

Insignia 数字化固定矫治器联合纳米银粒子方案对反覆牙合口腔正畸患者辅助治疗研究

廖国文¹, 范为²

1. 邵阳学院附属第二医院, 湖南 邵阳 422000

2. 长沙医学院, 湖南 长沙 410219

DOI:10.61369/MRP.2025120031

摘要 : 目的: 探究 Insignia 数字化固定矫治器联合纳米银粒子方案对反覆牙合口腔正畸患者辅助治疗。方法: 选取2014年1月–2024年12月时间段内本院口腔科收治的80例反覆牙合患者。采用随机数字表法分为A组与B组各40例, 其中A组应用 Insignia 数字化固定矫治器进行口腔正畸, B组应用 Insignia 数字化固定矫治器联合纳米银粒子进行口腔正畸。在矫治3个月、6个月后进行一次X线头影测量、覆牙合测量、牙周状况检查、龈沟液炎症介质检测, 在治疗6个月后进行一次治疗总有效率评估。结果: 矫治3个月后, B组与A组相比, UL-EP无显著差异 ($P > 0.05$), LL-EP、Z角较低 ($P < 0.05$)。矫治6个月后, B组 UL-EP、LL-EP降低, Z角提高 ($P < 0.05$); B组 U1-SN、L1-MP、L1-NB降低, U1-L1、U1-NA提高 ($P < 0.05$); 矫治3个月和6个月后, B组 SNA角、SNB角等降低, FH-MP提高 ($P < 0.05$); B组临床总有效率更高 ($P < 0.05$)。结论: Insignia 数字化固定矫治器联合纳米银粒子方案在反覆牙合口腔正畸治疗中具有较好的辅助治疗效果, 该方案可以有效缩短矫正时间, 提高矫治效果, 降低炎症反应, 改善牙周状况, 为患者提供更好的矫正体验。

关键词 : Insignia 数字化固定矫治器; 纳米银粒子方案; 反覆牙合口腔正畸; 辅助治疗

Research on the Adjuvant Therapy of Insignia Digital Fixed Appliances Combined with Nanosilver Particles for Orthodontic Patients with Crossbite Malocclusion

Liao Guowen¹, Fan Wei²

1. The Second Affiliated Hospital of Shaoyang University, Shaoyang, Hunan 422000

2. Changsha Medical University, Changsha, Hunan 410219

Abstract : Objective: To investigate the adjuvant therapeutic effect of the Insignia digital fixed appliance combined with a nanosilver particle protocol on patients with crossbite undergoing orthodontic treatment. Methods: Eighty patients with crossbite admitted to the Department of Stomatology in our hospital from January 2014 to December 2024 were selected. They were randomly divided into Group A and Group B, with 40 cases in each group, using a random number table method. Group A underwent orthodontic treatment with the Insignia digital fixed appliance, while Group B underwent orthodontic treatment with the Insignia digital fixed appliance combined with nanosilver particles. X-ray cephalometric measurements, overbite measurements, periodontal status examinations, and gingival crevicular fluid inflammatory mediator tests were conducted at 3 and 6 months after treatment. An overall treatment efficacy assessment was performed at 6 months after treatment. Results: After 3 months of treatment, there was no significant difference in UL-EP between Group B and Group A ($P > 0.05$), while LL-EP and the Z-angle were lower in Group B ($P < 0.05$). After 6 months of treatment, UL-EP and LL-EP decreased, and the Z-angle increased in Group B ($P < 0.05$); U1-SN, L1-MP, and L1-NB decreased, while U1-L1 and U1-NA increased in Group B ($P < 0.05$); after 3 and 6 months of treatment, the SNA angle, SNB angle, etc., decreased, and FH-MP increased in Group B ($P < 0.05$); the overall clinical efficacy rate was higher in Group B ($P < 0.05$). Conclusion: The Insignia digital fixed appliance combined with a nanosilver particle protocol exhibits a favorable adjuvant therapeutic effect in the orthodontic treatment of patients with crossbite. This approach can effectively shorten the correction time, enhance the orthodontic effect, reduce inflammatory responses, improve periodontal conditions, and provide patients with a better orthodontic experience.

