

低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶治疗颈椎间盘突出症的疗效分析

杨颖,高振国
(南充市中心医院疼痛科,四川 南充 637000)

【摘要】目的:探讨低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶在颈椎间盘突出症患者中的应用效果。**方法:**选取 90 例接受颈椎间盘突出症治疗的患者为研究对象,按照治疗方式不同分为研究组和对照组,每组各 45 例。研究组采用低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶进行治疗;对照组采用低温等离子射频消融术联合臭氧治疗。比较两组患者手术前后的视觉模拟评分(VAS),并使用日本骨科协会颈椎评分量表(JOA)评估患者的颈椎功能,并分析两组治疗效果的优良率。**结果:**所有患者均完成至少 6 个月的随访。术前和术后 1 个月,两组患者的 VAS 和 JOA 评分比较,差异无统计学意义($P>0.05$);在术后 3 个月和 6 个月时,研究组的 VAS 和 JOA 评分均优于对照组($P<0.05$)。术后 6 个月,研究组的治疗优良率为 93.33%,高于对照组的 75.56% ($P<0.05$)。**结论:**低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶用于治疗颈椎间盘突出症患者,可提高治疗优良率,效果优于单纯低温等离子射频消融术联合臭氧注射治疗。

【关键词】低温等离子射频消融术;臭氧;胶原酶;颈椎间盘突出症

【中图分类号】R681.55 **【文献标志码】**A

Analysis of the efficacy of Low-temperature plasma radiofrequency ablation combined with ozone and collagenase in the treatment of cervical disc herniation

YANG Ying,GAO Zhen-guo
(Department of Pain,Nanchong Central Hospital,Nanchong 637000,Sichuan,China)

【Abstract】Objective:To explore the application effects of low-temperature plasma radiofrequency ablation combined with ozone and collagenase in patients with cervical disc herniation. **Methods:** A total of 90 patients with cervical disc herniation who were treated were selected and divided into a study group and a control group according to different treatment methods, with 45 cases in each group. The study group received treatment using low-temperature plasma radiofrequency ablation combined with ozone and collagenase, while the control group was treated with low-temperature plasma radiofrequency ablation combined with ozone. The Visual Analogue Scale (VAS) scores before and after surgery were compared between the two groups. The Japanese Orthopaedic Association (JOA) scale was used to evaluate cervical vertebra function in patients before and after surgery, and the excellent rate of the treatments between the two groups was compared. **Results:** All patients completed at least 6 months of follow-up. There were no statistically significant differences in VAS and JOA scores between the two groups before surgery and at 1 month post-surgery ($P>0.05$). At 3 and 6 months post-surgery, the VAS and JOA scores in the study group were better than those in the control group ($P<0.05$). At 6 months post-surgery, the excellent treatment rate in the study group was 93.33%, which was higher than the 75.56% in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The combination of low-temperature plasma radiofrequency ablation with ozone and collagenase for the treatment of patients with cervical disc herniation can enhance the treatment effectiveness, yielding better results than low-temperature plasma radiofrequency ablation combined with ozone injection alone.

【Key words】 Low-temperature plasma radiofrequency ablation; Ozone; Collagenase; Cervical disc herniation

颈椎间盘突出症是一种常见的脊柱疾病,主要因颈椎间盘退行性变、外伤或慢性劳损导致椎间盘纤维环破裂,髓核突出,进而压迫邻近的神经根、脊髓或血管,引发颈肩部疼痛、上肢麻木、无力甚至功能障碍等症状^[1-2]。随着现代生活方式的改变和人口老龄化的加剧,颈椎间盘突出症的发病率逐年上

