定的愈合环境。然而,其黏附效果较差、体积较大,影响了舒适度和临床操作。此外,现有创口贴缺乏有效止血成分,难以应对大量出血的情况。近年来,部分产品通过优化材料性能,有效提高患者舒适度^[26]。然而,由于粘接强度有限,当牙槽窝内血流量较大时,其作用效果会受到明显影响。

3 牙槽窝水凝胶类敷料

近年来,水凝胶类敷料作为新型生物材料,因其在潮湿的口腔环境中能形成稳定的三维网络结构,提供持久的创口保护,在促进牙槽窝愈合

中展现出显著优势。同时,经过改性后,水凝胶还具备止血、抗炎、抗菌和药物递送的潜力,进一步促进组织再生和创口愈合。

3.1 天然聚合物基水凝胶

天然聚合物基水凝胶主要由天然多糖或蛋白质制成,因其生物相容性好、免疫原性低且可自然降解,被广泛用于牙槽窝修复。天然多糖是生命活动的基本成分,广泛存在于细胞壁和细胞外基质中,常见的多糖包括壳聚糖(chitosan, CS)、海藻酸钠(sodium alginate, SA)、淀粉、纤维素及其衍生物和甲壳素,这些材料具备良好的生物相容性和多功能性。

CS通常从甲壳类动物的外骨骼和真菌细胞壁中提取,通过对几丁质进行去乙酰化处理获得的,由于CS中含有氨基,是自然界中唯一带正电荷的碱性多糖,具备出色的止血、抗菌性能,广泛应用于牙槽窝敷料^[27]。Pippi等^[28]研究发现,基于CS的商用牙科敷料在接受抗血小板治疗的患者中,伤口愈合速度和质量均显著优于普通止血海绵。Rajendra等^[29]的研究表明,CS敷料在止血效果上优于富血小板纤维蛋白,且有效缓解了患者术后疼痛。Madrazo-Jiménez等^[30]将CS与0.2%氯己定、尿囊素和右泛醇复合后制成的水凝胶应用于下颌阻生第三磨牙拔除术后,发现该敷料的使用显著改善了下颌阻生第三磨牙的愈合效果。

SA是一种天然的阴离子多糖,主要从褐藻的细胞壁中提取。因其具有良好的生物相容性和黏附性,SA被广泛应用于医药和生物工程领域^[31]。它能够与钙离子交联形成稳定的凝胶结构,为伤口提供持续的湿润环境,促进细胞迁移和组织再生。El Halawany等^[32]研究了一种基于海藻酸钠和纳米羟磷灰石的复合凝胶,通过负载抗纤溶药物TXA,用于牙槽窝保护,发现该水凝胶多孔结构有助于血小板黏附和血凝块形成,并通过双相药物释放机制提供了持续的止血效果,在牙槽窝愈合中展现出应用潜力。

透明质酸(hyaluronic acid, HA)是一种天然的糖胺聚糖,是细胞外基质的重要组成部分,具有抗炎和黏膜黏附特性。HA具有高吸湿性,通过氢键形成刚性结构,保持良好的保水性和黏弹性。拔牙后,HA能缓冲口腔机械运动对牙槽窝愈合的干扰,并通过黏膜黏附性减少微生物渗透,降低感染风险。因此,HA广泛应用于拔牙术后创口管理,促进愈合并减少并发症。在下颌第三磨牙拔

除术后,Ibraheem等^[33]应用0.8% HA凝胶(Gengigel[®]),结果显示HA能有效减少白细胞浸润,缓解炎症并促进血管生成,该团队还比较了在牙槽窝中使用0.2% HA凝胶和0.01% HA喷雾的效果,结果显示,这两种形式均显著提升了牙槽窝创面的愈合率,且凝胶组由于其持续作用效果更为显著。