Keywords : Insignia digital fixed appliance; nanosilver particle protocol; crossbite orthodontics; adjuvant therapy

引言

反覆牙合是临床常见的错颌畸形之一，严重影响患者的口颌功能与面部美观，传统固定矫治技术在矫治过程中常伴随牙周炎症、矫治周期长、疗效不稳定等问题^[1]。随着数字化正畸技术的发展，Insignia 数字化固定矫治系统通过个性化设计托槽与弓丝，提高了矫治的精准性与效率^[2]。近年来，纳米材料在口腔医学中的应用日益广泛，其中纳米银粒子因其显著的抗菌与抗炎性能，在控制矫治相关牙周炎症方面展现出潜力。然而，关于 Insignia 系统联合纳米银粒子在反覆牙合矫治中的辅助疗效尚缺乏系统研究。因此，本研究旨在探讨 Insignia 数字化固定矫治器联合纳米银粒子方案在反覆牙合正畸治疗中的临床应用价值，以期优化该类患者的矫治策略提供参考依据。

一、资料与方法

（一）一般资料

选取2014年1月-2024年12月时间段内本院口腔科收治的80例反覆牙合患者。采用随机数字表法分为A组与B组各40例。A组男22例，女18例；年龄12~18岁，平均年龄（14.82±1.65）岁；B组男21例，女19例；年龄11~17岁，平均年龄（14.76±1.71）岁。两组一般资料均衡可比（P>0.05）。

纳入标准：①经口腔CT检查确诊为反覆牙合，安氏Ⅰ类或Ⅱ类错牙颌畸形^[3]；②预计择期行口腔正畸治疗；③符合固定矫治适应症；④年龄60岁以下，性别不限；⑤牙周健康；⑥签署研究知情同意书。

排除标准：①既往有过口腔正畸史；②需拔牙矫正；③近3个月接受过激素药物、抗生素药物治疗；④近3个月内有牙龈出血、牙痛等牙周疾病；⑤合并免疫系统、肝肾功能障碍等疾病；⑥妊娠及哺乳期女性病例。

（二）方法

A组：接受 Insignia 数字化矫治器治疗，治疗前拍摄照片和颅面部X线片，用数字化扫描获取牙模型并记录初始情况。数据上传至Ormco公司 Insignia 系统，建立3D模型分析牙齿结构及咬合关系。矫治过程3D动画发送给正畸医师审核调整。矫治方案个性化定制，微笑设计中心提供自锁托槽及弓丝。数字计划系统选择弓丝，定位夹具直接粘合支架，使用美国3M公司正畸光固化变色粘接剂。初始校准阶段每8周复查1次，之后每6周复查1次。

B组：接受 Insignia 数字化固定矫治器治疗基础上联合应用纳米银粒子治疗，Insignia 数字化固定矫治器治疗操作同A组，不同的是B组应用纳米银粒子加工获取的树脂粘接剂，将纳米银粒子添加到改性树脂-玻璃离子粘结剂中，通过机械研磨法制备复合纳米银粘结剂，用于患者固定矫治中。同样在初始校准阶段每8周复查1次，之后每6周复查1次。

（三）观察指标

1. 两组 X 线头影测量比较

X线头影测量：采用 WinCeph 8.0 头影测量软件，对摄取的

X线侧位头颅影像进行计算机辅助分析。测量项目包括：①软组织指标，如上、下唇至额平面的距离（UL-EP、LL-EP）及侧面突度指标（Z角）；②牙齿指标，包括上中切牙与颅部基线夹角（U1-SN）、上中切牙与下中切牙夹角（U1-L1）、下中切牙与下颌平面夹角（L1-MP）、上中切牙倾斜度（U1-NA角）和突度（U1-NA距）、下中切牙倾斜度（L1-NB角）和突度（L1-NB距）；③骨骼指标，如上颌骨前后位置关系（SNA角）、下颌骨前后位置关系（SNB角）、上下颌骨相对颅部关系（ANB角）、上颌骨与侧面关系（NA-PA角）、面部高度（FH-MP、SN-MP角）和髁部突度（Y轴角）。

