

肌激动器的临床应用与研究

赵福燕^{1,2} 霍雷¹综述 李玉如¹审校

(1. 郑州大学口腔医学院第四附属医院口腔正畸科 郑州 450044;

2. 杭州雅正口腔门诊部 杭州 310003)

[摘要] 肌激动器是功能矫治器的一类,主要用于矫治生长发育高峰前期或高峰期的安氏 Ⅱ类错殆畸形,并能获得良好的临床效果,从而受到国内外学者的关注。本文对此类矫治器的矫治时机、临床应用的注意问题、改良设计、对骨和牙槽骨的效应、对颞下颌关节和咀嚼肌运动的影响及其稳定性作一综述。

[关键词] 肌激动器; 安氏 Ⅱ类错殆畸形; 功能矫治器

[中图分类号] R 783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1673-5749.2011.06.028

Clinical application and research on activator Zhao Fuyan^{1,2}, Huo Lei¹, Li Yuru¹. (1. Dept. of Orthodontics, The Fourth Affiliated Hospital, College of Stomatology, Zhengzhou University, Zhengzhou 450044, China; 2. Hangzhou Yazheng Dental Hospital, Hangzhou 310003, China)

[Abstract] The activator is one of the functional appliances. Activator could be used to correct Angle class malocclusion before growth or at growth period, and eventually, conduce desirable effects. Nowadays, scholars and clinical dentists from all over the world pay a great deal of attention to different kinds of activator. This review concentrates on the effects of activators, which consist of correction timing, matters needing attention for clinical application and modified design. Moreover, it is indicated here that bone impacts and the effects on the activities of masticatory muscles and temporomandibular joints should be considered gravely, and also the long-term stability of the effects after activator treatments.

[Key words] activator; Angle class malocclusion; functional appliance

安氏 Ⅱ类错殆畸形是正畸临床上最常见的错殆畸形类型之一。在美国, Ⅱ类错殆畸形的患者约占总人口的1/3^[1],其主要原因是下颌后缩^[2]。傅民魁等^[3]的研究显示:安氏 Ⅱ类错殆畸形的患者占调查人数的20.05%。邹冰爽等^[4]对安氏 Ⅱ类1分类错殆畸形患者颅面类型的研究表明:下颌后缩为主要指征者占49%。因此,对安氏 Ⅱ类错殆畸形患者的早期治疗非常重要。

1 肌激动器的发展和适用范围

功能矫治器起源于欧洲,其历史可追溯到1879年由 Kingsley 发明的咬合跳跃式矫治器。1908年,Andresen 设计出 Activator 矫治器,即狭义的肌激动器,在临床应用中又经不断改良和完善,主要用于矫治青春发育高峰前期或高峰期的安氏 Ⅱ类1分类错殆畸形的患者,同时还可用于

安氏 Ⅱ类2分类、轻度骨性 Ⅱ类、功能性安氏 Ⅱ类、从息止殆位至习惯位有正常闭合道的骨性 Ⅱ类和开殆等错殆畸形。从广义上讲,肌激动器是指通过改变下颌位置刺激咀嚼肌兴奋,由此产生的力通过矫治器传递至牙齿和颌骨,起到功能性颌骨矫形的一类矫治器。属于此类的矫治器有肌激动器、生物调节器、咬合前移器(Herbst 矫治器)和双殆垫矫治器(Twin-Block 矫治器)等^[5]。

2 肌激动器的矫治时机和有效性

多年来,很多学者的研究显示:肌激动器可将口周肌肉功能性运动所产生的力量传递至牙齿、牙周和颌骨,使其受影响而发生改建^[6-8],其主要应用于生长发育高峰前期或高峰期的安氏 Ⅱ类错殆畸形患者双期矫治的早期矫治,即乳牙晚期或替牙期。Casutt 等^[9]认为:在替牙晚期应用肌激动器较替牙早期疗效更显著,可利用其生长发育潜力进行颌骨间关系不调的矫正。Gianelly^[10]将替牙晚期定义为:除第二乳磨牙外所有乳牙均已替换

