

微创非手术牙周治疗技术的临床研究进展

马瑜鸿 赵蕾

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牙周病科 成都 610041

[摘要] 牙周炎是造成牙齿脱落的主要原因之一。传统的牙周非手术治疗 (NSPT) 是规范化牙周序列治疗的第一步, 然而该治疗对存在骨内缺陷的中重度牙周炎患者的治疗效果有限, 常需要进一步行牙周手术治疗。随着“微创牙科”治疗理念的不断推广, 有学者提出了微创非手术牙周治疗技术 (MINST), 即以微创操作进行非手术牙周治疗的技术。MINST可在一定条件内替代牙周手术治疗来改善牙周骨内缺损的牙周临床指标, 并在减少术后疼痛、提高美观和患者接受度等方面取得较为满意的效果。本文总结了MINST的提出和临床应用进展, 分析该技术与传统的NSPT和微创牙周手术治疗的效果, 并就该技术联合其他辅助治疗手段 (包括局部药物治疗、釉基质衍生物、牙周内镜) 的应用进展进行综述。

[关键词] 牙周炎; 骨内缺损; 牙周非手术治疗; 微创治疗

[中图分类号] R783 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2024022



开放科学 (资源服务)
标识码 (OSID)

Process and progress in the clinical research of minimally invasive non-operative periodontal therapy technology

Ma Yuhong, Zhao Lei

State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Periodontology, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Supported by: National Natural Science Foundation of China (81970944); Chengdu Science and Technology Bureau Key Research and Development Support Project (2021-YF05-01864-SN)

Correspondence: Zhao Lei, Email: jollyzldoc@163.com

[Abstract] Periodontitis is one of the main causes of tooth loss. Traditional non-surgical periodontal therapy (NSPT) is the first step of standardizing periodontal sequence therapy. However, the therapeutic effect of NSPT is limited in patients with moderate to severe periodontitis with intrabony defects. The minimally invasive non-surgical periodontal therapy (MINST) was proposed with the development of minimally invasive dental treatment. MINST is the technology of non-surgical periodontal treatment with minimally invasive operation. This technology can replace periodontal surgery within certain conditions, improve the periodontal clinical parameters of intrabony defects, reduce postoperative pain, and improve the aesthetic and patient satisfaction of the MINST therapy outcome. This study summarizes the progress of the proposal and clinical application of MINST technology, analyzes the effect of the technology on traditional periodontal nonsurgical treatment and minimally invasive periodontal surgical treatment, and summarizes the application progress of this technology combined with other adjuvant treatments (including local medication, enamel matrix proteins, and periodontal endoscopy).

[Key words] periodontitis; intrabony defect; non-surgical periodontal treatment; minimally invasive treatment

[收稿日期] 2023-04-30; **[修回日期]** 2023-11-07

[基金项目] 国家自然科学基金 (81970944); 成都市科技局重点研发支撑项目 (2021-YF05-01864-SN)

[作者简介] 马瑜鸿, 主治医师, 学士, Email: 467816053@qq.com

[通信作者] 赵蕾, 教授, 博士, Email: jollyzldoc@163.com

牙周炎是一种细菌感染性疾病, 可导致牙周附着丧失, 是成人牙齿脱落的主要原因之一。积极保存天然牙是当今口腔医学界公认的治疗目标。牙周序列治疗对保存天然牙至关重要, 非手术牙周治疗 (non-surgical periodontal therapy, NSPT) 是规范化牙周序列治疗的第一步, 也是每位牙周病

患者必须进行的最基本治疗^[1-2]。NSPT对中重度牙周炎或存在骨内缺陷的牙周病患者治疗效果有限,常需进一步通过牙周手术治疗控制病情^[3-4]。随着老龄化社会的到来,老年患者对手术的耐受性及接受度常受到年龄及伴发系统疾病等因素的影响^[5],牙周手术治疗受到一定的限制。通过非手术治疗获得部分甚至全部手术治疗效果的新型NSPT是当今牙周治疗技术研究领域的热点之一。近年来提出的微创非手术牙周治疗(minimally invasive non-surgical periodontal therapy, MINST)在牙周临床指标改善、降低术后疼痛、提高美观和患者接受度等方面均取得一定的效果,本文就MINST技术的临床研究历程与进展进行综述。

