

- [17]谢丽, 孙伯阳, 张杨珩, 等. 无托槽隐形矫治对牙周炎患者龈沟液及血清TNF- $\alpha$ 、MMP-8和IL-6水平的影响[J].临床和实验医学杂志, 2023,22(7):742-746.
- [18]盛鹏, 姜计华, 王鑫, 等. 牙周牙髓治疗联合半导体激光对重度牙周炎患者疗效及MMP-8、TIMP-1的影响[J].临床口腔医学杂志, 2023,39(2):94-98.
- [19]李琳, 黄丽云, 曾莘莘, 等. 数字化印模和合金夹板印模对种植冠桥修复体边缘密合度的影响[J].河北医学, 2022,28(9):1546-1550.

- [20]吴家帅, 何珍珍, 许建华. 不同修复体对患者菌斑指数、牙龈指数、牙周探诊深度及并发症的影响[J].中华实验外科杂志, 2024,41(1):65.

[收稿日期]2025-03-20

本文引用格式: 张挺, 杨婉蓉, 张鹏. 数字化技术在上颌前牙牙体缺损全瓷冠修复中的应用效果分析[J].中国美容医学, 2025,34(12):169-174.

· 论 著 ·

## 无托槽隐形矫治对正畸患者牙周健康指数和龈沟液相关因子的影响

钱超<sup>1</sup>, 谷妍<sup>2</sup>

(1.江苏省溧阳市人民医院口腔科 江苏 常州 213376; 2.南京医科大学附属口腔医院正畸科 江苏 南京 210029)

**[摘要]**目的: 探讨无托槽隐形矫治对正畸患者牙周健康指数和龈沟液相关因子的影响。方法: 选取2019年8月-2021年8月南京医科大学附属口腔医院收治的80例正畸患者, 依据随机数字表法分为对照组(采用传统直丝弓固定矫治器, 40例)和研究组(采用无托槽隐形矫治器, 40例), 比较两组各项观察指标。结果: 矫治后30个月, 与对照组比较, 研究组正畸治疗总有效率更高, 龈下致病菌Tf的检出率更低( $P < 0.05$ ); 与矫治前比较, 两组矫治后30个月的龈沟出血指数(SBI)、牙龈指数(GI)、软垢指数(DI)均降低, 且研究组更低( $P < 0.05$ )。与矫治前比较, 两组矫治后30个月的龈沟液天门冬氨酸转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、可溶性细胞间黏附分子-1(sICAM-1)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)水平均升高, 研究组龈沟液GSH-Px水平更高, AST、ALP、sICAM-1水平则更低(均 $P < 0.05$ )。结论: 无托槽隐形矫治应用于正畸患者中, 能够改善患者的牙周健康, 对患者的龈沟液炎症氧化应激反应影响较小, 抑制其龈下致病菌增殖, 提高患者的正畸治疗效果。

**[关键词]** 正畸; 无托槽隐形矫治; 牙周健康; 龈沟液相关因子

**[中图分类号]** R783.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455(2025)12-0171-04

## Effect of Invisible Orthodontic Treatment without Brackets on Periodontal Health Index and Related Factors of Gingival Crevicular Fluid in Orthodontic Patients

QIAN Chao<sup>1</sup>, GU Yan<sup>2</sup>

(1. Department of Stomatology, Liyang People's Hospital, Changzhou 213376, Jiangsu, China; 2. Department of Orthodontics, the Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu, China)

**Abstract: Objective** To explore the effect of invisible orthodontic treatment without brackets on periodontal health index and related factors of gingival crevicular fluid in orthodontic patients. **Methods** Eighty orthodontic patients admitted to the Affiliated Stomatological Hospital of Nanjing Medical University from August 2019 to August 2021 were selected and divided into a control group (40 cases treated with traditional straight wire fixed appliances) and a study group (40 cases treated with invisible appliances without brackets). The method used was a random number table, and the observation indicators of the two groups were compared. **Results** After 30 months of orthodontic treatment, compared to the control group, the study group had a higher overall effective rate of orthodontic treatment and a lower detection rate of subgingival pathogenic bacteria Tf ( $P < 0.05$ ). After 30 months of treatment, compared with pre-treatment, the gingival sulcus bleeding index (SBI), gingival index (GI) and soft scale index (DI) in both groups decreased, and the research group was even lower ( $P < 0.05$ ). The

基金项目: 1. 江苏省科教能力提升工程—江苏省研究型医院建设单位(编号: YJXYJSDW4); 2. 江苏省医学创新中心(编号: CXZX202227)

