

团 体 标 准

T/CHSA 083—2024

下颌骨牵张成骨技术临床应用专家共识

Expert consensus on the clinical application of mandibular distraction osteogenesis technology



2024-11-29 发布

2024-12-29 实施

中华口腔医学会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华口腔医学会口腔颌面创伤及正颌专业委员会提出。

本文件由中华口腔医学会归口。

本文件起草单位：空军军医大学第三附属医院、北京大学口腔医院、上海交通大学医学院第九人民医院、武汉大学口腔医院、四川大学华西口腔医院、中国医科大学附属口腔医院、福建医科大学附属口腔医院、浙江大学医学院附属口腔医院、青岛大学附属医院。

本文件主要起草人：田磊、何黎升、丁明超、张益、王旭东、杨学文、祝颂松、杨鸣良、林李嵩、谢志坚、孙健、刘彦普、李祖兵、卢利、贺洋、商洪涛、蔡卜磊、戴太强。



引 言

颌面部骨骼发育畸形与各种原因所致的骨缺损是临床常见病症，常采用正颌外科手术、骨移植等方式进行治疗，但也存在适应证选择限制和手术损伤较大等问题。牵张成骨技术(distraction osteogenesis, DO)被应用于颌面外科领域以来，为诸多复杂颌骨畸形与缺损的矫治开辟了新的途径，取得了满意的临床效果，被认为是20世纪口腔颌面外科领域的重要进展之一^[1]。

牵张成骨技术指通过对切开后仍保留骨膜、软组织附着以及血供的骨段，施加特定的牵引张力，使牵张间隙内新骨形成，从而达到局部骨增量以纠正骨畸形和缺损的一种外科技术。基于其在牵张力作用下的内源性成骨的特性，也被称为内源性骨组织工程技术。下颌骨牵张成骨技术是基于肢体长骨牵张成骨技术发展而来，随着下颌骨牵张装置和临床研究不断被报道，该技术展示出其特有的优势，逐渐成为治疗下颌骨畸形与缺损的有效手段^[2, 3]。

但由于下颌骨解剖形态不规则，下颌骨缺损或畸形种类各异且严重程度不同，往往涉及一个或多个解剖亚单位，特别是下颌骨牵张成骨的适应证选择、牵张方案设计、围术期管理、并发症防治等缺乏应用规范与共识，直接影响该技术的临床推广与治疗效果。

为了进一步明确下颌骨牵张成骨(mandibular distraction osteogenesis, MDO)的适用范围，规范治疗过程，推动MDO技术更广泛、有效地应用于下颌骨畸形与缺损的治疗，中华口腔医学会口腔颌面创伤及正颌专业委员会汇集国内相关领域著名专家的诊治意见和临床实践经验，同时参考国内外对下颌骨牵张成骨的研究成果，制定“下颌骨牵张成骨技术临床应用专家共识”，以期提高广大同行对MDO技术的认识，确保手术安全进行并获得良好临床治疗效果。



下颌骨牵张成骨技术临床应用专家共识

1 范围

本文件给出了下颌骨牵张成骨技术临床应用的专家共识。

本文件适用于下颌骨牵张成骨的临床应用，包括下颌骨牵张成骨的适应证、禁忌证、下颌骨牵张器种类及适用范围、术前评估、临床应用、术后管理、并发症预防和处理以及颌骨牵张成骨多学科联合治疗。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

下颌骨牵张成骨 mandibular distraction osteogenesis; MDO

通过对下颌骨切开后的骨段施以特定的牵引张力，利用机体自身的修复再生能力，使骨间隙内形成新骨以达到骨延长/骨增量，从而实现自体组织原位再生，达到改善容貌和重建功能的一项技术。

注：下颌骨牵张成骨的基本过程是通过将骨骼截开，安放牵张器，经过一定的间歇期(5 d~7 d)，缓慢牵张截骨间隙(1 mm/d~1.5 mm/d)，从而激发机体组织再生的潜力，在牵张间隙内不断形成新生骨组织，同时可以使骨骼周围的肌肉、神经、血管、皮肤等同期增量。根据牵张方式不同，MDO被分为单焦点牵张、双焦点牵张和三焦点牵张。