1 MINST 技术提出的背景

传统的非手术牙周治疗技术(conventional non-surgical periodontal therapy, CNST)通过使用标准规格的手用器械和/或超声设备去除附着于根面的菌斑及结石,并刮除病变牙骨质,以达到根面彻底清洁光滑的目的^[6]。但目前有学者^[7]认为:内毒素与牙骨质的结合表浅而松散,刻意刮除牙骨质不是CNST治疗成功的关键,应尽可能保存牙体组织。此外,传统的龈下刮治器工作刃直径较宽,难以进入根分叉区、根面凹陷等隐匿部位进行精准清创^[8-9],并对探诊深度(probing depth, PD) ≥ 6 mm的深袋治疗效果欠佳^[4]。基于这些因素,需要通过手术治疗进一步消除导致牙周附着丧失和牙齿脱落的残存牙周袋(residual pocket)。

尽管牙周手术治疗在消除残存牙周袋和促进牙周组织再生方面具有显著的优势,但一项纳入27项研究、647名受试者的系统性评价^[10]发现:与术前相比,术后12个月牙周手术位点的牙龈退缩可达1.26 mm。此外,术后疼痛也是不容忽视的问题。Mei等^[11]评估了253例患者在330项牙周或种植手术后的疼痛认知,结果发现:25.5%的患者出现中度疼痛,4.2%的患者出现重度疼痛,疼痛持续时间平均为2 d。接受CNST治疗的患者同样存在牙龈退缩和术后疼痛的问题。基于以上临床问题,牙周病学界逐步提出了MINST这一概念。

2 MINST 技术概述

2011年,巴西学者Ribeiro等^[12]提出了MINST,

并比较了MINST和微创牙周手术治疗技术(minimally invasive surgical technique, MIST)治疗单一骨内缺损的效果。在该研究中,MINST操作是使用精细超声工作尖和迷你手用刮治器小心深入牙周袋,对根面进行仔细刮治和根面平整,强调在清创过程中保持软组织稳定性;MIST操作则采用保留龈乳头切口的方式,使用显微刀片、迷你刮治器、薄而纤细的超声工作尖刮除肉芽组织与牙结石,龈瓣采用褥式缝合固定以保证初期愈合。该研究将29例单一牙周骨内缺损的患者随机分为MINST组和MIST组,评估术后3、6个月的PD、牙龈边缘位置(position of gingival margin, PGM)和相对临床附着水平(relative clinical attachment level, RCAL),并比较椅旁治疗时长、患者治疗期间及治疗后的视觉模拟(visual analogue scale, VAS)评分及满意度。MINST组和MIST组PD基线分别为(6.35 \pm 0.92) mm和(7.07 \pm 1.13) mm,术后3个月PD分别为(3.88 \pm 0.97) mm和(3.87 \pm 0.86) mm,术后6个月分别为(3.21 \pm 0.85) mm和(3.56 \pm 0.84) mm;RCAL基线分别为(11.25 \pm 2.11) mm和(10.73 \pm 1.56) mm,术后3个月分别为(9.35 \pm 1.83) mm和(8.20 \pm 1.00) mm,术后6个月分别为(8.70 \pm 1.87) mm和(7.88 \pm 1.46) mm;术前术后PGM无明显变化。与基线相比,MINST组和MIST组术后6个月PD平均减少量分别为(3.13 \pm 0.67) mm和(3.51 \pm 0.90) mm,术后6个月RCAL的平均增加量分别为(2.56 \pm 1.12) mm和(2.85 \pm 1.19) mm。MINST组和MIST组PD在术后3、6个月均显著降低,RCAL在术后3、6个月均获得了明显增益,取得了较为满意的效果;2组间比较,各时间点临床指标变化和VAS评分的差异均无统计学意义,但MIST组的椅旁时间是MINST组的2倍。该结果提示:MINST技术在缩短椅旁治疗时间的基础上可获得与MIST相当的单一骨内缺损治疗效果。

