

浓缩生长因子在口腔种植领域的应用进展

王 喻

广州康辰医疗门诊有限公司 广东省广州市 510000

摘要：口腔种植术已成为牙齿缺失的最好修复方式之一，但是种植体周围软硬组织的缺损，种植术后并发症的发生都可降低种植成功率。为提高种植成功率，目前使用的方法有人工骨填充、机械清创、化学治疗等，但效果欠佳、费用昂贵等迫切希望低廉、高效的方式出现。而浓缩生长因子（concentrate growth factors, CGF）属血小板衍生物，有容易制备，无排斥性，能够促进软硬组织再生等优点使其在口腔种植方面有重大意义。

关键词：浓缩生长因子；口腔种植；组织再生

种植体成功与否和软组织和硬组织等多因素有关。软组织不足可导致种植美学问题，尤其是前牙美学区，而骨组织不足可影响种植体的稳定性，二者都不同程度影响口腔种植术的效果。多种软硬组织增量技术可显著改善种植体软组织缺损的问题。同时，种植术后并发症，如种植体周围黏膜炎、种植体周围炎也容易导致种植体松动、脱落，导致种植失败。浓缩生长因子（concentrate growth factors, CGF）是三代血小板衍生物，有强大的促软硬组织修复和再生的能力，而且还可促进创面愈合、产生抗炎作用，这使得CGF在口腔种植中的应用价值越来越引人关注。本文就CGF在口腔种植领域的应用做一综述。

1. CGF 的简介

1.1 血小板衍生物的发展

血小板衍生物含有大量的生长因子和纤维胶原蛋白，具有促进细胞增殖、分化的能力，利于组织修复，按照特性和制备方法，分为三代。一代是富血小板血浆（Platelet-rich plasma, PRP），只包含几种生长因子，但制备需抗凝剂和牛凝血酶来诱导纤维蛋白聚合。按照构成不同，PRP又可分为两亚类，即即纯富含血小板的血浆（P-PRP）和富含白细胞和血小板的血浆（L-PRP）。二代是富血小板纤维蛋白（platelet-rich fibrin, PRF），制备无需抗凝剂和其他生物制剂，可分为三亚类，即即纯富含血小板的纤维蛋白（P-PRF）、富含血小板和白细胞的纤维蛋白（L-PRF）和可注射PRF（I-PRF）。而三代就是CGF，于2006年被Sacco首次提出，含有丰富的生长因子和三维网络结构纤维蛋白基质，可激活血管生成，促进组织再生和愈合^[1]，是PRP升级版，且是

自体血液制备，不存在排异反应，富含高浓度生长因子^[2]，是用于种植领域的理想生物材料。

1.2 CGF 的特性

CGF含有大量生长因子，如胰岛素生长因子、血小板衍生生长因子、转移生长因子、成纤维细胞生长因子、血管内皮生长因子、表皮生长因子等^[3]。这些生长因子具有湿润性和弹性^[4]，可促进成骨细胞增殖分化，成血管细胞的生长，还可以抑制破骨细胞的活性，因此在伤口修复和软硬组织修复过程中有关键作用。

1.3 CGF 的制备

CGF的制备不需添加任何添加剂，但需特殊工具，即使用Medifuge（Silfradent，意大利）反复多次切换离心速度，这种变速可制备出更高密度的纤维蛋白凝块，更大浓度的生长因子。具体步骤^[5]如下：

（1）采集患者静脉血10ml置于不含添加剂的玻璃涂层离心管，勿摇动

（2）将离心管即刻放入Medifuge即刻进行加速离心分离；

（3）离心程序：先加速30s，然后2700rpm/min离心4min，2400rpm/min离心4min，2700rpm/min离心4min，3000rpm/min离心3min，最后减速36s直至停止；

（4）结果：血液分为3层，上层为贫血小板血清层，下层为红细胞层，中间层为淡黄色胶冻状纤维蛋白层，质韧光滑富有弹性，富含CGF。将上层去除，夹持凝固中间层，与下层分离，即可得到CGF凝胶。

2.CGF 在口腔种植领域中的基础研究

2.1 抗菌作用

Syafiq M A^[6]等研究发现, CGF 对变形链球菌和金黄色葡萄球菌生物膜均有明显抑制作用, 而且相对于对照组, CGF 杀菌作用对浓度的依赖性更低。Ramtin C^[7]等发现, CGF 对伴放线聚集杆菌和牙龈卟啉单胞菌有明显抑制作用, 且在最小抑菌浓度 (minimal inhibit concentration, MIC) 和 1/4MIC 时, CGF 对二者的抗菌性能相同, 但是在 1/2MIC 时, CGF 对伴放线聚集杆菌的抑制作用明显高于牙龈卟啉单胞菌。