3.2

单焦点牵张 monofocal distraction osteogenesis

多用于下颌骨的延长或增高，通过一个截骨线形成两个骨段，在两个骨段间施加牵张力，在牵引张力作用下促进骨段间新骨形成。

注：目前颅面骨骼的大部分临床应用多属于单焦点牵张成骨。

3.3

双焦点牵张 bifocal distraction osteogenesis

多用于修复下颌骨节段性缺损，即在骨缺损区一侧截骨，形成一个骨转移盘(transport disk)，施加牵张力于转移盘使其沿特定方向移动，直到与缺损区对侧的骨断端相接，在转移盘的截骨侧形成新骨。

3.4

三焦点牵张 trifocal distraction osteogenesis

常用于修复大范围的下颌骨节段性缺损，即分别在骨缺损区的两端截骨形成两个骨转移盘，并分别施以牵张力于两侧转移盘，使其向缺损区中心移动直至相接，在两个转移盘的截骨侧均形成新骨。与双焦点牵张相比，三焦点牵张成骨可缩短牵张时间。

4 适应证与非适应证

4.1 适应证

MDO主要适用于严重的下颌骨短小畸形和植骨条件较差的下颌骨骨缺损的治疗，主要包括以下类型疾病。

- a) 小下颌畸形：先天发育不全及继发于颞下颌关节强直的小下颌畸形^[4]，包括皮埃尔罗宾序列征(Pierre Robin sequence)、特雷彻·柯林斯综合征(Treacher - Collins syndrome)、纳赫尔综合征(Nager syndrome)、腭心面综合征(velocardiofacial syndrome)等。小下颌畸形伴发重度阻塞型睡眠呼吸暂停综合征(obstructive sleep apnea, OSA)的婴幼儿和儿童患者也是MDO的适应证^[5,6]。

- b) 下颌骨宽度发育不足：牙弓重度狭窄，牙量、骨量的重度不协调^[7]。
- c) 牙槽突高度不足：因先天性发育不足、创伤、骨吸收及下颌骨缺损骨移植后的牙槽突骨量不足^[8]。
- d) 髁突、升支短小或缺失：因先天性畸形、感染、创伤或良性肿瘤切除导致的下颌骨髁突缺损、下颌支短小或缺失的患者。
- e) 半侧颜面短小综合征(hemifacial microsomia)：又称第一、二鳃弓综合征，可导致半侧下颌骨骨量及软组织量严重不足^[9,10]。
- f) 获得性下颌骨缺损：因良性肿瘤、创伤、感染等造成的下颌骨缺损^[11-14]。

4.2 非适应证

4.2.1 与全身情况相关的非适应证

主要包括患有严重的系统性疾病而不能承受手术者（如有严重糖尿病和心脑血管疾病的患者），患有某些系统性骨骼疾病（如骨质疏松症/骨软化症及骨硬化症）的患者，服用双膦酸盐类等严重影响骨代谢的药物的患者，以及精神状态异常无法配合治疗的患者。

4.2.2 与局部情况相关的非适应证

主要包括下颌骨术区存在明显感染者，下颌骨骨质存在明显异常（如患有骨结构不良、骨髓炎或骨坏死）的患者，下颌骨内有良性肿瘤尚未治疗者，下颌骨内恶性肿瘤或骨周恶性肿瘤尚未治疗或治疗未完成者，以及下颌骨接受过放射治疗存在颌骨坏死风险的患者等。

5 下颌骨牵张成骨技术

5.1 MDO 牵张器种类与适用范围

牵张器种类及临床选择：目前应用于下颌骨的牵张器仍以传统的螺旋式牵张器为主，根据牵张器主体与皮肤黏膜的关系可以分为内置式牵张器^[15]和外置式牵张器[图1 a)、b)]；根据牵张方法可以分为间断牵张器和持续牵张器；根据支抗的不同类型可以分为牙支持式牵张器、骨支持式牵张器和混合支持式牵张器。此外，根据下颌骨牵张部位的特殊需求，可以根据特定的缺损部位、范围制作个性化牵张器，如弧形牵张器[图1 c)]、双向牵张器、三焦点牵张器以及种植型牵张器等^[16,17]。