2015年,Nibali等^[13]评价了MINST技术对23例非吸烟患者35个骨内缺损的治疗效果,并对MINST技术操作标准进行了详细描述:1)局部麻醉下对根面进行彻底清创;2)使用薄而纤细的超声工作尖清创,以最大程度降低对牙龈组织的损伤;3)辅助使用Gracey迷你刮治器进行根面平整,注意避免光滑化根面和袋壁刮治;4)使用3.49倍的放大镜;5)清创术后用血液自然填充骨内缺损,使局部形成稳定的血凝块,注意避免进

行龈下冲洗。该研究结果显示:MINST治疗后12~24个月,骨内缺损位点PD和临床附着丧失(clinical attachment loss, CAL)平均减少量分别为3.12 mm和2.78 mm,影像学评估骨内平均垂直缺损深度从6.74 mm减少至3.81 mm,平均骨内垂直缺损角度从28.5°变为44.4°。随后该团队还评估了采用MINST和牙周支持治疗(supportive periodontal therapy, SPT)改善牙周骨内缺损的稳定性^[14],结果发现:经MINST+SPT治疗5年后,纳入的14例患者的21个骨内缺损患牙均未脱落,平均PD、CAL和影像学骨内垂直缺损深度分别减少3.6、3.5、2.6 mm;治疗后1、5年,各项临床及影像学指标的差异无统计学意义。综合这些研究结果可以看出:MINST技术可在一定程度上改善牙周骨内缺损,并具有长期稳定性。

3 MINST 技术与其他牙周治疗手段的比较

3.1 MINST 与 CNST

Acunzo等^[15]用Gracey刮治器和Mini-Five Gracey刮治器分别治疗109颗牙齿,发现使用后者可以可更显著地降低PD,且术后牙龈退缩更少。另一项研究^[16]比较了3种不同规格超声工作尖的治疗效果,结果显示:与传统超声工作尖(FS-407)相比,使用精细工作尖(Perio Slim DS-016A)对患牙根面的损伤更少,患者疼痛感更弱。这些研究结果提示:使用精细器械可能较传统器械会获得更好的临床治疗效果。

Chung等^[17]探讨了MINST与CNST的临床疗效和患者舒适度。该研究纳入10例中度至重度牙周炎患者的250颗患牙,采用随机分口设计,分别使用CNST和MINST技术进行治疗,记录基线、治疗后1个月和3个月时纳入位点的临床指标,包括PD、牙龈退缩(gingival recession, GR)、CAL和探诊出血(bleeding on probing, BOP)百分比。MINST组使用超声工作尖(型号P-26L、P-26R、P-40, NSK公司,日本)及Micro Mini-Five Gracey刮治器(型号Micro Mini-Five Gracey curette 1/2、11/12、13/14, Hu-Friedy公司,美国),于4.0倍放大镜下操作。CNST组使用超声工作尖(型号Model P-10、P-20, NSK公司,日本)及传统Gracey刮治器(型号Gracey curette 1/2、11/12、13/14, Hu-Friedy公司,美国),结果表明:CNST组和MINST组治疗前后的PD、CAL、BOP百分比

均有明显改善,且2组间相关临床指标变化的差异无统计学意义;1个月后2组的牙龈均出现轻度退缩;3个月后MINST组牙龈的退缩程度及患者舒适度均存在优于CNST组的趋势,但差异并无统计学意义。因为该研究观察时间较短,且样本量较小,论证力度尚不充分,所以还需要设计更多更严谨的临床试验来验证MINST的优势,明确MINST技术是否有可能作为CNST的替代方式。

3.2 MINST 与 MIST

Ribeiro等^[12]比较了MINST和MIST治疗单一骨内缺损的效果,结果发现:2组在术后3个月和6个月时均表现为PD显著降低,RCAL增加,PGM无变化,且2组在各时间点临床指标的变化和VAS评分的差异均无统计学意义,但MIST组的椅旁时间是MINST组的2倍。该结果提示:MINST和MIST治疗残余牙周袋合并骨内缺损均具有一定的疗效。尽管应用手术处理骨内缺损可以获得更好的临床收益,但椅旁治疗时间更长。MINST技术是否可在一定条件下长期获得MIST技术类似的效果,还需要进一步研究。