3.2 合成高分子基水凝胶

尽管天然聚合物材料在应用中有许多优点,但难以同时具备牙槽窝敷料的所有理想性能。相比之下,合成聚合物材料如聚乙二醇、聚乙烯醇和聚丙烯酰胺等,因其易于制备、理化性质可控、机械性能优良且耐用性强,具有显著优势。这些材料通过化学交联形成凝胶网络,具有可调节的物理性质和稳定的降解速率,更好地控制了机械性能和药物释放,因此广泛应用于牙槽窝敷料的研究中。目前,美国食品药品监督管理局批准的改性四臂聚乙二醇水凝胶能够快速成胶,具备高机械强度和优异的组织黏附性,与传统棉球和明胶海绵相比,能够更有效地封闭牙槽窝,稳定血凝块,促进软组织愈合和牙槽骨再生^[34]。牙槽窝敷料除了需要稳定的组织黏附,还需具备操作便利性和易于去除的特点。Li等^[35]基于自由基共聚合反应设计的多功能水凝胶,通过阳离子季铵盐增强抗菌效果,疏水基团增强湿润环境下的可逆黏附,展现出强黏附性和抗肿胀效果,在口腔创口管理中表现突出。Wang等^[36]还成功合成了单体核苷-2-氨基-2'-氟-2'-脱氧腺苷,并通过多重氢键系统自组装成超分子水凝胶,具有高弹性、耐压性和优异的抗溶胀性能。该材料在牙槽窝应用中,不仅通过抗菌活性减少炎症,还因适宜的降解速率促进组织再生。

3.3 复合水凝胶

复合水凝胶通过结合两种或多种聚合物(包括天然和合成聚合物),以满足水凝胶在复杂口腔环境中的多功能需求。这类水凝胶具备良好的生物相容性、抗菌性和机械强度,并可通过调节聚合物比例实现可控降解,满足牙槽窝敷料的多功能要求。Guo等^[37]通过改性CS和SA,成功模拟了牙周组织的抗菌特性,为愈合过程提供稳定环境,不仅加速拔牙创口愈合,还促进血管生成和组织再生,显著提升愈合质量。将天然高分子与合成高分子结合,不仅可以精确控制降解速度,还能产生结构和功能的协同效果。结合天然与合成聚合物,不仅可以精确控制降解速度,还能产生结

构和功能的协同效应。Wu等^[38]通过CS和聚丙烯酰胺开发了一种抗溶胀气凝胶,模拟细胞外基质的网络结构。该材料在口腔湿润环境中能保持稳定形状和功能,展现出卓越的创口覆盖和保护效果,有效预防术后并发症,并显著改善牙槽窝的愈合效果。因此,这种综合多种聚合物构建的多功能复合水凝胶是牙槽窝敷料的未来研究方向。

4 小结

本综述总结了牙槽窝敷料在促进牙拔除术后愈合中的重要作用及其研究进展。传统敷料主要包括充填类和覆盖类材料,依靠物理支撑和止血促进初期愈合,但在生物相容性、机械强度和组织再生方面存在局限性。随着生物材料科学的快速发展,多功能水凝胶敷料逐渐成为研究热点。新型水凝胶不仅具备优良的止血、抗炎和抗菌性能,还能持续递送药物,显著改善牙槽窝愈合效果,为复杂口腔环境下的术后管理提供了理想的解决方案。

5 展望

随着生物材料科学的进步,牙槽窝敷料的研究仍有巨大潜力。同时,各种牙槽窝敷料在不同应用场景中的效果和普及程度各有优势与不足。未来有必要通过多中心随机对照试验进一步验证这些材料的效果,并优化生产工艺以降低成本,促进新材料的广泛普及。开发适应复杂口腔环境、具备更强黏附性、优良抗菌性和多功能化的敷料,将为未来的研究和临床应用带来突破。随着新材料和技术的不断涌现,个性化敷料的开发也成为可能,以更好满足不同患者需求,提升治疗效果并改善患者体验。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