升,已成为影响人们生活质量的重要健康问题^[3]。传统治疗颈椎间盘突出症的方法包括药物治疗、物理治疗、牵引疗法及开放手术等^[4-6]。然而,这些方法在治疗过程中往往存在疗程长、疗效不稳定、创伤大及并发症多等局限性^[7]。近年来,随着微创技术的不断发展,低温等离子射频消融术、臭氧注射疗法及胶原酶化学溶解术等微创治疗方法逐渐受到临床医生的关注和青睐^[8-10]。低温等离子射频消融术可以通过低温等离子体对椎间盘组织进行消融,减小椎间盘体积,从而缓解对神经根的压迫^[11-12]。臭氧注射疗法则利用臭氧的强氧化性,对髓核组织进行氧化、脱水、干涸、坏死等作用,降低髓核内压,进一步减轻压迫^[13-14]。而胶原酶化学溶解术则通过注射胶原酶来水解突出的椎间盘内的胶原蛋白,使之溶解并被机体吸收,达到治疗目的^[15]。然而,单一的治疗方法往往难以全面解决颈椎间盘突出症带来的复杂问题。因此,联合多种微创治疗方法以提高疗效、缩短治疗周期、减少并发症成为当前研究的热点^[16-17]。本研究旨在分析等离子射频消融术联合臭氧、胶原酶治疗颈椎间盘突出症的临床资料,探讨该联合疗法的临床疗效及安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2017年9月至2021年9月在南充市中心医院收治的接受颈椎间盘突出症治疗的患者为研究对象。基于对以往颈椎间盘突出症微创治疗的研究,团队预估低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶治疗与仅联合臭氧治疗在术后3个月和6个月时,VAS评分差值可能达0.5~1.0,基于该估值,设定检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧),检验效能 $1 - \beta = 0.8$,得到每组所需样本量约为42例,考虑到研究过程中可能存在的失访等情况,最终确定每组纳入45例,共计90例。按照不同治疗方法分为研究组和对照组,每组各45例。对照组采用低温等离子射频消融术联合臭氧注射治疗;研究组在对照组治疗基础上同时给予硬膜外穿刺前间隙注射胶原酶。纳入标准:(1)术前经过MRI或CT检查确诊为颈椎间盘突出症,且为单个椎间盘突出;(2)年龄30~80岁;(3)患者主要症状包括颈肩部疼痛或上肢放射痛,在经过至少3个月的常规牵引、按摩、口服药物等治疗后,效果不明显或出现复发,需自愿接受手术治疗;(4)成像显示椎间盘突出占中央脊髓管 $\leq 1/3$ 。排除标准:(1)颈椎不稳定、脊髓型颈椎病、严重颈椎间隙狭窄、颈椎韧带钙化严重者;(2)合并严重的骨质疏松症者;(3)脱出或游离型颈椎间盘突出症

者;(4)凝血功能异常者;(5)颈椎畸形、肿瘤及有颈椎手术史的患者。本研究经南充市中心医院伦理委员会批准。

1.2 治疗方法

穿刺前,利用CT扫描对患者颈椎进行多角度、多层面的详细成像,通过精准测量确定穿刺靶点的位置,并标记出最佳穿刺路径。操作过程中,要求经验丰富的医生进行穿刺。同时,借助CT实时引导,在穿刺针推进过程中,每推进一定距离就进行一次CT扫描,以确认穿刺针的位置是否准确,一旦发现穿刺针偏离预定路径,及时进行调整。在对照组和研究组的操作中,均遵循这一标准化流程,保证了两组穿刺操作的一致性和精准度。

对照组采用低温等离子射频消融术联合臭氧注射治疗。患者平车推入CT治疗室,建立静脉通道,心电监护,取仰卧位,肩下垫一薄枕,头尽量后仰,进行常规CT扫描,定位需要穿刺的椎间盘间隙并进行标记。消毒铺巾,利多卡因局部浸润麻醉,右手持等离子射频穿刺针与躯体矢状面呈30~45°夹角进针,CT扫描证实穿刺针在病变椎间盘间隙,连接等离子射频仪(西安高通)分别行椎间盘汽化(2档)和消融3~5个循环,然后经穿刺针向盘内注射50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 医用臭氧气体3~5 mL,反复缓慢推送使臭氧与髓核充分接触,拔出穿刺针,局部加压5 min,无菌敷贴覆盖穿刺点,患者平车护送回病房。