通信作者: 谷妍, 副主任医师; 研究方向为成人及青少年隐形矫治。E-mail: guyan@njmu.edu.cn

第一作者: 钱超, 主治医师; 研究方向为牙体牙髓、修复、正畸及颌面外科。E-mail: 13951208883@163.com

levels of aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), soluble intercellular adhesion molecule -1 (sICAM-1) and glutathione peroxidase (GSH-Px) in gingival crevicular fluid of the two groups were higher than those before the treatment for 30 months. The levels of GSH-Px in gingival crevicular fluid of the research group were higher, while those of AST, ALP and sICAM-1 were lower (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** The invisible aligner treatment without brackets could improve the periodontal health of patients, had little influence on the inflammatory oxidative stress reaction of gingival crevicular fluid, inhibits the proliferation of subgingival pathogens, and improves the orthodontic treatment effect.

**Key words:** orthodontics; invisible aligner treatment without bracket; periodontal health; gingival crevicular flux-related factors

传统直丝弓固定矫治器会对患者的牙齿外观和表面的清洁程度产生影响,但容易引起食物残渣的残留、菌斑的积累,增加患龋齿、牙釉质脱矿和牙龈萎缩的危险<sup>[1-3]</sup>。无托槽隐形矫治器主要是在计算机辅助下,通过计算机辅助设计和制造出一系列的热转印薄膜式矫治器,通过形变后的回弹,在较短的时间内实现对牙位的连续移位,从而实现对错殆矫治的效果<sup>[4-6]</sup>。但目前临床关于无托槽隐形矫治在正畸患者中应用的牙周健康、龈沟液相关因子水平及正畸治疗效果仍需探究。基于此,本研究主要探讨无托槽隐形矫治在正畸患者中的应用,现将结果报道如下。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料:选择2019年8月-2021年8月笔者医院收治的80例正畸患者,依据随机数字表法分为对照组和研究组。对照组:40例,其中男19例,女21例;年龄20~40岁,平均(27.86±2.66)岁;安氏I类27例、安氏II类13例。研究组:40例,其中男18例,女22例;年龄19~40岁,平均(28.08±2.69)岁;安氏I类29例、安氏II类11例。两组一般资料比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会统一审批并予以实施,患者或其家属均知晓此研究并签署知情同意书。

1.1.1 纳入标准:符合《口腔正畸学》中正畸的相关诊断标准<sup>[7]</sup>;年龄>18岁;牙列缺损需要配合修复或种植者;能进行正常言语交流;在接受正畸治疗前3个月不存在进展性中重度牙周炎。

1.1.2 排除标准:存在免疫功能相关疾病;存在凝血功能障碍者;合并有严重肝、肾和心脏功能障碍;妊娠或哺乳期女性;参加其他有关实验者;有正颌正畸手术史;合并精神疾病或认知功能障碍。

1.2 方法:在矫治前1周,对两组患者行常规龈上洁治,并于矫正当日实施口腔健康教育。对照组:给予传统直丝弓固定矫治器矫治,使用O-PAK传统的直丝弓托槽,粘贴固定托槽,每个月随访1次,临近治疗结束时,根据患者的具体情况设计固定架,以保证矫正效果。研究组:给予无托槽隐形矫治器矫治,口腔专家通过患者错殆畸形情况(含病历、3张面像、5张口内影像、石膏模型、硅橡胶印模、全颌面曲面断层片和头部侧位定位片),制作无托槽隐形矫治器,帮助患者按照规范的操作规程佩戴,并嘱其定期随访,随访期间,根据患者牙齿移位情况针对性进行必要的

邻面去釉、粘接附件或调殆等措施,更换矫治器,2周/次。两组均连续矫治30个月。

### 1.3 观察指标

1.3.1 正畸治疗效果:矫治后30个月,两组正畸治疗效果参照《口腔正畸学》进行评估。显效:牙齿排列整齐,扭转牙程度 $< 10^\circ$ ,牙倾斜程度 $< 5^\circ$ ,咬合关系不错位、良好,颌关节无压痛;有效:牙齿基本整齐,扭转牙程度 $< 30^\circ$ ,牙倾斜程度 $< 15^\circ$ ,咬合关系尚可,错位 $< 2$  mm;无效:牙齿排列不齐,扭转牙与牙倾斜程度较大,咬合关系没有改善或加重,错位 $> 2$  mm;总有效率=(显效+有效)例数/总例数 $\times 100\%$ 。