变形链球菌、金黄色葡萄球菌、伴放线聚集杆菌和牙龈卟啉单胞菌均存在于口腔环境中, 对种植体周围炎的产生和发展具有诱导作用, 而 CGF 对这些致病菌均有良好的抑菌效果, 对预防和治疗种植体周围炎有着很大的潜力, 但是具体的作用机制还没有明了, 仍需继续研究明确。

2.2 促进牙龈软组织再生

Eleonora S^[8]等发现, CGF 能够促进内皮祖细胞, 促进新生血管和内皮管状结构生成, 对软组织的修复有促进作用。Aghamohamadi Z^[9]等进行细胞实验发现, 6.25mg/mL 衍生条件培养基和 94ug/mL CGF 均可刺激牙周韧带干细胞产生很高的增殖能力, 使其高表达间充质表面标志物, 向成骨细胞和脂肪细胞分化; 但是 10% 衍生条件培养基联合 90%CGF 对牙周韧带干细胞的增殖具有更高的促进作用; 不过高浓度状态下, 牙周韧带干细胞的增殖反而被抑制。Fan Y^[10]等研究发现, CGF 可诱发牙周韧带细胞和牙根尖乳头分化再生新生组织, 增加微血管生成。JLei Q^[11]等发现 CGF 可通过 AKT/Wnt/ β -catenin 和 YAP 信号通路促进细胞增殖和迁移, 促进牙龈再生, 揭示了 CGF 促进软组织再生的机制。

CGF 能够从不同途径促进牙龈组织再生, 而且和其他促进条件联合作用能够产生更高的软组织促进作用, 这为牙龈退缩、牙周炎软组织退缩、种植体周围炎软组织缺失的治疗都有重大意义。但是研究发现高浓度状态下, 这种作用反而被抑制, 不过具体机制尚不明确, 这可能和 CGF 高浓度状态下产生新的抑制因子, 或者细胞过度增殖而生长环境无法满足有关, 因此, 这方面仍具有良好研究价值, 需要进一步研究。

2.3 促进骨再生

Eleonora S^[8]等研究表明, CGF 可诱发人类骨髓干细胞

的成骨分化, 促进内皮血管生成。CGF 萃取液还可促进人牙龈成纤维细胞增殖和分化, 使其向成熟成功细胞分化, 且有剂量依赖性。

Wenjing L^[12]等发现, CGF 可促进间充质干细胞活化、迁移及成骨化, 上调 RUNX2、OCN、ALP 和 COL-1 等基因的表达; 并抑制基质金属蛋白酶 1 的表达, 且这种效果在 pc-TAZ 的干预下得到了增强, 产生更好的成骨效果。Kai D^[13]等发现, CGF 提取物 CGF-e 通过激活 PI3K/AKT 信号通路, 以增强 MC3T3-E1 细胞的骨分化和矿化, 并促进大鼠颅骨缺陷模型的骨形成, 这可能揭示了 CGF 成骨的通路之一。

Sema K^[14]等学者建立糖尿病大鼠骨缺损模型, 然后分布用异体骨、CGF、二者联用进行缺损骨处填充, 结果显示, 异体骨、CGF 组的成骨率均低于健康小鼠, 但 CGF 和异体骨联用的成骨率和健康小鼠无明显差异。这一研究结果表明 CGF 在提高糖尿病人种植成功率方面有着巨大潜力。

CGF 及 CFG 提取物均可刺激相关细胞成骨, 促进牙槽骨再生, 而且能够使牙槽骨长期维持在稳定水平, 且部分研究已经揭示了一些诱导途径。这些研究结果在种植体周围牙槽骨维持稳定和牙槽骨再生方面都有很好的前景。且对于特殊人群, 如糖尿病人的种植术, CGF 可以成为更好的选择。