研究组采用低温等离子射频消融术联合臭氧、胶原酶注射治疗。患者在对照组治疗基础上,继续行侧卧位,在CT引导下经硬膜外穿刺病变侧前侧间隙,CT引导下显示穿刺针在硬膜外前侧间隙,通过穿刺针置入硬膜外导管,注射碘海醇1 mL,造影剂在硬膜外前侧间隙分布主要集中在突出物周围,注射0.5%利多卡因4 mL,观察10~20 min,患者无不良反应后缓慢注射胶原酶1 200 U(使用4 mL生理盐水稀释),拔出穿刺针,无菌敷料覆盖穿刺点平车送回病房。

1.3 术后康复指导

在术后康复指导方面,团队为两组患者都制定了全面且系统的康复计划。术后患者去枕平卧3 d,在此期间,护理人员会定时协助患者翻身,避免压疮的发生,并指导患者进行简单的肢体活动,如腿部肌肉的收缩和舒张运动,促进血液循环,防止下肢深静脉血栓形成。术后1~2周,指导患者进行颈部肌肉的收缩训练,以增强颈部肌肉力量,维持颈椎稳定性。术后2~4周,根据患者恢复情况,逐渐增加康复训练强度,如进行颈部的屈伸、侧屈和旋转运动,但要注意运动幅度适中,避免过度活动。同时,要求

患者在术后 1 个月内佩戴颈托,对颈椎起到支撑和保护作用,减少颈部受力。在康复过程中,团队会定期通过电话或门诊随访的方式,了解患者的康复情况,对康复训练进行个性化指导和调整。

1.4 观察指标

收集所有患者的临床数据,包括性别、年龄、手术节段、术前评分、术后 1 周、1 个月、3 个月及 6 个月时的视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和日本骨科协会颈椎评分量表 (Japanese orthopaedic association, JOA) 评分,同时比较两组患者不良反应的发生率。采用修订的 Macnab 标准评估手术后 1 个月和 6 个月的疗效。通过电话或门诊进行随访,两组患者均完成了至少 6 个月的随访。

1.4.1 VAS 评分 让患者在标有“0~10”的评分表上打出与自己疼痛程度最为接近的分数,0 分:无痛;1~3 分:轻度疼痛,对日常生活无明显影响;4~6 分:疼痛影响睡眠、工作及日常生活;7~10 分:疼痛程度重,难以忍受,伴随焦虑紧张。

1.4.2 颈椎 JOA 评分 评估内容涵盖上下肢的运动功能 (每项满分 4 分,合计 8 分)、上下肢及躯干的感觉功能 (每项满分 2 分,合计 6 分) 及膀胱功能

(满分 3 分),总分为 17 分,分数越低,表示颈部的功能损伤程度越严重。

1.4.3 临床效果评估 术后 6 个月,依据 MacNab 标准对临床效果进行评估,分为以下等级,优:无疼痛,恢复到正常的工作和生活状态;良:偶尔感到局部不适,症状有所缓解,但不影响日常工作和生活;可:功能有所改善,但活动受到限制,影响工作和生活;差:症状仍然存在。

1.5 统计学分析

数据使用 SPSS 22.0 统计软件进行分析。计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,组间比较用独立样本 t 检验,组内不同时间点比较采用重复测量方差分析,进一步两两比较采用 LSD- t 检验;计数资料以 [$n(\%)$] 表示,组间比较行独立样本 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料比较

两组患者在年龄、性别组成比例、手术节段分布及病程等基线资料比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者一般资料 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

组别	年龄 (岁)	性别		手术节段			
		男	女	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7
研究组 ($n = 45$)	47.53 $\pm$ 4.32	27 (60.00)	18 (40.00)	7 (15.56)	12 (26.67)	17 (37.78)	9 (20.00)
对照组 ($n = 45$)	46.92 $\pm$ 4.28	25 (55.56)	20 (44.44)	8 (17.78)	10 (22.22)	16 (35.56)	11 (24.44)
t/χ^2 值	0.359	0.048		0.741			
P 值	0.603	0.710		0.793			