图1 牵张器的种类

内置式牵张器和外置式牵张器均可适用于矫正颌骨畸形，目前外置式牵张器主要用于上颌骨牵张成骨，内置式牵张器主要用于下颌骨牵张成骨。个性化牵张器可以更加精准地确定牵张器的位置和牵张方向。医生应根据患者下颌骨畸形/缺损的特点和临床技术的可实施性选择牵张器的种类、规格、数量，配合应用数字化辅助外科设计，确定牵张器的固位位置、截骨位置和牵张方向^[18]。

5.2 MDO 术前评估

5.2.1 全身评估

全面检查患者的全身情况，包括血常规、凝血功能、呼吸系统、内分泌系统等系统疾病情况，评估有无其他先天性疾病，评估患者是否患有骨质疏松、骨代谢疾病，评估患者是否有使用影响骨代谢药物的治疗史、下颌骨局部放射治疗史，同时也应评估患者的营养状况和精神心理状况。

5.2.2 专科评估

详细评估口腔颌面部的局部情况，包括张口度、咬合关系、面部轮廓、颞下颌关节功能等。此外对于因肿瘤、创伤、感染与先天发育不全等所造成的缺损/畸形，还建议仔细评估病损范围及周围软组织情况。对于伴有OSA的患者应进行全面气道情况评估。

5.2.3 辅助检查

5.2.3.1 X线平片

包括全口曲面断层片和标准头颅正、侧位片，评估颌骨畸形程度和对比牵张效果。

5.2.3.2 螺旋CT或CBCT

螺旋CT或CBCT检查均可以评估颌骨骨质、骨量，也可以评估颌骨畸形和缺损程度以及气道情况。联合应用数字化外科设计软件，还可以将患者颌骨进行数字化三维重建、测量；并观察和定位牙根、牙胚和下牙槽神经管位置，辅助设计截骨线和牵张器位置，模拟牵张成骨过程与效果。

5.2.3.3 多导睡眠监测及内窥镜检查

对严重小下颌畸形伴有呼吸困难，怀疑有阻塞性睡眠呼吸障碍的患者，应进行多导睡眠监测、鼻咽内窥镜等检查和详细评估。

5.3 MDO 的临床应用

5.3.1 术前设计与准备

为精确定位牵张成骨方向、减少手术并发症、缩短手术时间，术前可以应用数字化虚拟设计软件，模拟下颌骨截骨位置，根据颌骨缺损程度确定牵张器的种类和数目以及牵张位置和方向，并可以应用软件设计截骨导板和定位导板，在3D打印的下颌骨树脂模型上预成型牵张器固位臂，试戴截骨导板和牵张器定位导板，术中在导板的辅助下完成截骨和牵张器的定位（图2）^[19]。必要时可以根据临床需求设计、制备个性化牵张器。

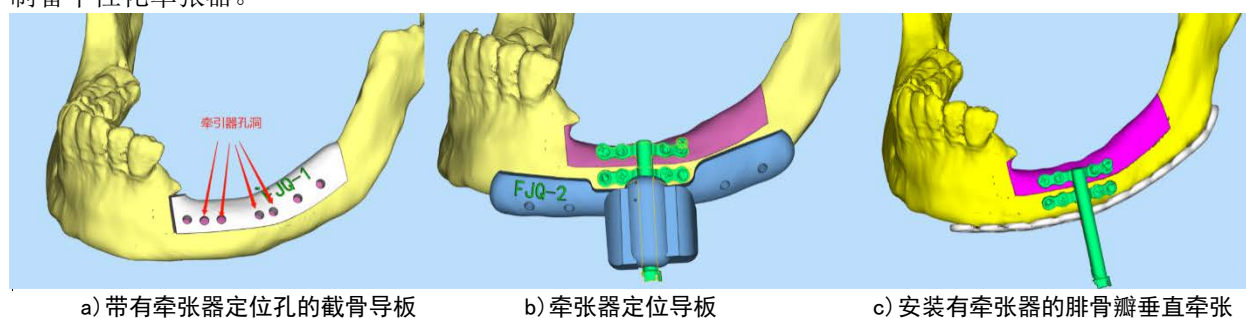


图2 应用数字化外科技术进行腭骨瓣重建的下颌骨垂直向骨牵张

5.3.2 麻醉及手术入路

手术一般建议全麻下进行，局部牙槽突的牵张成骨可以考虑局麻下操作。

手术入路可以选择口内、口外或口内外联合入路，需根据牵张部位以及牵张器的种类、数目等因素进行个性化实施。术中使用侧壁螺丝刀、穿颊器、内窥镜等辅助器械，可以减小或避免口外切口。

