

数字化时代的正畸牵引：一项技术说明

目的：本病例系列报道的目的是对各种个性化、CAD/CAM 制造的正畸牵引矫治器的功能进行测试。这些矫治器具有刚性强和制造精度高的特点。此外，可以对正畸力的向量进行三维的精确设计。**方法和材料：**由一个多学科的治疗团队对三名牙齿折断位置较深的患者进行综合诊断后，确定每位患者的个性化牵引方案（慢速或快速牵引）。基于口内扫描的数据，使用选择性激光熔化对个性化牵引器进行数字化设计和制造。在牵引过程中，力的向量也得到了精确的设计。牵引器被放入口内后，牵引力精确地按照牵引方案中所设计的施加于牙齿上。牙齿被牵出后进行了保持，如有必要，则进行永久修复。**结果：**三例患者的目标牙齿全都被成功地牵出。而且，在整个治疗过程中，牵引器保持了良好的清洁性和高度的佩戴舒适性，牵引力也得到了精确的施加。**结论：**所测试的数字化流程用于实现简单精确的正畸牵引，其临床效果得到了证实。这项流程在整个治疗过程中保证了以下几个方面：力系统的精确设计和应用；改善牙周卫生；改善了矫治器佩戴的舒适性，而且不会影响患者现有的咬合。

关键词：数字化正畸牵引，正畸支抗程序，正畸矫治器设计，正畸牵引，根折

Carolien A. J. Bauer (德)
正畸科规培医师
Christopher J. Lux 教授 (德)
医疗主管
Lutz D. Hodecker 博士 (德)
主治医师

海德堡大学医院正畸综合门诊

通讯作者：

Carolien A. J. Bauer
carolien.bauer@med.uni-heidelberg.de

特邀编译：郑旭教授

1973 年，Heithersay 首次描述了用于保留严重受损牙齿的正畸牵引治疗，他使用多带环矫治器来实现这种治疗。¹在接下来的几年中出现了其他几种正畸牵引方法。这些方法或使用活动或使用固定矫治器，有的应用传统固定矫治，有的应用局部固定矫治，应用牙性和 / 或骨皮质支抗。这些方法的区别在于力传导的力学装置不同，比如弹簧、橡皮链、支抗钉或弓丝技术。²⁻⁷每种方法在力的大小、持续性和方向、临床管理、治疗周期和佩戴舒适性方面都有所不同，并且根据患者的具体情况和跨学科治疗的需要来进行协调。

有两种正畸力牵引策略：慢速或快速牵引。在慢速牵引中使用轻而持续的力量作用较长时间，使牙齿周围的软硬组织随着牙根的牵出一起发生改建。牙齿移动距离为每个月 1 mm。⁸与之相反的是，快速牵引在使残根牵出的过程中不伴随牙槽嵴和软组织的改建。鉴于这个原因，除了牵引力更大以外【少则 50 gf (0.5 N)，大则 230 gf (2.3 N)】，Pontoriero 等人⁹还建议在局部麻醉下进行牙槽嵴上纤维环切术作为辅助治疗措施。⁷⁻¹¹一旦达到所需要的牵引距离，即佩戴 6 到 12 周的固定保持器或多托槽矫治器，用以保持和防止复发。^{1,12}

正畸牵引的适应证范围很广。它可以用于牙外伤、口腔修复学、保守牙科，以及经典的在正畸学中的应用。在许多情况下，保留牙齿是首要的考虑因素。牵引的目的是为合理的修复治疗创造足够的牙根高度，同时保留肩台的设计，¹³建立合理的生物学宽度^{14,15}——理想情况下应同时保持不小于 1:1 的健康冠根比。¹⁶其他适应证包括阻生或错位牙的移动，以及作为种植治疗前的“正畸拔牙”，在这种情况下，通过对牙齿缓慢且完全的牵引来刺激牙槽窝发生骨化，从而为种植增加骨量。¹⁷

替代方案包括手术牵引¹⁸和牙冠延长术。¹⁹在手术牵引过程中，牙齿被轻轻地取出，然后以旋转的角度重新植入。²⁰牙根高度的增加是通过旋转的牙根与拔牙窝之间的不匹配来实现的。牙冠延长术利用牙龈切除术，伴或不伴骨成形术，通过减少牙周组织来获得所需的残根高度。这两种方法的特点都是快，但具有损伤性。^{21,22}这种情况下，要获得美观的牙龈形态特别困难，因为手术会导致龈缘的退缩，或者在理想情况下保持不变。但是软硬组织的重建是不可能的。外科手术通常会导致牙龈边缘参差不齐，这是不可取的，尤其是在美学敏感