2.2 两组患者手术前后疼痛评分比较

术前,两组患者的 VAS 评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 周和 1、3、6 个月,两组的 VAS 评分均低于术前 ($P < 0.05$)。术后 1 周及 1 个月,两组患者 VAS 评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),术后 3、6 个月,研究组的 VAS 评分低于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2 及图 1。

2.3 两组患者手术前后 JOA 评分比较

术前,两组患者的 JOA 评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 1 周和 1、3、6 个月,两组的 JOA 评分均高于术前 ($P < 0.05$)。术后 1 周及 1 个月,两组患者 JOA 评分比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),术后 3、6 个月,研究组的 JOA 评分均高于对照组 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 两组患者治疗优良率比较

采用优化版 MacNab 评估两组患者术后 6 个月时的优良率。研究组优良率为 93.33%,高于对照组的 75.56% ($P < 0.05$)。见表 4。

表 2 两组患者手术前后 VAS 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
研究组 ($n = 45$)	6.41 $\pm$ 0.73	3.62 $\pm$ 0.64 ^①	2.43 $\pm$ 1.06 ^①	1.97 $\pm$ 0.73 ^①	1.19 $\pm$ 0.72 ^①
对照组 ($n = 45$)	6.37 $\pm$ 0.76	3.73 $\pm$ 0.59 ^①	2.50 $\pm$ 1.24 ^①	2.38 $\pm$ 0.91 ^①	2.07 $\pm$ 0.42 ^①
t 值	0.687	0.546	0.833	0.193	0.511
P 值	0.854	0.837	0.393	0.046	0.031

① $P < 0.05$, 与同组术前比较

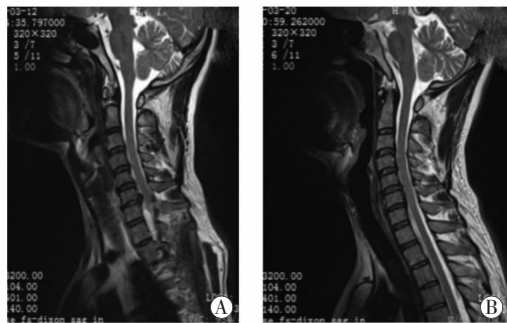


图 1 典型病例图

A. 研究组 1 例 48 岁男性患者术前 MRI 示 C6-7 椎间盘突出;B. 术后 6 个月 MRI。

表 3 两组患者手术前后 JOA 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
研究组 (n=45)	8.89±1.47	11.92±1.45 ^①	12.17±1.27 ^①	13.56±1.83 ^①	14.52±1.81 ^①
对照组 (n=45)	8.94±1.53	11.15±1.34 ^①	11.84±1.30 ^①	12.24±1.61 ^①	13.17±1.62 ^①
t 值	0.267	0.196	0.435	0.516	0.261
P 值	0.613	0.804	0.173	0.037	0.024

①P<0.05,与同组术前比较

表 4 两组患者治疗优良率比较 [n(%)]

组别	优	良	可	差	优良
研究组 (n=45)	30(66.67)	12(26.67)	1(2.22)	2(4.44)	43(93.33)
对照组 (n=45)	28(62.22)	6(13.33)	8(17.78)	3(6.67)	34(75.56)
χ ² 值					5.849
P 值					0.016

3 讨论

颈椎间盘突出症是一种常见的颈椎疾病,能够对生活质量造成显著影响,早期诊断和合理的治疗是控制病情发展的关键^[18]。目前临床上多采用低温等离子射频消融术,臭氧注射或胶原酶溶盘术治疗颈椎间盘突出,但单一疗法存在一定局限性^[19-20]。本研究探讨了低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶治疗颈椎间盘突出症的疗效,结果显示,该联合治疗方法在缓解症状、改善功能方面表现出良好的效果,值得在临床实践中推广^[21]。