5.3.3 手术步骤

MDO手术包括剥离显露与截骨、安放牵张器和试牵张、冲洗缝合伤口以及术后牵张，分述如下。

a) 剥离显露与截骨

术中适当剥离软组织以显露截骨位置，随后根据术前设计全层截开下颌骨颊舌侧骨板。术中使用超声骨刀有利于保护下牙槽神经血管束。截骨和制备钉洞时应避让牙根和牙胚，防止损伤牙齿。

b) 牵张器安放与试牵张

根据术前设计妥善固定牵张器。每个固位臂至少使用 2 枚螺钉固定。牵张器固定的稳定性和牵引方向的正确性是保证有效牵张的重要条件。

牵张器固定后试行牵张 2 mm~3 mm，验证牵张器的稳定性与有效性，若牵张阻力过大应排除截骨不充分或截骨线边缘存在骨阻挡等因素。试牵张无阻力后应将牵张器复位至闭合状态，以减少骨断面的出血。

c) 冲洗缝合伤口

生理盐水冲洗术区后，逐层缝合切口，加力杆穿出部位的软组织应妥善缝合，避免创口感染、裂开。

d) 术后牵张

牵张周期分为间歇期、牵张期和稳定期，一般儿童患者间歇期为 3 d~5 d，成人患者间歇期为 5 d~7 d。每天牵张距离为 1 mm~1.5 mm，分 2~4 次进行牵张。若牵张过程中患者出现疼痛、下唇麻木等症状，可以适当减缓牵张速度，降低牵张频率。牵张的时间长短需要依据术前设计、畸形改善情况以及术后影像学检查结果进行综合分析。

完成牵张后的稳定期，牵张器需原位固定不少于 4 个月，对于老年人等成骨能力较差的患者可以适当延长。

5.3.4 牵张器拆除

稳定期后根据影像学检查观察到的新骨改建情况，决定拆除牵张器的时间^[20,21]。如成骨情况良好，术后应及时拆除牵张器。成骨不良但无感染者，稳定期达 6 个月以上，可拆除牵张器。成骨不良且伴有感染者，需拆除牵张器同期清创，应用适当的接骨板进行固定，后期再根据情况进行植骨手术。拆除牵张器一般选择原手术切口入路，可根据具体情况附加皮肤或黏膜切口。

5.3.5 下颌骨不同部位牵张成骨要点

MDO 不同的牵张部位具有不同的牵张操作特点，分述如下。

a) 下颌支牵张成骨

一般用于延长下颌支高度，主要针对髁突缺失或下颌支短小的牵张治疗。多数设计下颌下切口入路或联合颌后切口入路，下颌支截骨线位置应尽量设计在下颌小舌上方或后方，截骨线一般设计成水平或 L/反 L 形（图 3），并按照设计位置安装和固定牵张器。



a) 下颌支“水平截骨”示意图

b) 下颌支“反L形截骨”示意图

图3 下颌支截骨示意图

- b) 下颌骨体部牵张成骨一般用于延长下颌骨体部长度，可设计下颌下切口入路或口内切口入路，截骨以及牵张器安装中注意保护牙胚、牙根及下颌神经管（图4），固定时建议使用单层骨皮质钉。



图4 下颌骨体部牵张成骨示意图

- c) 下颌骨正中联合牵张成骨^[22]

用于增加下颌牙弓宽度，术前需与正畸医生讨论制定截骨线的位置和牵张的距离。手术设计口内前庭沟切口入路，截骨时注意保护牙根及牙龈，尤其是舌侧附着黏膜（图5）。



图5 下颌正中联合牵张成骨示意图

- d) 下颌骨牙槽突牵张成骨^[23]