[收稿日期] 2010-08-23; [修回日期] 2011-06-02

[作者简介] 赵福燕(1983—),女,吉林人,硕士

[通讯作者] 李玉如, Tel: 13703820429

的牙列阶段。随着循证医学的发展以及患者个体的差异, 20 世纪相继有学者对肌激动器的优越性提出了质疑。一些学者^[11-12]认为: 在临床试验中, 并没有足够证据表明肌激动器进行双期矫治较单期矫治有任何优势, 也并未使二期固定矫治疗程缩短, 同样也未减少拔牙和正颌外科等复杂治疗的可能性; 然而, 从临床应用出发, 肌激动器对 类错殆畸形患者的关系调整和面型改善确实有一定的效果, 其虽然缺乏显著性的骨骼变化, 但这却不影响它矫治 类错殆畸形的关系以及减小覆盖, 而且对患者心理也有良好的作用。

3 肌激动器在临床应用中的注意问题

3.1 肌激动器的咬合重建

临床医生在选择不同作用方式的矫治器时要考虑个体骨面型和个体生长发育的情况。下颌骨由 13 块附着肌与邻近组织相连, 包括矢状、水平和垂直方向位置。制作肌激动器要求确定并复制正确咬合或功能咬合的位置, 根据治疗目标重新定位下颌, 即咬合重建。在重建前, 需对患者情况进行评估, 如有无呼吸通气障碍、有无口腔不良习惯、颞下颌关节有无压痛或弹响等。

下颌不同程度的下降会产生不同的组织反应和力系统, 在咬合重建过程中需遵循以下几个原则^[6, 13]。

1) 矢状向: 安氏 类错殆畸形患者, 下颌前移程度可使前牙至切对切, 磨牙至中性或偏近中关系, 一般前移 5 mm, 但不超过 7~8 mm。若矢状向不调严重, 则可分 2~3 个阶段前移下颌; 若为亚类, 因功能原因导致者, 可仅前移远中关系侧。2) 垂直向: 打开量应大于息止殆间隙, 一般在磨牙区打开 4 mm, 不管是水平向还是垂直向, 下颌位移应至少在一个方向上超过姿势位范围, 这对于激活肌肉并产生肌张力是十分必要的。一般来讲, 下颌前移量与垂直打开量之和在 8~10 mm。据 Sander 于 1983 年的研究显示: 过度伸展的矫治器产生的肌活动增加并不能增强肌激动器的效能^[6]。当咬合重建 6 mm 时, 患者睡眠状态下的最大咬合频率为 12.5%; 当咬合重建 11 mm 时, 患者的最大咬合频率仅 1.1%。3) 若上下中线不一致, 应进行功能分析以确定息止殆位到正中殆位的下颌闭合道; 若因功能性因素引起下颌偏斜者, 在重建咬合时, 应保持上下颌中线一致。4) 患者生长型的考虑: ①对于水平生长型 类错

殆畸形, 功能性下颌后缩且覆盖较大者, 采用水平型咬合重建, 即下颌前伸较多(7~8 mm), 垂直向较少(磨牙区 4 mm), 以避免过度牵张肌肉。此型重建矢状向可产生 3.1~3.9 N 的力, 垂直向 0.7~1.7 N 的力^[6]。②对于垂直生长型 类错殆畸形者, 采用垂直型咬合重建, 即垂直向打开咬合较多(5~6 mm), 前伸向较少(3~5 mm)。口外弓是治疗安氏 类 1 分类错殆畸形患者的另一种方法, 它对上颌抑制作用较强, 且可通过改变牵引力方向抑制上后牙萌出, 但口外弓并不直接促进下颌向前发育。考虑到肌激动器与口外弓的互补作用, 将两者联合组成头帽肌激动器(Headgear-Activator), 用于早期矫治下颌后缩合并下颌平面角增大或合并上颌前突趋势的 类错殆畸形的病例。5) 其他: ①对于 类 2 分类错殆畸形, 下颌强迫性移位者, 应先矫治舌倾的上切牙, 再用肌激动器矫治上下颌骨的矢状关系不调; 反之, 对于上切牙唇倾严重者, 则先内收再行肌激动器治疗, 否则会导致单颗牙的受力过大。②对于上牙弓中段或前段狭窄妨碍下颌前伸者, 可先扩大牙弓, 再戴用肌激动器, 或在肌激动器基托上附置扩弓装置。