6 参考文献

- [1] Araújo MG, Silva CO, Misawa M, et al. Alveolar socket healing: what can we learn[J]. *Periodontol* 2000, 2015, 68(1): 122-134.
- [2] Discepoli N, Vignoletti F, Laino L, et al. Early healing of the alveolar process after tooth extraction: an experimental study in the beagle dog[J]. *J Clin Periodontol*, 2013, 40(6): 638-644.
- [3] 严崧,周月鹏,杨细虎,等.智齿拔牙创不同填塞处理愈合效果比较[J].*江苏大学学报(医学版)*, 2017, 27(5): 442-444.
Yan Q, Zhou YP, Yang XH, et al. Comparison of healing effects of different filling treatments for wisdom tooth extraction[J]. *J Jiangsu Univ (Med Ed)*, 2017, 27(4): 442-444.
- [4] 李庆隆,高峻鹰,郭建茹,等.止血纱布和碘仿纱条用于服用阿司匹林患者拔牙后的临床研究[J].*中国煤炭工业医学杂志*, 2015, 18(7): 1161-1163.
Li QL, Gao JY, Guo JR, et al. Clinical study on the use of hemostatic gauze and iodoform gauze strips after tooth extraction in patients taking aspirin[J]. *Chin J Coal Ind Med*, 2015, 18(7): 1161-1163.
- [5] 赵子慕,姜瑶,吴雨,等.拔牙止血方法研究现状综述[J].*口腔医学*, 2019, 39(4): 380-384.
Zhao ZM, Jiang Y, Wu Y, et al. Review of research on hemostatic methods for tooth extraction[J]. *Stomatology*, 2019, 39(4): 380-384.
- [6] Zhu Y, Zhang L, Duan W, et al. Succinic ester-based shape memory gelatin sponge for noncompressible hemorrhage without hindering tissue regeneration[J]. *Adv Healthc Mater*, 2023, 12(5): e2202122.
- [7] A W, Du F, He Y, et al. Graphene oxide reinforced hemostasis of gelatin sponge in noncompressible hemorrhage via synergistic effects[J]. *Colloids Surf B Biointerfaces*, 2022, 220: 112891.
- [8] Xie X, Li D, Chen Y, et al. Conjugate electrospun 3D gelatin nanofiber sponge for rapid hemostasis[J]. *Adv Healthc Mater*, 2021, 10(20): e2100918.
- [9] Dong Y, Liu W, Lei Y, et al. Effect of gelatin sponge with colloid silver on bone healing in infected cranial defects[J]. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 2017, 70(Pt 1): 371-377.
- [10] 郭晶晶. Gelatamp 胶质银明胶海绵应用在下颌第三磨牙拔牙术后的愈合效果观察[J].*实用医技杂志*, 2022, 29(5): 480-483.
Guo JJ. Gelatamp colloidal silver gelatin sponge application after extraction of mandibular third molar teeth observation of the healing effect[J]. *J Pract Med Tech*, 2022, 29(5): 480-483.
- [11] 涂波. 碘仿明胶海绵预防干槽症的临床效果[J].*临床合理用药杂志*, 2022, 15(4): 110-112.