首先,低温等离子射频消融术作为一种微创技术,因其对周围组织的损伤较小而受到广泛关注^[22]。研究^[23]表明,低温等离子射频消融术通过精确定位和局部热效应,能够有效减少椎间盘的体积,降低椎间盘内压力,进而减轻椎间盘突出所引发的疼痛。此外,低温等离子能减少周围组织的损伤,表现出更好的安全性,减少了术后并发症的发生^[24]。其次,臭氧治疗具有强大的抗炎作用和促进血液循环的能力,进一步促进局部炎症反应的消退,改善椎间盘的微环境,从而提高治疗效果^[25-26]。胶原酶作为一种特异性的酶,能够降解椎间盘中的胶原成分,进一步减小突出的椎间盘体积。这一过程不仅有助于减轻神经根的压迫,还可能刺激周围组织的修复和再生,为患者提供更好的康复效果^[27]。本研究将三种治疗方法联合使用,低温等离子射频消融术先对椎间盘进行初步消融减压,为后续臭氧和胶原酶的作用创造更好的空间和条件;臭氧在进一步减压的同时,减轻炎症反应并改善局部微环境,有利于胶原酶更好地发挥作用;胶原酶则从分子层面彻底分解突出的椎间盘组织,三者共同作用,形成了多层次、多靶点的治疗体系,这是其在作用机制上

的独特之处。

在疗效评估方面,团队通过 VAS 和 JOA 评分等指标,定量分析了患者的疼痛程度和功能改善。结果显示:术后,两组患者的 VAS 评分相比术前降低,而 JOA 评分则明显上升。此外,研究组在术后各时间节点的 JOA 评分均高于对照组。在术后 3 个月和 6 个月时,研究组的 VAS 评分降低幅度较对照组更为明显。术后 6 个月,对照组的优良率 75.56%,而研究组则达到了 93.33%。分析其原因,可能是胶原酶可进一步将椎间盘内的胶原蛋白进行分解,从而达到减轻突出的椎间盘对周围神经或组织造成的压迫,缓解疼痛和其他症状。

综上,低温等离子射频消融术联合臭氧和胶原酶治疗颈椎间盘突出症显示出良好的临床效果,值得进一步研究和推广应用。

参考文献

[1] Yang X, Arts MP, Bartels R, *et al.* The type of cervical disc herniation on MRI does not correlate to clinical outcomes[J]. *The Bone & Joint Journal*, 2022, 104-B (11): 1242 – 1248.

[2] 雷晴宇, 王晓英, 何金莲. 颈椎间盘突出症的临床治疗研究进展[J]. *实用中西医结合临床*, 2019, 19(4): 178 – 180.

[3] Peng B, DePalma MJ. Cervical disc degeneration and neck pain [J]. *Journal of Pain Research*, 2018, 11: 2853 – 2857.

[4] 陈辉, 林志刚, 龚德贵, 等. 保守疗法治疗颈椎间盘突出症的临床研究进展[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2015, 13 (13): 148 – 151.

[5] 王慧群. 持续枕颌带牵引配合葛根汤及特定电磁波谱照射治疗急性颈椎间盘突出症的临床研究[J]. *临床心身疾病杂志*, 2015, 21 (x2): 105.

[6] 俞宏辉, 廖新玲, 张江辉, 等. 中西医结合三步法治疗急性颈椎间盘突出症的临床研究[J]. *实用临床医学*, 2015, 16 (10): 24 – 28.

[7] Kim YK, Kang D, Lee I, *et al.* Differences in the incidence of symptomatic cervical and lumbar disc herniation according to age, sex and national health insurance eligibility; a pilot study on the disease's association with work[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, 15 (10): 2094.

[8] Li S, Chen R, Chen Y, *et al.* Therapeutic effects and safety of percutaneous disc decompression with coblation nucleoplasty in cervical Vertigo; a retrospective outcome study with 74 consecutive patients and minimum 1-year follow-up[J]. *Pain Physician*, 2019, 22 (3): E205 – E214.