3.2 肌激动器的调磨

根据矫治需要, 通过调磨可形成不同的诱导面, 使之与牙齿接触, 而肌肉和软组织产生的力量通过矫治器传至牙齿从而使其移动, 实现三维方向的移动。固位较松的肌激动器所产生力的类型、方向和大小决定调磨的原则^[6, 13-14]。1) 基托与牙接触区会被磨出亮点, 据此可判断施力区, 调整力的方向。力的大小可通过确定牙面与基托接触面积进行估计, 接触面积越大, 力越小。2) 功能殆平面的确定对于矢状关系不调的矫治有重要意义, 其高度和倾斜度是神经、肌肉以及生长发育力作用于牙列的结果。① 类错殆畸形: 应抑制上后牙垂直萌出而促进下后牙向上、向前萌出, 一方面利于整平 Spee's 曲线; 另一方面, 使其在较高的水平位置建立功能殆平面, 有利于建立类磨牙关系。② 类错殆畸形: 引导平面使上后牙近中移动以及向前下萌出, 下颌引导平面与下磨牙近中舌尖接触, 引导其向远中萌出, 并减小其萌出量, 使其在较低的水平位置建立功能殆平面。3) 替牙期需调磨妨碍恒牙萌出处的基托。4) 垂直向控制还包括下切牙的切牙帽, 防止切牙伸长、唇倾。

4 肌激动器的改良设计

肌激动器是早期治疗安氏 Ⅱ 类错殆畸形患者的一种有效方法,为获得或抑制不同区域牙槽骨的变化,临床有多种改良设计,通过引导下颌向前来刺激颌面和下颌生长,以利于患者适应性潜力的释放。

De Pauw 等^[15]设计应用 0.9 mm 不锈钢丝在上颌切牙制作 4 个转矩设置,从而更好地从唇腭向控制上切牙。近些年,磁力矫治系统逐渐增多,其优势在于力系统的无摩擦性、力值和方向的可预计性以及力的不衰减性。Li 等^[16]提出:应用静力磁场和功能矫治器的联合应用不但可促进下颌生长,而且更进一步使下颌向前达到功能性平衡。在临床中还有诸多的改良设计,如李志华等^[17]以 Andresen 肌激动器为主体,改良设计上颌切牙帽,这能够一定程度地避免切牙伸长;同样,还可设计与头帽、J 钩牵引联用,防止颌骨、殆平面顺时针旋转,并对上颌前突和顺时针旋转产生一定的矫形作用。肌激动器还有一类特殊的改良设计,即 1943 年由 Balter 提出的 Biontor 矫治器(生物调节器),其主要是一种通过调节舌位置、促使唇闭合,改善牙弓形态和牙弓关系以确定中性殆的颌骨功能矫治器^[6]。