1.3.2 龈下致病菌检出率:矫治后30个月,通过实时荧光定量聚合酶链式反应(Polymerase chain reaction, PCR)仪分析两组患者龈下菌斑中具核梭杆菌(*Fusobacterium nucleatum*, Fn)、牙龈卟啉单胞菌(*Porphyromonas gingivalis*, Pg)、福塞斯坦氏菌(*Fosstenstein's bacteria*, Tf)和中间型普里沃菌(*Prevotella intermedia*, Pi)的检出率及含量。

1.3.3 牙周健康指数:矫治前、矫治后30个月,检测两组患者龈沟探诊深度(Gingival sulcus, SPD)、龈沟出血指数(Sulcus bleeding index, SBI)、牙龈指数(Gingival index, GI)、软垢指数(Debrisindex, DI),其中SPD和SBI以牙周探针对指数牙的唇侧和舌侧的近中、远中和中心的龈沟深度进行测定,并用牙周探针探查龈沟出血情况。GI评估标准:牙龈明显红肿或有溃疡,探诊出血记3分;牙龈水肿色红,探诊出血记2分;牙龈轻度水肿,颜色轻度改变,探诊不出血记1分;牙龈健康记0分。DI评分标准:0分(没有软垢)、1分(小于1/3的牙面存在软垢)、2分(不超过2/3的牙面存在软垢)、3分(软垢覆盖的牙面 $\geq 2/3$ )。

1.3.4 龈沟液相关因子水平:矫治前、矫治后30个月,对两组患者龈沟液对应进行采集,通过全自动生化分析仪检测龈沟液天门冬氨酸转氨酶(Aspartate aminotransferase, AST)、碱性磷酸酶(Alkaline phosphatase, ALP)、可溶性细胞间黏附分子-1(Soluble intercellular adhesion molecule-1, sICAM-1)、谷胱甘肽过氧化物酶(Glutathioneperoxidase, GSH-Px)水平。

1.4 统计学分析:采用SPSS 26.0统计软件对数据进行分析,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )的形式表示,组内均采用配对样本

t检验, 组间采用独立样本t检验, 计数资料以[n (%)]表示, 组间比较采用 $\chi^2/\chi^2$ 校正检验, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组正畸治疗效果比较: 矫治后30个月, 研究组正畸治疗总有效率高于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表1。

组别	显效	有效	无效	总有效
对照组 (n=40)	22(55.00)	10(25.00)	8(20.00)	32(80.00)
研究组 (n=40)	28(70.00)	11(27.50)	1(2.50)	39(97.50)
$\chi^2$ 值				4.507
P值				0.034

2.2 两组龈下致病菌检出率比较: 矫治后30个月, 研究组龈下致病菌Tf的检出率低于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表2。

组别	Fn	Pg	Tf	Pi
对照组 (n=40)	26(65.00)	19(47.50)	14(35.00)	31(77.50)
研究组 (n=40)	20(50.00)	12(30.00)	3(7.50)	28(70.00)
$\chi^2$ 值	1.841	2.581	9.038	0.581
P值	0.175	0.108	0.003	0.446

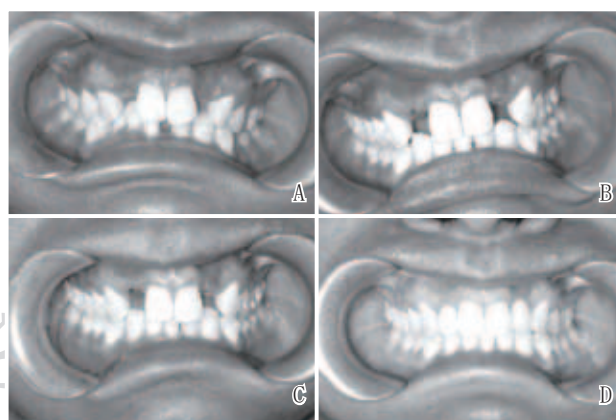
2.3 两组牙周健康指数比较: 与矫治前比较, 两组矫治后30个月的SBI、GI、DI均降低, 且研究组更低 ( $P < 0.05$ ); 两组矫治前、矫治后30个月SPD比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表3。

2.4 两组龈沟液相关因子水平比较: 与矫治前比较, 两组

矫治后30个月的龈沟液AST、ALP、sICAM-1、GSH-Px水平均升高, 而研究组龈沟液GSH-Px水平更高, 龈沟液AST、ALP、sICAM-1水平则更低 ( $P < 0.05$ )。见表4。