Nibali等^[18]对改良微创非手术牙周治疗技术(modified minimally invasive non-surgical periodontal therapy, M-MINST)和改良微创手术牙周治疗技术(modified minimally invasive surgical periodontal therapy, M-MIST)^[19-20]治疗牙周炎骨内缺损的疗效进行研究,结果发现MINST可能通过改善骨内缺损处的血流,促进形成稳定的血凝块从而有利于缺损修复。基于此Nibali提出了M-MINST的治疗方案:1)局部无肾上腺素浸润麻醉(非龈沟内麻醉);2)局部麻醉下对牙根表面进行彻底清创;3)最大程度减少对软组织特别是牙间乳头的损伤,使用牙间乳头下通道进行清创(尽量不接触牙间乳头的冠状部分);4)使用特定的薄而纤细的超声工作尖;5)注意避免根面过度光滑化,不进行袋壁刮治;6)使用3~4倍放大镜;7)清创后用血液自然填充骨内缺陷,局部形成稳定的血凝块(避免进行龈下冲洗)。

Nibali等^[18]还总结了M-MINST与MINST的区别:1)采用牙间乳头下通道进行清创;2)完全使用压电陶瓷类超声工作尖,不使用手用刮治器;3)局部麻醉时不用含肾上腺素的麻醉药,不采用龈沟内注射麻醉;4)第1次龈下探诊时间为治疗后6个月而非3个月。M-MINST对MINST的细微改进有利于更好地减少组织创伤,并获得更稳定的

血凝块以达到最佳的愈合效果,但治疗效果尚缺乏具体的临床数据证据,需进行进一步的试验验证。

4 MINST技术的应用发展趋势

MINST技术作为传统非手术牙周治疗的一种改良方式,获得了一定的临床效果。近年来,有更多的学者将MINST技术与其他牙周基础治疗辅助手段相结合,评估联合应用的治疗效果,以期进一步提升MINST技术的疗效。

4.1 MINST联合局部药物治疗

Iorio-Siciliano等^[21]探讨了MINST联合次氯酸钠凝胶治疗牙周炎的效果。该研究纳入40例Ⅲ或Ⅳ期牙周炎患者,分为2组,对照组仅采用MINST治疗,试验组采用MINST+次氯酸钠凝胶治疗。治疗方式如下:1)局部麻醉下,将装有0.95%次氯酸钠凝胶的无菌注射器小心插入牙周袋底,缓慢注射30 s,不进行龈下冲洗;2)2组的MINST治疗均为在4.0倍放大镜下使用超声工作尖(PS, EMS公司,瑞士)和精细手用刮治器(Hu-Friedy公司,美国)进行龈下清创。在基线和治疗后6个月评估PD、CAL、GR、全口出血指数(full-mouth bleeding scores, FMBS)、全口菌斑指数(full-mouth plaque scores, FMPS)。试验组在基线和治疗后6个月的CAL分别为(6.24±1.21)、(3.40±2.16) mm, PD分别为(5.96±1.07)、(3.46±1.08) mm,对照组基线和治疗后6个月CAL分别为(6.41±2.21)、(4.41±3.02) mm, PD分别为(6.01±1.60)、(4.03±1.70) mm,试验组6个月后PD减少数值为(2.49±0.76) mm,优于对照组减少数值(1.98±0.80) mm,试验组CAL减少数值也优于对照组。2组GR及FMPS的差异无统计学意义;试验组PD≥5 mm的BOP阳性位点百分比从85.3%下降到2.2%,而对照组从81.6%下降到7.3%,两者的差异具有统计学意义。该结果说明:MINST是一种有临床价值的非手术治疗方法,应用次氯酸钠凝胶联合MINST可进一步改善牙周临床指标。

4.2 MINST联合釉基质衍生物(enamel matrix proteins, EMD)治疗

Aimetti等^[22]选择PD≥6 mm、骨内缺陷≥3 mm的位点评估MINST或MIST联合EMD对牙周骨内缺损再生治疗的有效性。MINST+EMD组的治疗方法:1)在12.5倍放大镜下使用迷你刮治器