3.CGF 在口腔种植领域的临床应用

3.1 加速创口愈合, 减轻术后反应

Shoufu S^[15]等发现, 使用 CGF 凝胶和 CGF 膜用于拔牙窝内, 都可加速早期牙槽骨修复, 减少牙槽骨吸收, 减少拔牙术后短期疼痛, 降低长期探诊深度, 对拔牙后的恢复有良好效果。有研究发现, CGF 局部应用于第三磨牙拔牙创内, 可以显著加速创口愈合进程, 减少术后肿胀、术后疼痛、干槽症等并发症的发生 [16-17], 还可以促进远端牙周组织和骨愈合^[17]。Kerammu D^[18]等将 CGF 联合脱蛋白牛骨矿物质填充于拔牙窝, 术后 1 周, 创口愈合指数高于对照组, 术后早期愈合阶段的疼痛得到明显缓解。S. R K^[19]等先植入种植体, 实验组在创面周围放置 CGF 膜厚后使用 3-0 丝线缝合, 对照组仅用 3-0 丝线缝合, 在术后 3、7 天复查, 使用 Lorenzo Marini 的早期伤口愈合指数评估伤口愈合指数, 发现 CGF 组的伤口愈合更好, 术后反应更轻。

使用 CGF 既可以改善拔牙术后和种植术后的反应, 减少术后水肿、疼痛的发生, 还能促进创口愈合, 缩短愈合时

间，增加愈合效果，这使得 CGF 在拔牙术和种植术中均具有良好的应用前景，还可减轻患者进行治疗的心理恐惧。

3.2 拔牙位点保存

Ahmed S E^[20]等进行的一项随机对照临床研究中，拔牙后局部使用 CGF，拔牙创的牙槽骨高度和宽度数值、骨密度都比对照组高，还能明显降低牙周袋的产生。Liang C^[21]等发现，和常规处理对比，使用 CGF 可降低拔牙创水平吸收 1.41mm，颊部垂直骨吸收吸收 1.01mm。Keranmu D^[18]等将 CGF 联合脱蛋白牛骨矿物质填充于拔牙窝，术后 3 月唇腭侧牙槽骨的高度和宽度吸收都明显低于对照组，还能形成足够角化龈。

拔牙后 3 个月内，拔牙区的牙槽骨吸收最为迅速，但是若单独使用 CGF 或者 CGF 联用其他材料可以减少拔牙区牙槽骨的吸收，能够保存拔牙位点，有助于维持拔牙后种植的牙槽骨高度和宽度，降低种植难度，提高种植成功率。

3.3 促进软组织修复与再生

21 岁男性患者刷牙不当导致多牙位牙龈萎缩，Krishnakumar D^[22]等采用 Zuchelli 技术皮瓣移植，术中一侧放置 PRF，一侧放置 CGF 膜，比较效果，术后 3 月显示两种方法都实现了牙根被 100% 牙龈覆盖，但 CGF 组在术后 10 天就有更好的伤口愈合，这可能因为 CGF 膜富含纤维蛋白块更大、更密切，生长因子更丰富。Kaan T^[23]进行了一项随机临床试验，CGF 膜联合冠状推进皮瓣移植治疗多处牙龈退缩，结果发现，角化龈宽度和厚度都有明显增加。

CGF 单独使用或者联合皮瓣移植术对牙龈不足的治疗有良好的治疗效果，可促进牙龈组织的再生，能够帮助治疗各种原因导致的牙龈不足，包括种植体植入后牙龈组织的维持和种植体植入后牙龈退缩，能够解决黑三角、牙周病和种植体问题导致的牙龈美观问题。

3.4 促进骨组织再生

Alessandro L^[24]等将 CGF 和褪黑素联合使用可以诱导种植体周围骨缺损处产生新生牙槽骨，还可以减少术后水肿，降低种植体周围炎的发生。

Adali E^[25]等进行上颌窦提升术，同时植入同种异体移植骨，上覆 CGF 膜，术后 6 月复查 CBCT，影响显示垂直方向的骨高度减少很低，牙槽骨的垂直高度得到很好的维持。

Eitan M^[26]等表示，牙种植牵引器植入时，可能破坏骨段的骨膜导致骨面暴露出现骨缺损，局部使用 CGF 膜后能

够诱导血管生成，产生新骨，修复骨溶解导致的骨缺陷。Sitamahalakshmi K^[27]等发现，针对牙周病骨缺损的治疗，相较于使用 I-PRF，局部放置 CGF 膜能够更早成骨，且成骨量更多。