的前牙区。²³

本病例系列报道的目的是对几种使用 CAD/CAM 技术制造的个性化牵引器进行测试。这些矫治器的特点是刚性强、加工精度高，以及能够三维地设计力的向量。此外，这种矫治器在设计时考虑到了患者的牙周卫生及其现有的咬合状况，目的是实现高度的佩戴舒适性。

方法和材料

在开始治疗之前，所有患者均在德国海德堡大学医院接受了全面的检查，以评估对拟行牵引治疗的患牙进行保留的优点。在预后不明确、复杂牙折或牙齿移位的情况下，除了传统的 X 线片检查外，还使用 3D 成像技术进行诊断。外科、牙体、修复和正畸等跨学科团队相互协调，共同制定适用于特定患者的待牵引牙齿的治疗方案。在制定牵引方案的过程中，根据要进行快速牵引还是慢速牵引来确定力的向量和治疗目标。在数字印模（TRIOS 4, 3Shape 公司）的基础上使用计算机辅助的 3D 技术（3Shape Appliance Designer, 3Shape 公司）对牵引器进行设计，该技术包含了后面个性化的力向量的设计。在后牙区，可以通过橡皮链的挂入点和偏转点来精准地确定力的向量。在前牙区，力的向量通过弓丝技术来获得。除了牵引器之外，如果空间有限，还可以为特定患者的牙齿设计专用附件。该牵引器随后通过计算机辅助程序制造出来。在本病例系列报道中，牵引器是由 orthoLIZE 公司通过使用基底金属合金（remanium® star CrCo 粘合金，登特伦公司）和附加的选择性激光熔化技术（TruPrint 1000, Trumpf 公司）进行数字化设计和制造。在本

病例系列报道中，使用矿物粘接剂 Ketac™ Cem radiopaque（3M 公司）对矫治器进行临时粘接。不需要事先使用金属处理剂对矫治器进行预备，也不需要粘接前对牙齿进行酸蚀。无论是传统的还是个性化的附件，都使用处理剂（Transbond™ XT Primer, 3M 公司）和粘接剂（Transbond™ XT-Light Cure Orthodontic Adhesive, 3M 公司）粘接到需要牵引的牙齿上，而牙齿也预先使用经典的 35% 的磷酸进行酸蚀处理。随后，将一个可以产生力的元件连接上。

本病例系列报道使用了橡皮链或弓丝技术。这些元件的置入是在严格监控力大小的情况下进行的。

病例 1

患者信息

一名 56 岁的男性患者，其左下第二前磨牙发生位于龈上的冠根折，由其全科医生转诊至诊所。这颗牙齿既往进行过根管治疗和修复。他想要对水平折断的牙齿进行修复。

临床发现

临床检查显示，患牙得到了恰当的牙体和修复治疗（图 1）。患者左下第二前磨牙发生牙槽嵴上牙折，已接受牙体牙髓治疗。牙齿对牙髓测试反应呈阴性，不松动，牙龈无炎症，无疼痛，牙槽骨完好。射线片显示有约 3 mm 的水平型骨缺失。根充上方的殆面复合树脂充填完好。

诊断评估

向患者告知检查所见。由于根管充填完好且根尖无炎症，因此，牙根值得保存且预后良好。在椅旁决策制定过程

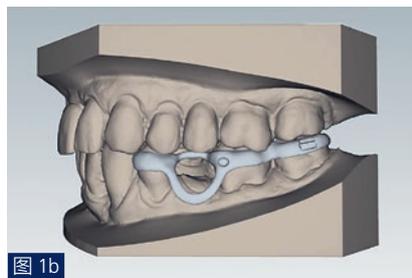


图 1a 至 f: 患者 1 的治疗 (a) 初始诊断: 35 的牙根 (按 FDI 方法命名)。(b) 数字化方案 (orthoLIZE 公司)。(c) 牙龈纤维环切术。(d) 应用向牵引力。(e) 正畸伸长 3 mm, 修复治疗前的情形。(f) 永久修复 (Holger Gehrig 医生)。