制作牙槽骨区的转移盘，向上牵引以增加下颌骨牙槽嵴高度，手术一般设计口内前庭沟切口入路。为了维持远心截骨断端血液供应，剥离骨膜时应避免向牙槽嵴顶及舌侧进行剥离。注意保持牵张方向与牙槽骨增量方向一致，截骨时注意避免形成倒凹而阻挡转移盘移动（图6）。下颌骨节段性缺损使用游离血管化腓骨瓣进行下颌骨重建修复后，亦可使用该方法进行腓骨高度增量。如下颌骨下缘强度不足，应以接骨板加强[图2 c)]，预防意外骨折。



图6 牙槽突牵张成骨示意图

e) 下颌骨多部位的联合牵张成骨

下颌骨缺损或畸形的整复，有时需要进行下颌骨多个部位的联合牵张成骨，如在治疗严重小下颌畸形时，需要同时延长下颌支与下颌骨体部。多部位下颌骨联合牵张成骨治疗的要点与上述各部位牵张成骨要点相同，需要注意的是在放置牵张器时，要避免发生相互干扰而影响牵张过程顺利进行。

5.4 MDO 术后管理

5.4.1 术后注意事项

牵张器植入术后按照手术切口分类和术中实际情况综合考虑，合理应用抗生素，嘱患者预防碰撞，进软食，保持牵张器加力杆周围组织清洁。牵张操作一般由医生完成，若需要由患者家属操作，则应在医生指导下进行，并建议每周一次定期复查。

5.4.2 术后评估

临床评估：应进行包括牵张过程中是否存在感染、下唇麻木等并发症方面的评估，以及牵张成骨的方向、成骨量、颌骨缺损和畸形改善程度等效果性评估，其他评估包括面型变化、呼吸状况、颞下颌关节功能以及咬合的变化等。

影像学评估：牵张期，如果牵张过程顺利，一般无需进行影像学检查。如果出现牵张阻力大等异常情况，则需进行影像学检查，牵张末期建议进行影像学检查以观察牵张效果^[24]。稳定期4个月后建议进行影像学检查以观察成骨情况。

5.5 下颌骨牵张成骨常见并发症的预防和处理^[25]

5.5.1 下牙槽神经损伤

下颌骨体部牵张术中截骨、牵张器放置、牵张速度与频率等因素均可引起下牙槽神经的功能异常，导致术区疼痛或颞部皮肤与下唇黏膜的感觉障碍，但通常症状会逐渐缓解或消失。为了防止神经损伤，术前要设计合理的手术方案，包括确定截骨和牵张器安放位置等；使用超声骨刀截骨有利于避免损伤下牙槽神经；术后进行骨牵张时应控制牵张的速度与频率，以避免对下牙槽神经产生不可逆性的损伤；在牵张过程中一旦出现下唇、颞部麻木，应适当减缓牵张速度和频率，辅助应用营养神经的药物等。

5.5.2 术后伤口感染

MDO 术后伤口感染发生率不高，且感染多局限于术区。术前全口牙周洁治，术中严格的无菌操作，术后进行认真细致的口腔和皮肤护理，围手术期合理使用抗生素，可以减少或避免术后发生感染。一旦发生感染，应规范使用抗生素并加强局部冲洗换药等措施控制感染，一旦感染严重导致牵张器的固位臂松脱，需进行手术清创、拆除并更换牵张器，或延期治疗。

5.5.3 张口受限

下颌骨牵张成骨对颞下颌关节的影响较小，最常见的症状是颞下颌关节区疼痛，在髁突或升支部位垂直向牵张成骨过程中，部分患者会出现暂时性张口困难，个别患者在牵张结束后可能发生关节强直^[26, 27]。颞下颌关节的损伤与牵张速率相关，建议控制每天牵张 1.0 mm 范围以内，避免造成颞下颌关节

明显损伤，若牵张过程中出现明显颞下颌关节区症状，可以采取适当回牵方法观察症状变化。牵张术后应早期进行张口功能锻炼，若牵张结束后出现关节强直，需行关节成形术。

5.5.4 成骨不良和不足

成骨不良包括牵张成骨区过早骨化和成骨质量不佳，牵张速度过慢会引起过早骨化导致难以完成牵张目标；而感染、固定不稳定、牵张速度过快、局部缺血等原因会导致牵张区形成纤维组织连接，成骨质量不佳。成骨不足指牵张成骨区成骨量不够，主要由于牵张器的有效工作长度选择错误，未能达到实际牵引需求量。术前计算牵张成骨距离并选择合适牵张器，可以有效预防成骨不足。