近 20 多年来的诸多研究表明:多种疾病的发生、发展与睡眠中呼吸障碍有关,阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征(obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome, OSAHS)已成为研究热点,临床表现为患者夜间频发的上气道阻塞和呼吸障碍,并伴有日间嗜睡、记忆力减退等,易诱发心脑血管疾病。Rose 等^[18]研究了 karwetzky 与 silencor[®] 这 2 种设计的改良肌激动器治疗 OSAHS 的疗效,结果显示:2 种矫治器对患者的呼吸参数都有显著性改善,前者较后者更有效。呼吸障碍指数:前者为每小时 5.5 次,后者为 7.3 次;呼吸暂停指数:前者为每小时 3.4 次,后者为 5.8 次。但对于轻度 OSAHS 二者皆有效。Hänggi 等^[19]进行了肌激动器-头帽矫治器结合二期矫治治疗安氏 Ⅱ 类错殆畸形患者咽导气管尺度变化的研究,结果表明:肌激动器-头帽矫治器有使咽管长度增加的潜力,如使舌和咽后壁最小距离增加或咽部面积增加,且增加趋于长期稳定。据现有的资料表明:最长时间可长达 22 年,因此,从一定程度上而言,正畸治疗措施可作为 OSAHS 的一种病因治疗^[20]。一

些学者^[21-22]进行了改良肌激动器在 OSAHS 中作用的研究,结果该肌激动器可减轻上气道阻塞,使相关参数改变,从而改善患者的睡眠质量,对中、轻度和部分重度 OSAHS 患者皆有良好的疗效。

5 肌激动器的效应分析

5.1 肌激动器的颌骨和牙槽骨效应

肌激动器的骨效应多年来就是争论的热点,一些学者^[23-24]认为骨效应是通过抑制上颌生长实现的,而另一部分学者认为是通过刺激下颌骨生长、髁突生长或关节窝改建来实现的。Türkkahraman 等^[25]对肌激动器治疗组与未治疗组进行临床对照研究后发现:肌激动器主要通过刺激下颌生长来矫治安氏 Ⅱ 类错殆畸形的患者,而对上颌骨的生长发育几乎无任何作用。Marşan^[26]通过临床研究发现:肌激动器-头帽矫治器可通过骨效应和牙槽骨效应共同作用来改善患者面部软组织的侧貌,从而使上颌前突、下颌发育不足的 Ⅱ 类错殆畸形患者获得较为明显的疗效。而 Ruf 等^[27]认为:van-beek 肌激动器虽可通过改变髁突和颈部生长方向来矫治 Ⅱ 类错殆畸形的患者,但在矫治患者深覆盖的过程中主要是牙槽骨的效应,而不完全是骨效应。

5.2 肌激动器对颞下颌关节和咀嚼肌运动的影响

传统的观点认为:肌激动器通过下颌骨和髁突的前移,使关节后间隙增加,不仅减小了该区的压力,而且减轻了对关节盘的撞击,恢复了正常的盘-突关系,从而使患者的关节结构趋于协调和稳定。肌激动器对颞下颌关节的适应性改建存在个体和年龄的差异性,而且与作用力的大小、方向和力的持续性有一定的相关性。Creekmore^[28]认为:肌激动器对下颌的生长是由髁突重建或位置改变和关节窝重建共同实现的。Ruf 等^[29]的研究发现:戴用肌激动器组患者的髁突垂直向生长较矢状向生长多,而且颈部垂直向也有增加,进而产生了一定的骨效应。Rabie 等^[30]的研究证明:新骨沉积主要发生在关节窝后部,颞部细胞连续性反应表明关节窝后部的间质细胞顺拉力方向生长,也可能说明在下颌前导中此区域骨沉积增加。周传丽等^[31]应用磁共振成像对肌激动器治疗前后的患者进行关节盘的位置检查,并用 Helkimo 指数评价治疗前后的颞颌关节功能,结果表明:患者原本无关节盘前移位者,治疗不会增加关节盘前移的发生率;若矫治前已存在关节盘前移位,则

治疗后可能会引发或加重颞下颌关节紊乱病,因此,在应用肌激动器治疗前对颞下颌关节的评价至关重要。Ulusoy等^[32]通过三维有限元应力分析来研究单纯肌激动器和头帽肌激动器对下颌的作用,结果发现:二者都可通过刺激咀嚼肌来改变下颌生长的方向、使下颌骨形态变化,其中,下颌骨体较髁突承受更大的应力,肌肉附着区应力值最大,喙突中央和顶部压力最大。