(Hu-Friedy公司,美国)和精细工作尖(UI25KSF 10S, Hu-Friedy公司,美国)进行根面清创,注意避免软组织损伤;2)根面使用24%乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)处理2 min,生理盐水彻底冲洗;3)将EMD置于干燥根表面,通过无菌湿润纱布温和压迫牙龈边缘以保持软组织稳定性,直至牙周袋闭合。结果显示:24个月后,2组PD减少和临床附着水平增加无明显差异,但MIST组椅旁时间是MINST组的2倍,所有的前牙实验位点PD≤3 mm,该结果提示:MINST应用于深袋骨内缺损的再生治疗可在缩短椅旁治疗时间的基础上获得与MIST相当的PD与CAL增益的临床结果。本研究也存在一定局限性,样本量较小,仅有临床指标评价,缺乏组织学研究证据,影像学检查没有缺损处骨再生评判参数。

Anoixiadou等^[23]采用MINST辅助EMD治疗PD≤7 mm的骨内缺损,口内余牙采用常规龈下刮治和根面平整术(scaling and root planing, SRP)治疗,结果显示:治疗后12个月,MINST组与MINST+EMD组的PD分别减少(4.0±1.4) mm和(4.2±1.7) mm, CAL分别增加(3.5±1.4) mm和(3.4±1.6) mm,通过平行投照片测量的釉牙骨质界(cemento enamel junction, CEJ)到牙槽嵴顶的距离分别改善(1.9±1.1) mm和(1.8±0.9) mm,2组差异均无统计学意义;当基线PD≤8 mm时,2组治疗后PD≤4 mm且BOP阴性位点的比例分别为69.2%和92.3%;当骨内缺损深度≤5 mm时,2组治疗后PD≤4 mm且BOP阴性位点的比例分别是69.2%和80%。该结果提示:MINST可作为PD≤7 mm骨内缺损的治疗选择,在PD≤8 mm和骨内缺损深度≤5 mm的位点辅助应用EMD更易获得好的疗效。该研究同样存在一定的局限性,包括无法确定骨缺损的形态和影响,无法筛选EMD在何种特定骨缺损类型中可能获得稳定的疗效等。综上,仍需要进一步研究证实MINST辅助应用EMD治疗骨内缺陷的有效性。

4.3 MINST联合牙周内窥镜治疗

近年来,放大设备应用于牙周非手术及手术治疗是否可以提升临床疗效的研究越来越多。Eichenberger等^[24]评估了16例年龄26~67岁的口腔医师在使用或不使用放大镜、显微镜的情况下牙体预备的精确度,结果发现:治疗的精确度在显微镜组、放大镜组和不使用放大设备组依次递减。

有研究^[25]比较了30例使用和不使用2.5倍放大镜行龈上洁治术的病例, 结果发现: 使用2.5倍放大镜与否对改善临床指标(出血指数和菌斑指数)和以患者为中心的结果(VAS评价)并无增益。徐玉娟等^[26]在一项牙周袋内镜辅助非手术牙周治疗的研究中, 选择牙周基础治疗后4~6周复诊时PD \geq 4 mm、CAL \geq 4 mm且BOP阳性的残存牙周袋为研究对象, 共纳入13例牙周炎患者的694个位点进行分口设计, 一侧行传统龈下刮治, 另一侧行牙周内镜辅助下的超声龈下刮治, 在基线、治疗后6周和3个月时分别测量PLI、BI、PD及CAL, 结果显示: 治疗后6周和3个月2组各项牙周指标均有明显改善; 对于单根牙、PD \geq 5 mm的位点以及牙槽骨无角形吸收且无根分叉病变的位点, 治疗后6周及3个月时内镜组的PD值均低于对照组。此外, 有学者^[27]发现: 与单独使用SRP相比, 对PD \geq 5 mm的牙周袋辅助使用内镜治疗会更明显地降低PD和PLI。还有研究^[28]显示: 与传统治疗技术相比, 牙周内镜辅助下的微创SRP以及微创手术会获得更好的临床治疗效果。但也有报道^[29-30]指出: 使用内镜可能需要更多的治疗时间, 尚未有足够的证据支持牙周内镜较传统SRP在改善PD、BOP方面有更明显的效果, 仍需更多的研究进一步评估。临床应用MINST技术时, 需要放大镜的辅助, 随着可直观化牙周袋内镜设备的出现, MINST技术与牙周内镜的结合将成为新的趋势, 但需设计严谨的临床研究进一步评价其疗效及临床增益。