[9] 洪友谊, 赖展龙, 黄泽钦, 等. 低温等离子射频 + 臭氧注射消融术配合身痛逐瘀汤治疗颈椎间盘突出症的效果[J]. *中外医学研究*, 2023, 21 (17): 143 – 146.

[10] 于密生, 刘志奇, 冯春芝, 等. 镇痛液联合臭氧颈椎旁注射治疗颈椎间盘突出症的疗效观察[J]. *河北医药*, 2014, 36 (6): 899 – 900.

[11] Zhang D, Zhang Y, Wang Z, *et al.* Target radiofrequency combined with collagenase chemonucleolysis in the treatment of lumbar intervertebral disc herniation [J]. *International Journal of Clinical and*

Experimental Medicine, 2015, 8(1): 526 – 532.

[12] 李彤, 蒋德善, 邵鸿生, 等. 低温等离子射频消融联合臭氧注射治疗颈椎间盘突出症疗效观察[J]. 海南医学, 2018, 29(5): 653 – 656.

[13] 赵汝庭, 张敬中, 高维, 等. 臭氧消融术联合射频热凝术治疗青年军人腰椎间盘突出症疗效观察[J]. 人民军医, 2020, 63(8): 727 – 729, 732.

[14] 杜建生, 孙全才, 王瑞, 等. 低温等离子靶点射频消融联合胶原酶和臭氧治疗腰椎间盘突出症的疗效观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(7): 553 – 556.

[15] 刘丽, 吴云松, 巨辉. 医用臭氧联合应用胶原酶与单纯应用胶原酶治疗腰椎间盘突出症早期疗效的比较[J]. 华西医学, 2016, 31(4): 728 – 730.

[16] 金明. 射频热凝联合医用臭氧治疗包容型颈椎间盘突出症的疗效观察[J]. 吉林医学, 2018, 39(6): 1037 – 1039.

[17] 冷红莉. 低温等离子消融联合臭氧治疗颈椎间盘突出症的临床疗效研究[D]. 蚌埠: 蚌埠医学院, 2022.

[18] 王文. 颈椎间盘突出症的诊疗进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2012, 18(3): 129.

[19] 霍岩松, 孙海燕, 庞金磊, 等. 臭氧联合低温等离子射频消融术对神经根型颈椎病的疗效[J]. 基础医学与临床, 2024, 44(6): 840 – 844.

[20] 王敬萱, 傅志俭, 宋文阁, 等. 经皮椎间盘旋切联合胶原酶溶盘术治疗巨大型颈椎间盘突出症的疗效观察[J]. 中国疼痛医学杂志, 2022, 28(4): 314 – 316.

[21] 段海生. 射频消融联合臭氧消融治疗单纯腰椎间盘突出症的临床观察[J]. 中国继续医学教育, 2018, 10(31): 95 – 97.

[22] 龚龙, 张立新, 石雷, 等. 低温等离子射频消融术联合颈痛颗粒治疗神经根型颈椎病的临床观察[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(9): 36 – 40.

[23] 项廷森, 殷世武, 潘升权, 等. 低温等离子射频消融联合臭氧注射对颈椎间盘突出症患者 VAS、ODI 指数的随机对比研究[J]. 中国医疗器械信息, 2021, 27(15): 117 – 119.

[24] 吕正茂, 杨利学, 谭龙旺, 等. CT 引导下射频热凝配合功能锻炼治疗腰椎间盘突出症 118 例[J]. 陕西医学杂志, 2011, 40(4): 507 – 508.

[25] Ezeldin M, Leonardi M, Princiotta C, et al. Percutaneous ozone nucleolysis for lumbar disc herniation[J]. Neuroradiology, 2018, 60(11): 1231 – 1241.

[26] 林水华, 周凤, 林苏华. 超声引导下颈椎间孔臭氧注射治疗颈椎间盘突出症的效果及对血清免疫炎症因子水平的影响[J]. 中外医学研究, 2021, 19(24): 94 – 96.

[27] Wang M, Zhang X, Yu Y, et al. Low-dose collagenase chemonucleolysis combined with radiofrequency in the treatment of lumbar disc herniation: a 10-year retrospective study[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2021, 2021: 8234558.