- Tu B. Clinical effect of iodoform gelatin sponge in the prevention of dry socket[J]. *Chin J Clin Ration Drug Use*, 2022, 15(4): 110-112.
- [12] Patil V, Ramaraj PN, Sharma M, et al. Effects of intraoperative placement of tetracycline, tetracycline + gelatin sponge, and placebo on postoperative pain after mandibular molar extraction: a comparative prospective study[J]. *Natl J Maxillofac Surg*, 2021, 12(2): 211-218.
- [13] 马永清, 杨苗苗. 胶质银明胶海绵预防糖尿病患者拔牙术后并发症的临床研究[J]. *口腔医学研究*, 2020, 36(12): 1168-1171.
- Ma YQ, Yang MM. Effect of colloidal silver gelatin sponge on prevention of complications after tooth extraction in diabetic patients[J]. *J Oral Sci Res*, 2020, 36(12): 1168-1171.
- [14] Wang Y, Lin J, Fu H, et al. A Janus gelatin sponge with a procoagulant nanoparticle-embedded surface for coagulopathic hemostasis[J]. *ACS Appl Mater Interfaces*, 2024, 16(1): 353-363.
- [15] Lee CH, Singla A, Lee Y. Biomedical applications of collagen[J]. *Int J Pharm*, 2001, 221(1/2): 1-22.
- [16] 王立臣, 陈珍, 陈江平, 等. 胶原蛋白海绵和明胶海绵预防阻生牙拔除术后并发症的比较[J]. *广东医科大学学报*, 2018, 36(5): 597-599.
- Wang LC, Chen Z, Chen JP, et al. Comparison of collagen sponge and gelatin sponge in preventing complications after impacted tooth extraction[J]. *J Guangdong Med Univ*, 2018, 36(5): 597-599.
- [17] He Y, Wang JN, Si Y, et al. A novel gene recombinant collagen hemostatic sponge with excellent biocompatibility and hemostatic effect[J]. *Int J Biol Macromol*, 2021, 178: 296-305.
- [18] Li H, Cheng WL, Liu K, et al. Reinforced collagen with oxidized microcrystalline cellulose shows improved hemostatic effects[J]. *Carbohydr Polym*, 2017, 165: 30-38.
- [19] Yang Y, Zhang YY, Min YP, et al. Preparation of methacrylated hyaluronate/methacrylated collagen sponges with rapid shape recovery and orderly channel for fast blood absorption as hemostatic dressing [J]. *Int J Biol Macromol*, 2022, 222: 30-40.
- [20] 许广杰, 侯锐, 杨霞, 等. 再生氧化纤维素止血纱布降低长期口服华法林患者拔牙后出血的临床研究[J]. *口腔医学*, 2017, 37(9): 805-809.
- Xu GJ, Hou R, Yang X, et al. Clinical analysis on the effects of oxidized regenerated cellulose in reducing risks of postoperative hemorrhage after tooth extraction in patients taking long-term oral Warfarin [J]. *Stomatology*, 2017, 37(9): 805-809.
- [21] Arat YO, Dorotheo EU, Tang RA, et al. Compressive optic neuropathy after use of oxidized regenerated cellulose in orbital surgery review of complications, prophylaxis, and treatment[J]. *Ophthalmology*, 2006, 113(2): 333-337.
- [22] Guo X, Hu H, Liu Y, et al. The effect of haemostatic agents on early healing of the extraction socket[J]. *J Clin Periodontol*, 2019, 46(7): 766-775.
- [23] 魏中武, 黄谢山, 陈灼庚. 浓缩生长因子在口腔临床中的应用及研究进展[J]. *国际口腔医学杂志*, 2020, 47(2): 235-243.
- Wei ZW, Huang XS, Chen ZG. Application and research progress on concentrated growth factor in oral clinic[J]. *Int J Stomatol*, 2020, 47(2): 235-243.
- [24] Zhang L, Yuan Z, Shafiq M, et al. An injectable integration of autologous bioactive concentrated growth factor and gelatin methacrylate hydrogel with efficient growth factor release and 3D spatial structure for accelerated wound healing[J]. *Macromol Biosci*, 2023, 23(4): e2200500.
- [25] Scopp IW. Oral adhesive bandage[J]. *J Periodontol*, 1968, 39(3): 138-142.
- [26] Zhou XC, Cai Y, Zhao JH. The hemostatic and comforting effects of oral adhesive bandages in tooth extraction: a randomized controlled clinical study[J]. *Clin Oral Invest*, 2024, 28(5): 244.
- [27] Li A, Ma B, Hua S, et al. Chitosan-based injectable hydrogel with multifunction for wound healing: a critical review[J]. *Carbohydr Polym*, 2024, 333: 121952.
- [28] Pippi R, Santoro M, Cafolla A. The use of a chitosan-derived hemostatic agent for postextraction bleeding control in patients on antiplatelet treatment [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 75(6): 1118-1123.
- [29] Rajendra K, Vempalli S, Kadiyala M, et al. Effect of platelet-rich fibrin versus chitosan-based Axiostat hemostatic agent following dental extraction in cardiac patients on antiplatelet therapy: a comparative

study[J]. *Natl J Maxillofac Surg*, 2021, 12(3): 361-366.