Tabe等^[33]通过咀嚼肌肌电图描记研究肌激动器对咀嚼肌运动的影响,结果发现:患者戴用肌激动器进行自主咬合时,较白天、夜间不进行咬合作时肌肉活动增加,戴用时二腹肌的活动增加,颞肌减少,使颞肌与咬肌的比值下降。这就提示:功能矫治器应在夜间和白天配合自主咬合,以达到咀嚼肌的适应和生长。

5.3 肌激动器的疗效对比分析

关于肌激动器的疗效,诸多学者将其与其他矫治器进行比较。Antonarakis等^[34]对肌激动器或双骀垫、口外弓牵引、功能矫治器-口外牵引联合所设计的矫治器矫治 类错骀畸形患者的牙与骨效应进行 Meta 分析评价,结果显示:三者都可使患者的上下颌矢状关系改善,与未治疗组相比较,SNB角(蝶鞍中心点、鼻根点及下牙槽座点所构成的角)增大,ANB角(上牙槽座点、鼻根点及下牙槽座点所构成的角)减小,且差异有统计学意义。Varlik等^[35]通过 17 个线距与角度的测量,对 Twin-Block 矫治器和肌激动器改善患者软组织侧貌进行比较,结果显示:二者均获得了较好的侧貌,下颌骨软硬组织坐标向前移动,在比较测量中仅 Ss-Y 轴距、Ss-E 距、Si-E 距和鼻唇角不同(Ss指鼻唇沟中心点与上唇突点连线中点或软组织 A 点;Y 轴指通过蝶骨大翼与颅前窝底部的交点与翼上颌裂点前缘的下后点的连线;Si 指颏唇沟中心点或软组织 B 点;E 指审美平面)。

Phan等^[36]将肌激动器-头帽矫治器、Herbst 矫治器对骨性 类错骀畸形患者在矫治期间、保持期和随访期的疗效进行比较,结果显示:在矫治开始、矫治 6 个月时,Herbst 矫治器组较肌激动器-头帽矫治器组患者前移下颌和磨牙关系改善更明显;随访期肌激动器-头帽矫治器组患者上颌前突程度减轻,而 Herbst 矫治器组患者上颌前突仍在继续,这可能提示肌激动器-头帽矫治器间接抑制了上颌前突。Türkkahraman等^[25]进行了肌激动器、头帽肌激动器与无干预的正常生长者

之间的比较,结果发现:二者皆可促进患者下颌生长,显著不同于未经矫治的对照组,但对上颌则很少有抑制作用。刘亚娟等^[37]对 Twin-Block、FR- 型矫治器、头帽肌激动器的疗效进行了比较,结果显示:三者均可达到较好的磨牙和前牙关系,ANB 角改善。其中,Twin-Block 组患者下颌平面和下面高变化大,FR- 型矫治器组患者的骨效应大于牙与牙槽骨效应。

6 肌激动器的稳定性研究

肌激动器可使牙、骨、软组织皆有较理想的变化,其稳定性研究在近些年备受关注,主动矫治后需保持至生长发育高峰期后。Lerstøl等^[38]对头帽肌激动器矫治的牙、牙槽骨、骨改变的长期稳定性进行了研究。研究分为 3 期:治疗前(T0)、肌激动器-头帽矫治器治疗结束后(T1)、保持结束后 12~15年(T2)。研究显示:T1 期,SNB 角增加,ANB 角减小,上下颌切牙角增加,磨牙和前牙关系均较理想;T2 期有轻微复发,但差异无统计学意义,因此,头帽肌激动器主动矫治结束后仍需认真保持,以保证牙、骨效应的长期稳定性。Yüksel等^[39]对高角 类错骀畸形患者用磁力肌激动器(magnetic activator device, MAD)治疗后的稳定性进行评价,结果矫治 4 年后,MAD 矫治错骀畸形患者疗效稳定,且不影响其睡眠质量。