5.5.5 与牵张器相关的并发症

常见的牵张器装置故障包括牵张器变形、折断或固位臂松动。牵张器装置故障会导致牵张过程中出现无效牵张和无法牵张，通过影像学检查可以发现牵张器装置故障。术前应检查牵张器质量、根据骨量需求选择合适长度的牵张器种类，进行手术设计时要考虑牵张器固定所需的骨质与骨量；术中应避免重复弯折塑形牵张器的固位臂，保证固位螺钉的数目和稳定性，牵张器安置后需对牵张器进行调试，旋转加力杆确保其可以顺利进行牵张；术后要预防和控制感染，避免因感染而引起固位螺钉松动。

5.5.6 牵张方向不佳

牵张成骨方向与牵张器主体的长轴一致，不正确的牵张方向会导致髁突错位、髁突吸收、错颌畸形、成骨位置不理想等问题，牵张方向不佳与牵张器安装位置不准确以及牵张器的选择有关。合理应用数字化辅助外科技术，可以有效降低牵张方向错误的发生概率^[28]。牵张方向不佳导致的错颌畸形，需要在拆除牵张器后根据情况进行正畸或外科手术治疗。

5.5.7 畸形复发

畸形复发受疾病类型、牵张方式、固定方法等多种因素影响。稳定期时间不足是导致复发的常见因素，如果新生成的骨骼不够致密，无法承受咀嚼肌的牵拉力，可能会导致畸形复发。因此可通过适当过度牵引和延长稳定期，定期影像学检查明确成骨效果。

5.5.8 牙及牙胚损伤

牙及牙胚损伤主要由于下颌骨体部截骨位置以及螺钉固定操作不当引起。在牵张术前通过辅助检查和数字化设计，明确牙及牙胚的位置、牙根走向、牙根间关系，做好术前设计和手术导板^[29]，准确按照设计进行手术，避免造成不必要的牙及牙胚损伤。

5.6 下颌骨牵张成骨的多学科联合治疗

下颌骨牵张成骨的治疗过程较长，下颌骨的形态变化大，会影响患者的面型、气道、咬合关系、颞下颌关节功能等，往往需要多学科协同，才能达到最终的治疗目的。在进行下颌骨牵张成骨治疗前，可以与正畸医师进行联合会诊，共同制定系列治疗方案；在治疗过程中，可以与颞下颌关节科医师联合评估患者关节症状，也可与正畸医师、口腔修复医师联合评估是否达到牵张目标或判断牵张成骨的临床效果；在牵张治疗结束后，还需要根据治疗目标进行正畸治疗以调整牙齿咬合，以及进行颞下颌关节治疗、正颌外科手术、种植修复等。