(收稿日期: 2024 – 11 – 29 修回日期: 2025 – 01 – 21)

(上接第 921 页)

[4] Li M, Ma B, Zhou Z, et al. Influence of impression method and shoulder design on the marginal adaptation of CAD/CAM nanoceramic resin onlay restorations[J]. Heliyon, 2024, 10(16): e35915.

[5] Strasding M, Sebestyén-Hüvös E, Studer S, et al. Long-term outcomes of all-ceramic inlays and onlays after a mean observation time of 11 years[J]. Quintessence International (Berlin, Germany), 2020, 51(7): 566 – 576.

[6] Al-Fodeh RS, Al-Dwairi ZN, Al-Haj HN, et al. Success of 3-unit posterior all-ceramic inlay-retained fixed dental prostheses: a narrative literature review[J]. Current Oral Health Reports, 2023, 10(4): 243 – 253.

[7] Zaim B, Serin Kalay T, Purcek G. Friction and wear behavior of chairside CAD-CAM materials against different types of antagonists: an in vitro study[J]. The Journal of Prosthetic Dentistry, 2022, 128(4): 803 – 813.

[8] 伍松, 叶怀光. 铸瓷高嵌体修复治疗老年恒牙牙体缺损的效果及对邻牙关系恢复咬合情况的影响观察[J]. 河北医学, 2024, 30(1): 120 – 124.

[9] 王雅洁, 姬小婷, 司红羚, 等. E-max 铸瓷高嵌体与 Lava Ultimate 优初瓷高嵌体牙体缺损的修复效果及对咀嚼功能、牙龈状况的影响[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(7): 1266 – 1270, 1329.

[10] 张云涛, 张荣和, 高晓丽, 等. 临床口腔科学[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2014: 108 – 110.

[11] Cristea I, Agop-Forna D, Martu MA, et al. Oral and periodontal risk factors of prosthetic success for 3-unit natural tooth-supported bridges versus implant-supported fixed dental prostheses[J]. Diagnostics (Basel, Switzerland), 2023, 13(5): 852.

[12] Homsy F, Eid R, El Ghoul W, et al. Considerations for altering preparation designs of porcelain inlay/onlay restorations for nonvital teeth[J]. Journal of Prosthodontics, 2015, 24(6): 457 – 462.

[13] Mareque S, Castelo-Baz P, López-Malla J, et al. Clinical and esthetic outcomes of immediate implant placement compared to alveolar ridge preservation: a systematic review and meta-analysis[J]. Clinical Oral Investigations, 2021, 25(8): 4735 – 4748.

[14] 柴雪, 王小勤, 赵广宁, 等. 对比分析 Lava Ultimate 优初瓷高嵌体与 SonicFill 声波树脂修复对根管治疗后大面积牙体缺损的修复效果[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(19): 3709 – 3713.

[15] 史恒瑞. 不同边缘设计的 E. max 铸瓷高嵌体临床修复效果的观察[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(5): 783 – 786.

[16] AlHelal AA. Biomechanical behavior of all-ceramic endocrowns fabricated using CAD/CAM: a systematic review[J]. Journal of Prosthodontic Research, 2024, 68(1): 50 – 62.

[17] 顾静怡, 冯华英, 李洁. 两种不同材料的瓷嵌体用于后牙修复的临床效果比较[J]. 口腔材料器械杂志, 2023, 32(3): 195 – 198, 204.

[18] 张维波, 陈佳龙, 曹颖. 2 种全瓷高嵌体修复无髓后牙牙体缺损的对比研究[J]. 中华全科医学, 2020, 18(6): 938 – 941, 1024.

[19] Souza J, Fuentes MV, Baena E, et al. One-year clinical performance of lithium disilicate versus resin composite CAD/CAM onlays[J]. Odontology, 2021, 109(1): 259 – 270.

(收稿日期: 2024 – 12 – 09 修回日期: 2025 – 01 – 09)