Jue C^[28]等分别用猪胶原蛋白膜结合人供牛骨颗粒、CGF 治疗重度牙周炎骨缺损，结果显示两种方法在改善牙周组织炎症、抑制骨吸收等均有良好效果，但 CGF 的制备更加方便，经济效益更好。Xianli W^[29]等进行上颌骨唇侧骨板严重缺损病例即刻种植，将钛网和 CGF 膜联用，其中钛网可以维持骨增量的空间结构，而 CGF 膜既可以促进牙龈组织再生，还可以促进牙槽骨再生。Yu X^[30]进行的一项随机对照研究中，前牙唇侧骨缺损病例种植前对照组放置盐水混合的骨粉，实验组放置粘骨和 CGF 膜，术后发现实验组的平均骨量转化率高度对照组（实验组：72.09 ± 12.18%，对照组 57.47 ± 9.62%），而且实验组骨密度更高，唇侧植入材料厚度变化更小。

种植体成功的重要因素之一是种植体周围骨量充足，而 CGF 有促进牙槽骨再生的能力，单独使用 CGF 或者联合其他治疗方法，如褪黑素、钛网、粘骨等都可以促进种植体周围缺损骨再生。因此，CGF 的使用可以提高种植体的成功率，在口腔种植领域中地位关键。

3.5 维持种植体稳定性

N. M H^[31]等在 CGF 联合脂肪源性干细胞用于即刻种植的牙槽骨再生研究中发现，应用 CGF 可以改善术后种植体的稳定性，减少牙槽骨的吸收速度。Zhu Z^[32]等进行了一项为期 1 年的前瞻性对了研究中，在拔牙创内填充骨填充物，分布覆盖 CGF 膜、Bio-Oss 胶原蛋白作为屏障材料，封闭创缘，然后 6 月后行种植术，术后 6 月发现 CGF 组牙槽骨垂直高度吸收程度低于胶原蛋白组，且无种植体失败，未发生种植体周围黏膜炎和种植体周围炎。

CGF 的使用或者联合骨填充用于种植体周围可以提高种植体的稳定性，减少种植体并发症，如种植体周围黏膜炎、种植体周围炎的发生，对种植体的成功有着非常重要的意义。

4. 总结及前景展望

CGF 具有延长释放生长因子的能力，能够显著改善种植体周围创面的愈合，减少种植术后反应；其次，CGF 既可以是单独使用，也可以和成骨材料等结合使用，促进软组

织再生、牙槽骨整合、维持种植体稳定；而且，CGF 便于制备，易于操作，价格低廉^[33]。因此，多方面的优点使得CGF 在口腔种植中有巨大的潜力。

除了在牙周炎、拔牙术和口腔种植领域的应用，CGF 还可以促进根尖周炎根尖区炎症愈合^[34]，能够增加显微根尖手术的成功率^[35]，促进软组织再生治疗黑三角^[36]，修复受损的下牙槽神经^[37]，联合透明质酸钠可以治疗颞下颌关节骨关节炎^[38]，和 iRoot BP Plus 联用可以促进发炎牙髓愈合^[39-40]，是非常理想、对口腔各种疾病的治疗均有良好潜力的生物材料。

参考文献：

[1] 陆英,王似璿,邹多宏.浓缩生长因子在口腔组织再生工程中的应用研究新进展[J].中国医学科学院学报,2023,45(03):500-505.

[2] 梁荣洲,杨思奋.浓缩生长因子在皮肤和整形美容中的应用进展[J].中国美容医学,2024,33(11):175-178. DOI:10.15909/j.cnki.cn61-1347/r.006577.

[3] Xuelai Y ,Huan S ,Poh E H , et al.Effect of Concentrated Growth Factor on Distraction Osteogenesis of Dental Implant Distractors.[J].Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons,2022,80(5):889-896.

[4] Keiko O ,Arafat M K ,Bowen Z , et al.Human Fresh Fibrin Membrane with Bone Morphogenetic Protein-2 (BMP-2) Induces Bone Formation in the Subcutaneous Tissues of Nude Mice[J].Materials,2020,14(1):150-150.

[5] Eitan M ,Drora H A ,Oren P , et al.Use of PRP, PRF and CGF in Periodontal Regeneration and Facial Rejuvenation—A Narrative Review[J].Biology,2021,10(4):317-317.

[6] Syafiq M A ,Mohd N Y ,Sufinah A A , et al.Preliminary Novel Analysis on Antimicrobial Properties of Concentrated Growth Factor against Bacteria-Induced Oral Diseases.[J].European journal of dentistry,2022,16(4):

[7] Ramtin C ,Masoumeh F ,Mehrnosh S , et al.Evaluation of antibacterial effect of concentrated growth factor on Aggregatibacter actinomycetemcomitans and Porphyromonas gingivalis[J].Journal of Family Medicine and Primary Care,2022,11(6):2865-2869.