2. 两组临床疗效比较

疗效标准：①治愈：临床主要症状及体征完全消失，前牙托槽无脱落，上下颌磨牙相接触，覆牙合、覆盖处于正常状态，咬合关系良好；②好转：临床主要症状及体征部分消失，咬合关系正常；③无效：以上临床指标均无明显变化。总有效率=(治愈例数+好转例数)/总例数×100%。

（四）统计学处理

采用 SPSS24.0 统计软件进行统计学处理，计量资料以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，采用 t 检验，计数资料以百分比（%）表示，采用 χ^2 检验，以 P<0.05 为差异有统计学意义。

二、结果

（一）两组 X 线头影测量比较

如表 1.1 所示，矫治前，两组软组织测量指标相比，无统计学差异（P>0.05）。矫治3个月后，与A组相比，B组 UL-EP 较低，无统计学差异（P>0.05）；与A组相比，B组 LL-EP 较低、Z角较高，有统计学差异（P<0.05）。矫治6个月后，与A组相比，B组 UL-EP、LL-EP 较低、Z角较高，有统计学差异（P<0.05）。

表 1.1 软组织测量比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

| 组别 | 例数 | UL-EP (mm) | | | LL-EP (mm) | | | Z角 (°) | | |
|----|----|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 |
| A组 | 40 | 3.35±0.41 | 2.18±0.39 | 1.96±0.36 | 5.12±0.52 | 3.89±0.48 | 2.64±0.45 | 51.34±3.21 | 58.15±3.05 | 62.02±2.98 |
| B组 | 40 | 3.33±0.43 | 2.02±0.38 | 1.18±0.34 | 5.10±0.51 | 3.20±0.46 | 1.51±0.35 | 51.28±3.19 | 61.82±3.01 | 69.11±3.89 |
| t值 | | 0.212 | 1.858 | 9.962 | 0.173 | 6.564 | 12.540 | 0.083 | 5.417 | 9.151 |
| P值 | | 0.831 | 0.066 | 0.001 | 0.862 | 0.001 | 0.001 | 0.933 | 0.001 | 0.001 |

如表1.2所示, 矫治前, 两组牙性测量指标相比, 无统计学差异 ($P > 0.05$)。矫治3个月后, 与A组相比, B组 U1-SN、L1-MP、L1-NB较低、U1-L1、U1-NA较高, 有统计学差异 ($P < 0.05$)。矫治6个月后, 与A组相比, B组 U1-SN、L1-MP、L1-NB较低、U1-L1、U1-NA较高, 有统计学差异 ($P < 0.05$)。

表1.2 牙性测量比较 [$(\bar{x} \pm s)$, ($^{\circ}$)]