5 小结

综上所述, MINST技术单独或与其他牙周基础治疗辅助手段联合应用, 在牙周临床指标、影像学指标和以患者为中心的结局指标的评价中都显示出了良好的治疗效果, 且可降低因牙周手术带给患者的潜在风险, 并缩短椅旁治疗时间。尽管目前支持MINST的文献证据尚不充分, 临床上牙周手术仍是骨内缺损治疗的可靠方法, 但MINST技术具有良好的应用前景。在老年人、存在系统性疾病的手术禁忌证人群, 以及一些特殊人群中, MINST技术可能是一种获得更好临床效果的非手术治疗手段。未来需开展更多的设计严谨的临床试验来评价MINST技术的短期及长期疗效, 建立MINST的标准化临床操作流程。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

6 参考文献

- [1] Ghuman MS. Non-surgical periodontal therapy—evidence and opinion[J]. *Prim Dent J*, 2020, 8(4): 28-33.
- [2] Agrawal N, Agrawal K, Mhaske S. An uncommon presentation of an inflammatory gingival enlargement: responding to non-surgical periodontal therapy[J]. *Int J Dent Hyg*, 2011, 9(4): 303-307.
- [3] Nibali L. Intrabony defects and non-surgical treatment[J]. *Prim Dent J*, 2014, 3(3): 48-50.
- [4] Heitz-Mayfield LJ, Lang NP. Surgical and nonsurgical periodontal therapy. Learned and unlearned concepts[J]. *Periodontol 2000*, 2013, 62(1): 218-231.
- [5] Kotik L. The geriatric patient and surgery[J]. *Vnitr Lek*, 2018, 64(11): 1067-1069.
- [6] Cobb CM, Sottosanti JS. A re-evaluation of scaling and root planing[J]. *J Periodontol*, 2021, 92(10): 1370-1378.
- [7] Mombelli A, Nyman S, Brägger U, et al. Clinical and microbiological changes associated with an altered subgingival environment induced by periodontal pocket reduction[J]. *J Clin Periodontol*, 1995, 22(10): 780-787.
- [8] Bower RC. Furcation morphology relative to periodontal treatment. Furcation entrance architecture[J]. *J Periodontol*, 1979, 50(1): 23-27.
- [9] Hou GL, Chen SF, Wu YM, et al. The topography of the furcation entrance in Chinese molars. Furcation entrance dimensions[J]. *J Clin Periodontol*, 1994, 21(7): 451-456.
- [10] Graziani F, Gennai S, Cei S, et al. Clinical performance of access flap surgery in the treatment of the intrabony defect. A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials[J]. *J Clin Periodontol*, 2012, 39(2): 145-156.
- [11] Mei CC, Lee FY, Yeh HC. Assessment of pain perception following periodontal and implant surgeries [J]. *J Clin Periodontol*, 2016, 43(12): 1151-1159.
- [12] Ribeiro FV, Casarin RC, Palma MA, et al. Clinical and patient-centered outcomes after minimally invasive non-surgical or surgical approaches for the treatment of intrabony defects: a randomized clinical trial[J]. *J Periodontol*, 2011, 82(9): 1256-1266.