[8] Eleonora S ,Nadia C ,Laura G , et al.Analysis of CGF Biomolecules, Structure and Cell Population: Characterization of the Stemness Features of CGF Cells and Osteogenic Potential[J].International Journal of Molecular Sciences,2021,22(16):8867-8867.

[9] Aghamohamadi Z ,Kadkhodazadeh M ,Torshabi M , et al.A compound of concentrated growth factor and periodontal ligament stem cell-derived conditioned medium[J].Tissue and Cell,2020,65 (prepublish):101373-101373.

[10] 玛衣努尔·艾赛提,马依热·阿布都赛麦提,热孜亚·艾尼,等.浓缩自体生长因子对牙周组织再生术用于重度牙周炎患者疗效,牙龈厚度和免疫因子水平影响分析[J].现代生物医学进展,2024,24(12):2288-2292.DOI:10.13241/j.cnki.pmb.2024.12.016.

[11] Lei Q ,Lu L ,Yue H , et al.Concentrated growth factor promotes gingival regeneration through the AKT/Wnt/ β -catenin and YAP signaling pathways.[J].Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology,2020,48(1):920-932.

[12] Wenjing L ,Feifei W ,Fusheng D , et al.CGF Membrane Promotes Periodontal Tissue Regeneration Mediated by hUCMSCs through Upregulating TAZ and Osteogenic Differentiation Genes[J].Stem Cells International,2021,20216644366-6644366.

[13] Kai D ,WenJuan Z ,ZhongHao L , et al.The extract of concentrated growth factor enhances osteogenic activity of osteoblast through PI3K/AKT pathway and promotes bone regeneration in vivo.[J].International journal of implant dentistry,2021,7(1):70-70.

[14] Sema K ,C ü neyt Z K ,Vakur O .The Effect of Concentrated Growth Factor on Calvarial Bone in Diabetic Healing.[J].The Journal of craniofacial surgery,2020,31(1):158-161.

[15] Shoufu S ,Xiaodong X ,Zhongxiao Z , et al.A novel concentrated growth factor (CGF) and bio-oss based strategy for second molar protection after impacted mandibular third molar extraction: a randomized controlled clinical study[J].BMC Oral Health,2023,23(1):750-750.

[16] Ahmed S E ,Xiang L ,Ahmed K S , et al.Effect of concentrated growth factor (CGF) on postoperative sequel of completely impacted lower third molar extraction: a randomized