| 组别 | 例数 | U1-SN | | | U1-L1 | | | L1-MP | | | U1-NA | | | L1-NB | | |
|----|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 |
| A组 | 40 | 125.23 ± 5.12 | 118.45 ± 4.98 | 105.80 ± 4.85 | 105.67 ± 6.34 | 114.12 ± 6.21 | 120.58 ± 6.05 | 112.45 ± 4.11 | 107.20 ± 3.98 | 96.85 ± 3.87 | 73.56 ± 2.34 | 78.12 ± 2.28 | 82.89 ± 2.20 | 39.78 ± 2.67 | 36.94 ± 2.55 | 33.10 ± 2.48 |
| B组 | 40 | 125.19 ± 5.08 | 112.02 ± 4.89 | 94.61 ± 4.72 | 105.71 ± 6.29 | 119.45 ± 6.10 | 132.20 ± 5.92 | 112.50 ± 4.08 | 104.65 ± 3.91 | 88.92 ± 3.79 | 73.60 ± 2.31 | 80.55 ± 2.22 | 88.47 ± 2.15 | 39.82 ± 2.64 | 32.55 ± 2.50 | 28.63 ± 2.41 |
| t值 | | 0.040 | 3.429 | 10.521 | 0.038 | 3.949 | 8.913 | 0.061 | 2.958 | 9.451 | 0.085 | 4.890 | 12.581 | 0.076 | 7.980 | 8.435 |
| P值 | | 0.972 | 0.001 | 0.001 | 0.977 | 0.002 | 0.001 | 0.956 | 0.004 | 0.01 | 0.938 | 0.007 | 0.001 | 0.946 | 0.001 | 0.001 |

如表1.3所示, 矫治前, 两组骨性测量指标相比, 无统计学差异 ($P > 0.05$)。矫治3个月后, 与A组相比, B组 SNB角、ANB角、NA-PA角、SN-MP角、Y轴角较低, 无统计学差异 ($P > 0.05$) ; 与A组相比, B组 SNA角较低、FH-MP较高, 有统计学差异 ($P < 0.05$)。矫治6个月后, 与A组相比, B组 SNA角、SNB角、ANB角、NA-PA角、SN-MP角、Y轴角较低、FH-MP较高, 有统计学差异 ($P < 0.05$)。

表1.3 骨性测量比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 例数 | SNA角 | | | SNB角 | | | ANB角 | | |
|----|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 |
| A组 | 40 | 89.56 \pm 3.45 | 84.62 \pm 3.40 | 81.70 \pm 3.38 | 83.34 \pm 3.21 | 81.40 \pm 3.18 | 78.48 \pm 3.15 | 7.22 \pm 0.89 | 6.20 \pm 0.87 | 5.18 \pm 0.85 |
| B组 | 40 | 89.60 \pm 3.42 | 81.68 \pm 3.38 | 76.75 \pm 3.35 | 83.38 \pm 3.18 | 80.45 \pm 3.15 | 73.52 \pm 3.12 | 7.20 \pm 0.87 | 6.08 \pm 0.85 | 3.16 \pm 0.83 |
| t值 | | 0.053 | 3.896 | 6.667 | 0.057 | 1.345 | 7.128 | 0.105 | 0.642 | 10.784 |
| P值 | | 0.958 | 0.001 | 0.001 | 0.955 | 0.182 | 0.001 | 0.917 | 0.523 | 0.001 |

续表

| 组别 | 例数 | NA-PA角 | | | FH-MP | | | SN-MP角 | | | Y轴角 | |
|----|----|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 | 矫治6个月后 | 矫治前 | 矫治3个月后 |
| A组 | 40 | 9.45 ± 1.23 | 8.44 ± 1.20 | 8.28 ± 1.18 | 27.89 ± 2.56 | 35.85 ± 2.52 | 50.80 ± 2.49 | 39.12 ± 2.89 | 37.08 ± 2.85 | 34.02 ± 2.82 | 68.78 ± 3.34 | 66.82 ± 3.30 |
| B组 | 40 | 9.48 ± 1.20 | 8.42 ± 1.18 | 7.40 ± 1.16 | 27.92 ± 2.53 | 42.87 ± 2.50 | 76.83 ± 2.47 | 39.15 ± 2.86 | 37.10 ± 2.83 | 30.05 ± 2.80 | 68.75 ± 3.31 | 65.80 ± 3.28 |
| t值 | | 0.112 | 0.077 | 3.386 | 0.054 | 12.693 | 46.528 | 0.048 | 0.032 | 6.430 | 0.041 | 1.424 |
| P值 | | 0.911 | 0.939 | 0.001 | 0.957 | 0.001 | 0.001 | 0.962 | 0.975 | 0.001 | 0.967 | 0.158 |