### 2.5 典型病例

病例1: 矫正前, 患者因口内多数牙缺失, 欲行修复前正畸来诊, 12、22、41缺失, 前牙深覆盖、深覆殆, 中度牙周病, 牙列拥挤不齐。矫治初期, 下前牙拔牙间隙已基本关闭, 12、22种植钉植入后, 边缘形态良好, 口腔卫生控制可; 矫治后期, 上下颌继续精调中, 12、22种植体周围愈合良好, 口腔卫生可; 矫治结束, 12、22种植体上段已修复完成, 边缘龈形态可, 上下牙列排齐, 前牙深覆盖、深覆殆已纠正, 全口卫生可。见图1。



注: A. 矫治前; B. 矫治初期; C. 矫治后期; D. 矫治结束

图1 无托槽隐形矫治联合牙周、种植治疗前后

病例2: 矫正前, 患者因牙齿拥挤不齐求治, 口内3处烤瓷冠修复, 未做拔牙矫治, 口腔卫生一般, 下前牙牙龈红肿; 矫正治疗中, 扩弓推磨牙向后解除拥挤, 口腔卫生

组别	SPD/mm		SBI/分		GI/分		DI/分	
	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月
对照组 (n=40)	2.24±0.19	2.08±0.22	0.73±0.17	0.62±0.18*	0.57±0.16	0.51±0.08*	0.48±0.09	0.28±0.06*
研究组 (n=40)	2.26±0.20	2.03±0.23	0.72±0.17	0.44±0.06*	0.58±0.16	0.38±0.09*	0.49±0.09	0.21±0.05*
t值	0.459	0.994	0.263	6.000	0.280	6.828	0.497	5.668
P值	0.648	0.324	0.793	<0.001	0.781	<0.001	0.621	<0.001

注: \*表示与本组矫治前比较,  $P < 0.05$ 。

组别	AST/( $\mu$ U/30 s)		ALP/( $\mu$ U/30 s)		sICAM-1/(ng/ml)		GSH-Px/(ng/ml)	
	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月	矫治前	矫治后30个月
对照组 (n=40)	107.78±13.95	308.22±45.66*	47.98±8.55	85.42±11.35*	138.01±16.35	193.55±24.75*	158.98±22.34	376.56±25.14*
研究组 (n=40)	107.92±15.44	248.03±35.23*	46.30±8.47	71.57±9.32*	139.27±16.12	168.42±21.33*	157.26±21.10	435.62±28.65*
t值	0.043	6.601	0.883	5.964	0.347	4.864	0.354	9.800
P值	0.966	<0.001	0.380	<0.001	0.729	<0.001	0.724	<0.001

注: \*表示与本组矫治前比较,  $P < 0.05$ 。

一般,下前牙局部牙龈乳头增生,修复体处牙龈尚可;矫正治疗结束,口腔卫生可,下前牙区牙龈红肿已消退,修复体处牙龈未见异常。见图2。



注: A. 矫治前; B. 矫治中; C. 矫治结束

图2 无托槽隐形矫治联合烤瓷冠修复治疗前后

### 3 讨论

固定矫治器能够准确有效地纠正错殆,但传统直丝弓固定矫治器需要通过托槽对牙齿进行定位,在使用过程中,很可能在牙龈上形成大量的菌斑,导致牙龈发生肿胀、出血等炎症反应,同时也会影响到口腔卫生<sup>[8]</sup>。

由于采用了透明聚合物材料,无托槽隐形矫治器的使用,使其几乎达到了完全的隐形状态,使面部的美学功能得到了基本保障,而通过三维重构技术倒模,能够完成个性化的隐形矫治器,所以在佩戴的舒适度上,较固定矫治器要高<sup>[9-10]</sup>。无托槽隐形矫治器的正畸力来自形变后热冲压薄膜的弹性,利用三维重构技术,可在一定程度上预测其矫正效果,且矫正力及作用时间可控制,方便在佩戴过程中及时调节,避免矫正中重复运动,减少牙齿脱落的危险<sup>[11-12]</sup>。研究结果发现,与对照组比较,研究组正畸治疗总有效率更高,SBI、GI、DI则更低,进一步证实无托槽隐形矫治应用于正畸患者中能够改善患者的牙周健康,提高患者的正畸治疗效果。