- [13] Nibali L, Pometti D, Chen TT, et al. Minimally invasive non-surgical approach for the treatment of periodontal intrabony defects: a retrospective analysis[J]. *J Clin Periodontol*, 2015, 42(9): 853-859.
- [14] Nibali L, Yeh YC, Pometti D, et al. Long-term stability of intrabony defects treated with minimally invasive non-surgical therapy[J]. *J Clin Periodontol*, 2018, 45(12): 1458-1464.
- [15] Acunzo R, Gorbunkova A, Rezzolla M, et al. Short-term effect of regular vs mini curettes on periodontal tissue according to phenotype: a randomized control clinical trial[J]. *Int J Esthet Dent*, 2021, 16(3): 364-374.
- [16] Abdul Hayei NA, Yahya NA, Safii SH, et al. Influence of scaler tip design on root surface roughness, tooth substance loss and patients' pain perception: an *in vitro* and a randomised clinical trial[J]. *BMC Oral Health*, 2021, 21(1): 169.
- [17] Chung WC, Huang CF, Feng SW. Clinical benefits of minimally invasive non-surgical periodontal therapy as an alternative of conventional non-surgical periodontal therapy—a pilot study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(12): 7456.
- [18] Nibali L, Koidou V, Salomone S, et al. Minimally invasive non-surgical vs. surgical approach for periodontal intrabony defects: a randomised controlled trial[J]. *Trials*, 2019, 20(1): 461.
- [19] Cortellini P, Tonetti MS. Improved wound stability with a modified minimally invasive surgical technique in the regenerative treatment of isolated interdental intrabony defects[J]. *J Clin Periodontol*, 2009, 36(2): 157-163.
- [20] Cortellini P, Tonetti MS. Clinical and radiographic outcomes of the modified minimally invasive surgical technique with and without regenerative materials: a randomized-controlled trial in intra-bony defects[J]. *J Clin Periodontol*, 2011, 38(4): 365-373.
- [21] Iorio-Siciliano V, Ramaglia L, Isola G, et al. Changes in clinical parameters following adjunctive local sodium hypochlorite gel in minimally invasive non-surgical therapy (MINST) of periodontal pockets: a 6-month randomized controlled clinical trial[J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(9): 5331-5340.
- [22] Aimetti M, Ferrarotti F, Mariani GM, et al. A novel flapless approach versus minimally invasive surgery in periodontal regeneration with enamel matrix derivative proteins: a 24-month randomized controlled clinical trial[J]. *Clin Oral Investig*, 2017, 21(1): 327-337.
- [23] Anoixiadou S, Parashis A, Vouros I. Enamel matrix derivative as an adjunct to minimally invasive non-surgical treatment of intrabony defects: a randomized clinical trial[J]. *J Clin Periodontol*, 2022, 49(2): 134-143.
- [24] Eichenberger M, Biner N, Amato M, et al. Effect of magnification on the precision of tooth preparation in dentistry[J]. *Oper Dent*, 2018, 43(5): 501-507.
- [25] Corbella S, Taschieri S, Cavalli N, et al. Comparative evaluation of the use of magnification loupes in supragingival scaling procedures[J]. *J Investig Clin Dent*, 2018, 9(2): e12315.
- [26] 徐玉娟, 赵蕾, 吴亚菲, 等. 牙周内窥镜辅助龈下刮治治疗残存牙周袋的临床研究[J]. *华西口腔医学杂志*, 2021, 39(4): 441-446.
- Xu YJ, Zhao L, Wu YF, et al. Clinical study of periodontal endoscope-assisted subgingival scaling in the treatment of residual pocket[J]. *West China J Stomatol*, 2021, 39(4): 441-446.
- [27] Wu J, Lin LY, Xiao JP, et al. Efficacy of scaling and root planning with periodontal endoscopy for residual pockets in the treatment of chronic periodontitis: a randomized controlled clinical trial[J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(1): 513-521.
- [28] Movila A, Kajiya M, Wisitrasameewong W, et al. Intra-vital endoscopic technology for real-time monitoring of inflammation caused in experimental periodontitis[J]. *J Immunol Methods*, 2018, 457: 26-29.
- [29] Kuang YC, Hu B, Chen J, et al. Effects of periodontal endoscopy on the treatment of periodontitis: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Dent Assoc*, 2017, 148(10): 750-759.
- [30] Graetz C, Sentker J, Cyris M, et al. Effects of periodontal endoscopy-assisted nonsurgical treatment of periodontitis: four-month results of a randomized controlled split-mouth pilot study[J]. *Int J Dent*, 2022, 2022: 9511492.

(本文编辑 吴爱华)