7 结束语

综上所述,肌激动器功能矫形治疗可产生一定的骨性、牙性改变,但功能矫治有局限性。肌激动器并不适于所有错骀畸形患者的治疗,其对水平生长型下颌后缩非常有效,而对上颌前突或垂直生长型则效果较差;肌激动器可消除口周肌的不良功能,从而进行骨的生长诱导、牙的引导萌出,但肌激动器对于远距离的牙整体移动、转矩移动、旋转和压低不理想甚至无效。这些错骀畸形对其他的生物力学方法可能会更敏感,常需进一步的正畸引导或二期固定矫治;肌激动器的最佳矫治时机通常被认为在生长发育高峰前期或高峰期,因此,早期骨性错骀畸形的成功治疗取决于患者生长发育阶段和生长型;肌激动器对下颌逐步前导治疗后的稳定性仍需有效保持,甚至需戴用斜面导板,保持至生长发育高峰结束;可摘功能矫治器由于需要患者的积极合作,对患者的依赖性大,因此,良好的沟通也是保证疗效的

一个重要影响因素。总之,肌激动器前导下颌对下颌生长可能具有较好的效果,对咀嚼肌也有积极的生理效应,长期稳定性也较理想,但对上述效应目前仍存在争议,需进一步的高质量临床试验加以佐证。

8 参考文献

- [1] Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: Estimates from the NHANES survey[J]. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 1998, 13(2): 97-106.
- [2] McNamara JA Jr. Components of class malocclusion in children 8-10 years of age[J]. *Angle Orthod*, 1981, 51(3): 177-202.
- [3] 傅民魁, 张丁, 王邦康, 等. 中国25 392名儿童与青少年错殆畸形患病率的调查[J]. *中华口腔医学杂志*, 2002, 37(5): 371-373.
- [4] 邹冰爽, 曾祥龙, 曾应魁. 安氏 I 类错殆颌面类型的研究[J]. *口腔正畸学*, 1998, 5(2): 61-64.
- [5] 傅民魁. *口腔正畸学*[M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 115-117.
- [6] Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. *口腔正畸功能矫形治疗学*[M]. 徐芸, 白玉兴, 宋一平, 译. 2版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 150-152.
- [7] 陈文静. *功能性矫治技术*[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2007: 48-49.
- [8] Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 9: Functional appliances to midcentury[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2006, 129(6): 829-833.
- [9] Casutt C, Panherz H, Gawora M, et al. Success rate and efficiency of activator treatment[J]. *Eur J Orthod*, 2007, 29(6): 614-621.
- [10] Gianelly AA. One-phase versus two-phase treatment[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1995, 108(5): 556-559.
- [11] Tulloch JF, Proffit WR, Phillips C. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004, 125(6): 657-667.
- [12] King GJ, McGorray SP, Wheeler TT, et al. Comparison of peer assessment ratings(PAR) from 1-phase and 2-phase treatment protocols for Class II malocclusions[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2003, 123(5): 489-496.
- [13] 傅民魁. *口腔正畸专科教程*[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 274-278.
- [14] Bennett JC. 青少年安氏 I 类1分类非拥挤错殆的正畸治疗[M]. 丁云, 译. 北京: 人民军医出版社, 2008: 38-39.
- [15] De Pauw GA, Dermaut LR. A modified teuscher activator[J]. *Semin Orthod*, 2006, 12(1): 34-40.
- [16] Li Y, Yang P, Fan X, et al. Static magnetic field combined with functional appliances: A new approach to enhance mandibular growth in Class II malocclusion[J]. *Med Hypotheses*, 2009, 72(3): 276-279.
- [17] 李志华, 郭杰, 陈扬熙, 等. 改良肌激动器结合J钩牵引的临床设计[J]. *华西口腔医学杂志*, 2005, 23(4): 361.
- [18] Rose E, Staats R, Virchow C, et al. A comparative study of two mandibular advancement appliances for the treatment of obstructive sleep apnoea[J]. *Eur J Orthod*, 2002, 24(2): 191-198.
- [19] Hänggi MP, Teuscher UM, Roos M, et al. Long-term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment[J]. *Eur J Orthod*, 2008, 30(6): 598-605.
- [20] Rose E, Schessl J. Orthodontic procedures in the treatment of obstructive sleep apnea in children[J]. *J Orofac Orthop*, 2006, 67(1): 58-67.
- [21] 高雪梅, 曾祥龙. 口腔矫治器在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征中的作用[J]. *中华口腔医学杂志*, 2007, 42(4): 193-194.
- [22] 刘莉, 李何伟, 刘晓庆. 改良肌激动器治疗阻塞性睡眠呼吸暂停综合征的临床应用[J]. *口腔医学研究*, 2006, 22(4): 422-423.
- [23] Hashim HA. Analysis of activator treatment changes[J]. *Aust Orthod J*, 1991, 12(2): 100-104.
- [24] Steinhardt J, Borchers N, Schleiff C. Vertical changes in the lateral teleroentgenographic image after functional orthodontic therapy[J]. *Fortschr Kieferorthop*, 1990, 51(5): 284-292.
- [25] Türkkahraman H, Sayin MO. Effects of activator and activator headgear treatment: Comparison with untreated Class II subjects[J]. *Eur J Orthod*, 2006, 28(1): 27-34.
- [26] Marşan G. Effects of activator and high-pull headgear combination therapy: Skeletal, dentoalveolar, and soft tissue profile changes[J]. *Eur J Orthod*, 2007, 29(2): 140-148.
- [27] Ruf S, Bendeus M, Panherz H, et al. Dentoskeletal effects and "effective" temporomandibular joint, maxilla and chin changes in good and bad responders to van Beek activator treatment[J]. *Angle Orthod*, 2007, 77(1): 64-72.
- [28] Creekmore TD. Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment[J]. *Angle Orthod*, 1967, 37(4): 285-297.
- [29] Ruf S, Baltromejus S, Panherz H. Effective condylar growth and chin position changes in activator treatment: A cephalometric roentgenographic study[J]. *Angle Orthod*, 2001, 71(1): 4-11.
- [30] Rabie AB, Zhao Z, Shen G, et al. Osteogenesis in the glenoid fossa in response to mandibular advancement[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2001, 119(4): 390-400.