参 考 文 献

- [1] 贝尔,格雷罗,王兴,等. 颅颌面部骨骼牵引成骨[M]. 北京:人民卫生出版社,2011.
- [2] 张震康,俞光岩. 口腔颌面外科学[M]. 2版. 北京:北京大学医学出版社,2013.
- [3] ROSSINI G, VINCI B, RIZZO R, et al. Mandibular distraction osteogenesis: a systematic review of stability and the effects on hard and soft tissues[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2016, 45(11):1438-1444.
- [4] 张武阳,贾骏麒,赵天一,等. 牵张成骨序列治疗颞下颌关节强直及继发畸形[J]. *实用口腔医学杂志*, 2017, 33(2):249-253.
- [5] FRITZ M A, SIDMAN J D. Distraction osteogenesis of the mandible[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 12(6):513-8.
- [6] 罗冬元,周年苟,陈亦阳,等. 牵张成骨后皮罗序列征患儿的体质量变化[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(31):4927-4931.
- [7] ALKAN A, OZER M, BAŞ B, et al. Mandibular symphyseal distraction osteogenesis: review of three techniques[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 36(2):111-117.
- [8] SEZER B, KOYUNCU B Ö, GÜNBAŞ T, et al. Alveolar distraction osteogenesis in the human mandible: a clinical and histomorphometric study[J]. *Implant Dent*, 2012, 21(4):317-322.
- [9] POLLEY J W, FIGUEROA A A. Distraction osteogenesis: its application in severe mandibular deformities in hemifacial microsomia[J]. *J Craniofac Surg*, 1997, 8(5):422-430.
- [10] 付菲,丁明超,田磊,等. 第一、二鳃弓综合征诊疗进展[J]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2018, 12(2):126-130.
- [11] CHOPRA S, ENEPEKIDES D J. The role of distraction osteogenesis in mandibular reconstruction[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2007, 15(4):197-201.
- [12] WANG J J, CHEN J, PING F Y, et al. Double-step transport distraction osteogenesis in the reconstruction of unilateral large mandibular defects after tumour resection using internal distraction devices[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 41(5):587-595.
- [13] 苏成利,祝颂松,李运峰. 输送盘牵张成骨修复重建下颌骨节段性缺损[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(35):5604-5609.
- [14] 詹璐,杨雨菲,罗依麟,等. 牵张成骨重建下颌骨节段性缺损术后数字化种植修复的3年回顾性病例系列研究[J]. *口腔颌面外科杂志*, 2022(2).
- [15] GUERRERO C A, BELL W H, CONTASTI G I, et al. *Intraoral mandibular distraction osteogenesis*[M]. Springer International Publishing, 1999.
- [16] DAVIDSON E H, BROWN D, SHETYE P R, et al. The evolution of mandibular distraction: device selection[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 126(6):2061-2070.
- [17] 周扬,周丽斌,朴正国. 弧形牵张成骨的前景及应用[J]. *中国组织工程研究*, 2019, 23(15):2436-2442.
- [18] HANY H E, EL HADIDI Y N, SLEEM H, et al. Novel Technique and Step-by-Step Construction of a Computer-Guided Stent for Mandibular Distraction Osteogenesis[J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30(7):2271-2274.
- [19] YU H, WANG B, WANG M, et al. Computer-Assisted Distraction Osteogenesis in the Treatment of Hemifacial Microsomia[J]. *J Craniofac Surg*, 2016, 27(6):1539-1542.
- [20] 刘彦普,邵祯,刘宝林,等. 下颌骨牵张成骨和牵张器拆除时机的评价[J]. *中国组织工程研究*, 2003, 7(1):42-43.
- [21] 龙洁,樊瑜波,田卫东,等. 下颌骨牵张成骨中牵张器拆除时机的实验研究[J]. *口腔颌面外科杂志*, 2006, 16(2):102-105.
- [22] DE GIJT J P, VERVOORN K, WOLVIUS E B, et al. Mandibular midline distraction: a systematic review[J]. *J Craniofac Surg*, 2012, 40(3):248-260.

[23] POLO W C, CURY P R, SENDYK W R, et al. Posterior mandibular alveolar distraction osteogenesis utilizing an extraosseous distractor: a prospective study[J]. J Periodontol, 2005, 76(9):1463-1468.

[24] 喻幸娜, 侯世达, 黄弋欢, 等. 下颌骨牵张成骨术后1~3年稳定性的回顾性研究[J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2019, 13(2):32-38.

[25] MASTER D L, HANSON P R, GOSAIN A K. Complications of mandibular distraction osteogenesis[J]. J Craniofac Surg, 2010, 21(5):1565-1570.

[26] 皮纳, 侯敏. 不同部位牵张成骨术对颞下颌关节影响的研究进展[J]. 口腔医学研究, 2018, 34(9):3.

[27] SCHLUND M, TOUZET-ROUMAZEILLE S, NICOT R, et al. Temporomandibular joint ankylosis following mandibular distraction osteogenesis: a dreadful complication[J]. J Craniofac Surg, 2020, 31(1):222-225.

[28] KANG S H, TAK H J, PARK H W, et al. Fully-customized distraction assembly for maxillofacial distraction osteogenesis: a novel device and its experimental accuracy verification[J]. Head Face Med, 2020, 16(1):31.

[29] WANG C, CHEN Y, YOU Y, et al. Surgical template to minimize the damage of tooth buds in young children with mandibular distraction osteogenesis[J]. J Craniofac Surg, 2016, 27(7):1732-1734.