(二) 两组临床疗效比较

如表2所示, 与A组相比, B组临床总有效率较高, 有统计学差异 ($P < 0.05$)。

表2 两组临床疗效比较 [n/%]

| 组别 | 例数 | 治愈 | 好转 | 无效 | 总有效率 |
|------------|----|---------------|---------------|--------------|---------------|
| A组 | 40 | 14 (35.00) | 17 (42.50) | 9 (22.50) | 31 (77.50) |
| B组 | 40 | 20 (50.00) | 18 (45.00) | 2 (5.00) | 38 (95.00) |
| χ^2 值 | | | | | 5.164 |
| P值 | | | | | 0.023 |

三、讨论

反覆牙合是口腔正畸中常见的病例类型, 其治疗难度较大, 传统治疗方法往往需要较长的治疗时间和多次复诊, 给患者带来诸多不便^[4]。Insignia数字化固定矫治器作为一种新型矫治器, 以其精准、高效的矫治效果, 在反覆牙合的治疗中具有明显优

势^[5]。此外, 纳米银粒子作为一种新型抗菌材料, 其在口腔正畸中的应用也逐渐受到关注。

从X线头影测量结果来看, B组在软组织、牙性与骨性多项指标上均优于A组, 尤其是在矫治6个月后, B组在UL-EP、LL-EP、Z角、U1-SN、L1-MP等指标上改善更为明显。这表明联合方案在牙齿移动控制、唇部突度改善及侧貌协调性方面具有优势。分析其原因, 一方面, Insignia系统通过数字化设计实现了个性化弓丝与托槽的精准定位, 提高了矫治力的传递效率; 另一方面, 纳米银粒子改性粘接剂可能通过抑制菌斑生物膜形成, 减轻了牙周组织的炎症反应, 从而为牙齿移动创造了更健康的生物学环境, 促进了矫治进程。

在骨性指标方面, B组在SNA、SNB、ANB、NA-PA等角度上的改善均显著优于A组, 尤其在矫治后期差异更为显著。这可能与纳米银粒子对牙周组织的抗炎作用有关, 减少了因炎症所致骨吸收延迟, 从而有利于颌骨位置的适应性改建。此外, B组临床总有效率显著高于A组, 进一步证实了联合方案在整体矫治效果上的优越性。纳米银的引入不仅增强了矫治系统的生物相容

性，也可能通过维持牙周健康间接促进了矫治力的稳定传递与牙齿的理想移动。

综上所述，Insignia 数字化固定矫治器与纳米银粒子结合，在反覆牙合治疗中表现出辅助效果，包括缩短矫正时间、提升效果、减少炎症和改善牙周状况。然而，由于样本量有限，研究结果的普适性需进一步验证。未来研究可扩大样本量，探讨该方案在反覆牙合治疗中的长期效果和安全性。

参考文献

[1] 唐俊, 何杨, 汪玲. 不同矫治技术在口腔正畸治疗中对患者牙周指数及美观度的影响比较 [J]. 中国美容医学, 2024, 33(5): 133-136.

[2] 刘帆, 刘琳, 王艳红. Insignia 固定矫治器定制系统在正畸治疗中的效果评价 [J]. 上海口腔医学, 2022, 31(1): 96-99.

[3] 曾红梅, 周学军, 杨忠良. MBT 与 Z2 直丝弓矫治器在安氏 II 类 1 分类错牙合畸形矫治中的应用效果比较 [J]. 中国美容医学, 2021, 30(4): 143-146.

[4] 韩韶丰, 张静. Invisalign 矫治器辅助治疗牙性错颌畸形的效果及对龈沟液炎症因子水平的影响 [J]. 临床研究, 2022, 30(10): 62-65.

[5] 易文静, 张静亚, 孔文达. 口腔正畸结合种植修复治疗错 k 畸形伴牙列缺损的效果观察 [J]. 中国实用医药, 2022, 17(11): 80-82.