- cal characterization of the periplasmic domain of bacterial outer membrane porin TdeA[J]. J Microbiol Biotechnol, 2008, 18(5) :845-851.
- [4] White PA, Nair SP, Kim MJ, et al. Molecular characterization of an outer membrane protein of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* belonging to the OmpA family[J]. Infect Immun, 1998, 66(1) :369-372.
- [5] Paul-Satyaseela M, Karched M, Bian Z, et al. Immunoproteomics of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* outer-membrane proteins reveal a highly immunoreactive peptidoglycan-associated lipoprotein[J]. J Med Microbiol, 2006, 55(Pt 7) :931-942.
- [6] Haase EM, Zmuda JL, Scannapieco FA. Identification and molecular analysis of rough-colony-specific outer membrane proteins of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*[J]. Infect Immun, 1999, 67(6) :2901-2908.
- [7] Fine DH, Furgang D, Schreiner HC, et al. Phenotypic variation in *Actinobacillus actinomycetemcomitans* during laboratory growth: Implications for virulence[J]. Microbiology, 1999, 145(Pt 6) :1335-1347.
- [8] 王楠, 钟德钰, 张晶, 等. 伴放线放线杆菌粗糙株外膜蛋白的电泳分析[J]. 中国实用口腔科杂志, 2009, 2(11) :662-664.
- [9] 钟德钰, 宋文斌, 袁昌青, 等. 采用PCR方法鉴别伴放线放线杆菌的6种血清型[J]. 实用口腔医学杂志, 2007, 23(6) :855-858.
- [10] Komatsuzawa H, Kawai T, Wilson ME, et al. Cloning of the gene encoding the *Actinobacillus actinomycetemcomitans* serotype b OmpA-like outer membrane protein[J]. Infect Immun, 1999, 67(2) :942-945.
- [11] Mintz KP, Fives-Taylor PM. Identification of an immunoglobulin Fc receptor of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*[J]. Infect Immun, 1994, 62(10) :4500-4505.
- [12] 唐燕, 章锦才, 张蕴惠, 等. Fcγ受体 A基因多态性与慢性牙周炎易感性的相关性研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2004, 22(2) :158-161.
- [13] Bissell J, Joly S, Johnson GK, et al. Expression of beta-defensins in gingival health and in periodontal disease[J]. J Oral Pathol Med, 2004, 33(5) :278-285.
- [14] Ouhara K, Komatsuzawa H, Shiba H, et al. *Actinobacillus actinomycetemcomitans* outer membrane protein 100 triggers innate immunity and production of beta-defensin and the 18-kilodalton cationic antimicrobial protein through the fibronectin-integrin pathway in human gingival epithelial cells[J]. Infect Immun, 2006, 74(9) :5211-5220.
- [15] 段海燕, 章锦才, 张蕴惠, 等. IL-1基因多态性与牙周炎关系的研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2002, 20(1) :48-51.
- [16] Asakawa R, Komatsuzawa H, Kawai T, et al. Outer membrane protein 100, a versatile virulence factor of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*[J]. Mol Microbiol, 2003, 50(4) :1125-1139.
- [17] Komatsuzawa H, Asakawa R, Kawai T, et al. Identification of six major outer membrane proteins from *Actinobacillus actinomycetemcomitans*[J]. Gene, 2002, 288(1/2) :195-201.