[30] Madrazo-Jiménez M, Rodríguez-Caballero Á, Serre-ra-Figallo MÁ, et al. The effects of a topical gel containing chitosan, 0.2% chlorhexidine, allantoin and despanthenol on the wound healing process subsequent to impacted lower third molar extraction[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2016, 21(6): e696-e702.

[31] Wei Q, Zhou J, An Y, et al. Modification, 3D printing process and application of sodium alginate based hydrogels in soft tissue engineering: a review [J]. *Int J Biol Macromol*, 2023, 232: 123450.

[32] El Halawany M, Latif R, AbouGhaly MHH. Hemostatic alginate/nano-hydroxyapatite composite aerogel loaded with tranexamic acid for the potential protection against alveolar osteitis[J]. *Pharmaceutics*, 2022, 14(10): 2255.

[33] Ibraheem W, Jedaiba WH, Alnami AM, et al. Efficacy of hyaluronic acid gel and spray in healing of extraction wound: a randomized controlled study[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(10): 3444-3449.

[34] He G, Xian Y, Lin H, et al. An injectable and coagulation-independent Tetra-PEG hydrogel bioadhesive for post-extraction hemostasis and alveolar bone regeneration[J]. *Bioact Mater*, 2024, 37: 106-118.

[35] Li S, Zhi L, Chen Q, et al. Reversibly adhesive, anti-swelling, and antibacterial hydrogels for tooth-extraction wound healing[J]. *Adv Healthc Mater*, 2024, 13(14): e2400089.

[36] Wang Z, Zhang Y, Yin Y, et al. High-strength and injectable supramolecular hydrogel self-assembled by monomeric nucleoside for tooth-extraction wound healing[J]. *Adv Mater*, 2022, 34(13): e2108300.

[37] Guo Y, Shao Z, Wang W, et al. Periodontium-mimicking, multifunctional biomass-based hydrogel promotes full-course socket healing[J]. *Biomacromolecules*, 2024, 25(2): 1246-1261.

[38] Wu J, Pan Z, Zhao ZY, et al. Anti-swelling, robust, and adhesive extracellular matrix-mimicking hydrogel used as intraoral dressing[J]. *Adv Mater*, 2022, 34(20): e2200115.

(本文编辑 张玉楠)

《口腔诊疗必备数字化技术全流程详解》出版发行

书籍名称：《口腔诊疗必备数字化技术全流程详解》

主编：刘峰

出版日期：2025年4月

出版社：人民卫生出版社

内容简介：本书聚焦口腔诊疗前沿，深度解构了全流程数字化技术体系。从数据采集、诊断分析到方案制订，系统性梳理了每个关键环节，兼顾临床效果与风险控制。本书内容包括口腔数字化技术的发展与应用、口内数字印模技术、数字化美学的诊断与设计、数字化咬合诊断分析、牙体缺损椅旁修复数字化设计与切削、牙列缺损椅旁数字化固定修复、美学区种植数字化设计与手术、美学区种植数字化过渡修复和永久修复、全口种植数字化设计与手术流程、种植体支持式全口固定修复的印模和颌位关系记录、数字化钛网在骨增量程序中的应用等。本书通过总结分享临床数字化实践的技巧和经验，全面细致讲解了基本的数字化技能和使用技巧，手把手带读者入门口腔数字化，实现口腔精准医疗。无论是初学者夯实基础，还是资深医师更新知识储备，都极具参考价值，适用于口腔全科医师、口腔专科医师、口腔规培医生和医学生等。