如果佩戴不当,就会在一定程度上影响到正畸患者口腔的清洁水平,破坏了口腔微生物的生态平衡,导致了口腔中的病原菌大量繁殖以及牙周的炎症,Pg、Fn、Tf和Pi等都是牙周炎中检出率较高的病原菌,可以附着在牙周组织上,分泌有毒物质,并促使炎性因子的释放,对牙周组织造成损害<sup>[13]</sup>。sICAM-1是一种重要的免疫调节因子,具有调节炎症反应的作用;GSH-Px是一种能反映细胞内抗氧化应激和氧自由基损伤的指标;龈沟液酶的改变能较好地反映牙龈局部的炎性反应,AST、ALP可作为一种较灵敏的生物化学指标来评估牙周组织的健康状况<sup>[14]</sup>。研究发现,与对照组比较,研究组龈下致病菌Tf的检出率、龈沟液AST、ALP、sICAM-1水平更低,龈沟液GSH-Px水平则更高,说明无托槽隐形矫治应用于正畸患者中对其龈沟液炎症氧化应激反应影响较小,抑制其龈下致病菌增殖。分析发现,使用无托槽隐形矫治可自行摘戴,利于清洁,可彻底清洁牙邻面及龈沟,从而减少炎症反应,稳定患者龈沟液相关因子(AST、ALP、sICAM-1、GSH-Px)水平,减轻对牙周组织及口腔黏膜造成的刺激,还可以方便地进行口腔清洁,有效减少牙周炎、菌斑积聚、软垢沉积及牙结石等问题。此外,佩戴无托槽隐形矫治器更有利于口腔卫生维护,使用无托槽隐

形矫治器的患者,其口腔内致病菌的增殖均有显著的降低。

综上,无托槽隐形矫治应用于正畸患者中,能够改善患者的牙周健康,对患者的龈沟液炎症氧化应激反应影响较小,抑制其龈下致病菌增殖,提高患者的正畸治疗效果。

### [参考文献]

- [1] Lee K M, Allareddy V, Rampa S, et al. Applications and challenges of implementing artificial intelligence in orthodontics: a primer for orthodontists[J]. *Semin Orthod*, 2024,30(1):72-76.
- [2] Alzahrani H F, Devanna R, Althomali Y, et al. Impact of digital orthodontics on maxillary protraction with implants in children with skeletal Class III: a systematic review and meta-analysis[J]. *Saudi Dent J*, 2024,36(2):240-248.
- [3] 孙海涛,冯小东. 传动直丝弓矫治技术与无托槽隐形矫治对错殆畸形患者的临床效果对比研究[J]. *临床口腔医学杂志*, 2021,37(4):218-221.
- [4] 张杰妮,张国莉,孙继男,等. 传动直丝弓技术非手术矫治骨性III类患者的下切牙角度及牙槽骨形态学变化分析[J]. *中华口腔正畸学杂志*, 2021,28(3):121-125.
- [5] 郑琳琳,王秀奎,范海霞,等. 无托槽隐形矫治器和唇侧固定矫治器对正畸患者牙周状况及牙根吸收的影响[J]. *中国医师杂志*, 2024,26(1):58-62.
- [6] 郜罕,刘洁,王慧敏,等. 无托槽隐形矫治器对牙周病正畸患者的临床效果观察[J]. *北京医学*, 2023,45(5):427-431.
- [7] 傅民魁. 口腔正畸学[M]. 5版. 北京:人民卫生出版社,2007:1-10.
- [8] Ahmed S, Alghabban R, Alqahtani A, et al. Evidence of effectiveness of lingual orthodontics as an alternative to conventional labial orthodontics. a systematic review[J]. *Cureus*, 2024,16(1):e51643-e51643.
- [9] 景潞华,赵琳,冯云霞. 无托槽隐形矫治对下切牙压低效率的临床效果研究[J]. *中国临床实用医学*, 2020,11(4):13-17.
- [10] 张喆,张丹妮,李英杰,等. 牙周组织再生术联合口腔正畸治疗牙周炎临床疗效研究[J]. *创伤与急危重病医学*, 2019,7(3):181-183.
- [11] 潘晓岗. 无托槽隐形矫治在牙周病患者正畸治疗中的应用[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020,55(8):546-550.
- [12] 辛鑫,张雨茵,白利广,等. 无托槽隐形矫治对正畸治疗患者牙周指数的影响及其美学效果分析[J]. *中国美容医学*, 2024,33(8):130-134.
- [13] 李菲,范红,延泽宁. 正畸治疗对口腔细菌微生态的影响[J]. *现代口腔医学杂志*, 2022,36(3):192-196.
- [14] 郜罕,王慧敏. 无托槽隐形矫治器与固定矫治器对正畸治疗患者龈沟液可溶性细胞间黏附分子-1、白介素-1 $\beta$ 、基质金属蛋白酶-8及超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶水平的影响[J]. *陕西医学杂志*, 2021,50(11):1408-1411,1419.

[收稿日期]2024-10-11

本文引用格式:钱超,谷妍. 无托槽隐形矫治对正畸患者牙周健康指数和龈沟液相关因子的影响[J]. *中国美容医*, 2025,34(12):174-177.