(本文编辑 汤亚玲)

(上接第729页)

- [31] 周传丽, 白玉兴, 杨晓江, 等. 肌激动器治疗前后关节盘矢状位置与颞下颌关节临床症状和体征的关系[J]. 北京口腔医学, 2007, 15(5) :271-273.
- [32] Ulusoy C, Darendeliler N. Effects of Class activator and Class activator high-pull headgear combination on the mandible: A 3-dimensional finite element stress analysis study[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2008, 133(4) :490.e9-490.e15.
- [33] Tabe H, Ueda HM, Kato M, et al. Influence of functional appliances on masticatory muscle activity[J]. Angle Orthod, 2005, 75(4) :616-624.
- [34] Antonarakis GS, Kiliaridis S. Short-term anteroposterior treatment effects of functional appliances and extraoral traction on class malocclusion. A meta-analysis[J]. Angle Orthod, 2007, 77(5) :907-914.
- [35] Varlik SK, Gültan A, Tümer N. Comparison of the effects of Twin Block and activator treatment on the soft tissue profile[J]. Eur J Orthod, 2008, 30(2) :128-134.
- [36] Phan KL, Bendeus M, Hägg U, et al. Comparison of the headgear activator and Herbst appliance—effects and post-treatment changes[J]. Eur J Orthod, 2006, 28(6) :594-604.
- [37] 刘亚娟, 李伟. 比较Twin-Block, FR-2型矫治器, Van Beek(头帽肌激动器)治疗安氏 Ⅰ类 Ⅱ类分类错殆的临床效果[J]. 现代口腔医学杂志, 2005, 19(4) :364-366.
- [38] Lerstøl M, Torget O, Vandevska-Radunovic V. Long-term stability of dentoalveolar and skeletal changes after activator-headgear treatment[J]. Eur J Orthod, 2010, 32(1) :28-35.
- [39] Yüksel S, Kaygisiz E, Ulusoy C, et al. Post-treatment evaluation of a magnetic activator device in Class high-angle malocclusions[J]. Eur J Orthod, 2010, 32(4) :425-429.

(本文编辑 王晴)