- controlled clinical study[J].BMC Oral Health,2022,22(1):368–368.
- [17]Dongdong F ,Dan L ,Chengjing L , et al.Efficacy and Safety of Concentrated Growth Factor Fibrin on the Extraction of Mandibular Third Molars: A Prospective, Randomized, Double–Blind Controlled Clinical Study.[J].Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons,2021,80(4):700–708.
- [18]Keranmu D, Nuermuhanmode N, Ainiwaer A, et al. Clinical application of concentrate growth factors combined with bone substitute in Alveolar ridge preservation of anterior teeth[J]. BMC Oral Health, 2022, 22(1):1–9.DOI:10.1186/s12903–022–02091–8.
- [19]S. R K ,Prabhu R A ,Nesappan T , et al.Effectiveness of Concentrated Growth Factor on Surgical Wound Healing: A Pilot Study[J].Journal of Long–Term Effects of Medical Implants,2021,31(3):27–32.
- [20]常颖,赵宁,杨文朋,等.浓缩生长因子联合 Bio–Oss 骨粉在拔牙后牙槽嵴保存中的应用效果 [J].口腔颌面修复学杂志 ,2024,25(06):428–433+467.DOI:10.19748/j.cn.kqxf.1009–3761.2024.6.005.
- [21]Liang C ,Jing C ,Yu C , et al.Efficacy of concentrated growth factor (CGF) in the surgical treatment of oral diseases: a systematic review and meta–analysis.[J].BMC oral health,2023,23(1):712–712.
- [22]Krishnakumar D ,Mahendra J ,Ari G , et al.A clinical and histological evaluation of platelet–rich fibrin and CGF for root coverage procedure using coronally advanced flap: A split–mouth design[J].Indian Journal of Dental Research,2019,30(6):970–974.
- [23]Kaan T ,Bozkurt D ,Umut B , et al.Growth factor membranes in treatment of multiple gingival recessions: a randomized clinical trial.[J].Quintessence international (Berlin, Germany : 1985),2021,0(0):12–11.
- [24]Alessandro L ,Gaia F ,Paolo C , et al.Concentrated Growth Factors (CGF) Combined with Melatonin in Guided Bone Regeneration (GBR): A Case Report[J].Diagnostics,2022,12(5):1257–1257.
- [25]夏岩,徐培,黄琛琛,等.单独应用浓缩生长因子进行上颌窦内提升并同期种植的临床观察 [J].安徽医学专报 ,2021,20(06):38–41.
- [26]Eitan M ,Drora H A ,Roni K , et al.Autologous Platelet Concentrates (APCs) for Hard Tissue Regeneration in Oral Implantology, Sinus Floor Elevation, Peri–Implantitis, Socket Preservation, and Medication–Related Osteonecrosis of the Jaw (MRONJ): A Literature Review[J].Biology,2022,11(9):1254–1254.
- [27]Sitamahalakshmi K ,Bingi K S ,Kumar K G , et al.Rejuvenation of bone volume with CGF and i–PRF in intra–osseous defects.[J].Bioinformation,2024,20(1):85–90.
- [28]Jue C ,Lin C ,LingWei K , et al.Clinical observation of Porcine Collagen Membrane + artificial Bovine Bone Granules Guided tissue regeneration combined with Autologous CGF in the treatment of severe periodontitis bone defect.[J].Pakistan journal of medical sciences,2023,39(3):710–714.
- [29]Xianli W ,Guoqing W ,Xibo Z , et al.Short–Term Evaluation of Guided Bone Reconstruction with Titanium Mesh Membranes and CGF Membranes in Immediate Implantation of Anterior Maxillary Tooth[J].BioMed Research International,2021,20214754078–4754078.
- [30]Yu X ,Yanyan Q ,Miao W , et al.Application of sticky bone combined with concentrated growth factor (CGF) for horizontal alveolar ridge augmentation of anterior teeth: a randomized controlled clinical study[J].BMC Oral Health,2024,24(1):431–431.
- [31]N. M H ,J. S T .CGF–induced implant osteogenesis[J].British Dental Journal,2024,236(7):507–507.
- [32]Zhu Z ,Yang T ,Chen Q , et al.Concentrated growth factor and collagen as barrier materials in alveolar ridge preservation for posterior teeth: a prospective cohort study with one–year follow–up.[J].Hua xi kou qiang yi xue za zhi = Huaxi kouqiang yixue zazhi = West China journal of stomatology,2024,42(3):346–352.
- [33]Vasudev B L ,Deeksha G ,Sarvesh R A , et al.The use of concentrated growth factor in dental implantology: A systematic review.[J].Journal of Indian Prosthodontic Society,2020,20(1):3–10.
- [34]Keranmu D, Ainiwaer A, Nuermuhanmode N, et al. Application of concentrated growth factor to autotransplantation with inflammation in recipient area[J]. BMC Oral

Health,2021,21(1). DOI:10.1186/s12903-021-01915-3.

[35]Lixia Y ,Jie L ,Lei Y , et al.Clinical Effect Evaluation of Concentrated Growth Factor in Endodontic Microsurgery: A Cross-Sectional Study.[J].Journal of endodontics,2023,49(7):836-845.

[36]Ziling C ,Di M ,Le Z , et al.Efficacy of concentrated growth factor with low-level laser for the regeneration of interdental papilla defects.[J].Odontology,2022,110(4):1-10.

[37]LuZ ,BingquanH ,JunT , et al.Effectiveness of concentrated growth factor and laser therapy on wound healing, inferior alveolar nerve injury and periodontal bone defects post - mandibular impacted wisdom tooth extraction: A randomized clinical trial[J].International Wound Journal,2024,21(1):e14651 -e14651.

[38]Jia XY, Jing SL, Sun Y, et al. A randomized controlled clinical trial of concentrated growth factor combined with sodium hyaluronate in the treatment of temporomandibular joint osteoarthritis[J]. BMC Oral Health,2024,24(1). DOI:10.1186/s12903-024-04258-x.

[39] 谢妮娜, 魏路明, 袁长永, 等. 浓缩生长因子和血凝块作为支架在牙髓再生术中的疗效比较研究 [J]. 口腔医学, 2024,44(09):678-684.DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2024.09.007.

[40]Sijing Y ,Yi Z ,Qiang G , et al.Mechanism of Pulp Regeneration Based on Concentrated Growth Factors Regulating Cell Differentiation.[J].Bioengineering (Basel, Switzerland),2023,10(5):