

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.50.019 [http://www.crter.org]

周军, 侯录, 徐实谦. 磁力功能矫治器在骨性畸形中的应用[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(50):8741-8746.

磁力功能矫治器在骨性畸形中的应用*

周军¹, 侯录¹, 徐实谦² (¹哈尔滨医科大学附属第二医院口腔正畸科, 黑龙江省哈尔滨市 150086; ²哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江省哈尔滨市 150001)

文章亮点:

1 此问题的已知信息: 骨性畸形为临床常见错颌畸形。目前已经有磁力与传统功能矫治器结合对临床常见的骨性畸形进行矫治的病例报道。

2 文章增加的新信息: 总结磁力功能矫治器的特点和临床应用, 它利用磁极间的吸引力和排斥力作为施力方式, 将磁力与功能矫治器结合, 有效发挥了磁力的优势, 弥补了传统功能矫治器的不足, 在骨性畸形长度和宽度以及高度不调的治疗中可发挥举足轻重的作用。

3 临床应用的意义: 随着磁性材料的发展, 磁力功能矫治器在治疗骨性畸形的过程中也发挥了越来越大的作用, 随着对磁性材料的深入研究和对磁性材料不足的改善, 在矫治骨性畸形方面的应用也将更加成熟。

关键词:

组织构建; 组织构建综述; 磁力; 功能矫治器; 骨性畸形; 正畸

主题词:

磁力学; 正畸学; 颌系统畸形; 错颌

摘要

背景: 骨性畸形为临床常见的颌骨畸形, 给患者的功能和美观带来严重影响, 患者的治疗要求强烈。近年来, 磁力功能矫治器凭借其优势在骨性畸形的矫治中发挥了越来越重要的作用, 磁力功能矫治器逐渐被人们熟识。

目的: 探究磁力功能矫治器在矫治骨性畸形中的优势和不足, 并对现阶段存在的缺陷进行综述, 寻求解决方法, 以期望该矫治器能在矫治骨性畸形领域有更大发展。

方法: 以“magnetic, orthodontics”为检索词, 检索 Pubmed 数据库, 检索年限为 1990 年 1 月至 2013 年 6 月, 限定语种为英文; 以“磁力, 正畸”为检索词, 检索 CNKI 数据库、万方数据库、维普数据库, 检索年限为 1990 年 1 月至 2013 年 6 月, 限定语种为中文。

结果与结论: 将磁力与传统功能矫治器结合, 借助磁极间的吸引力和排斥力解决颌骨骨性畸形的长度、宽度和高度问题, 能弥补传统功能矫治器的不足, 有效发挥磁力的优势。随着磁性材料的发展和对磁性材料研究的深入, 磁力矫治器在矫治骨性畸形领域势必会有更大发展。

Application of Functional Magnetic System in osseous deformity

Zhou Jun¹, Hou Lu¹, Xu Shi-qian² (¹Department of Orthodontics, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China; ²School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Osseous deformity is one of the most common Jaw deformities in clinic, which give patients serious impact on functionality and aesthetics, so patients want to cure it strongly. Recently, Functional Magnetic System has played an increasingly important role in correcting osseous deformity because of its advantages, so it is gradually known by people.

OBJECTIVE: This article will give a summary of Functional Magnetic System in the progress and deficiencies, in order to have a greater development in the field of correct osseous deformity.

METHODS: We searched the PubMed database, from January 1990 to June 2013 with the key words of “magnetic, orthodontics” in English. An online search of CNKI database, Wanfang database, Chongqing VIP database from January 1990 to June 2013 was also conducted with the key words of “magnetic, orthodontics” in Chinese.

RESULTS AND CONCLUSION: Functional Magnetic System is the combination of magnetic force and the traditional function correcting device, with the aid of attraction and repulsion, we could make up for the inadequacy in the treatment of Jaw osseous deformity, including the problems of length, width and height. With the development of magnetic materials and the research of magnetic materials, Functional Magnetic System will have a bigger development.

周军★, 男, 1987 年生, 山东省平原县人, 汉族, 2014 年哈尔滨医科大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事错颌畸形的研究与治疗以及安氏三类错颌的早期预防矫治。
382924672@qq.com

通讯作者: 侯录, 主任医师, 哈尔滨医科大学附属第二医院口腔正畸科, 黑龙江省哈尔滨市 150086
13703649600@163.com

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2013)50-08741-06

修回日期: 2013-09-14

(201307126/M·Q)

Zhou Jun★, Master, Physician, Department of Orthodontics, The Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China
382924672@qq.com

Corresponding author: Hou Lu, Chief physician, Department of Orthodontics, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China
13703649600@163.com

Accepted: 2013-09-14

Subject headings: magnetic; orthodontics; stomatognathic system abnormalities; malocclusion

Zhou J, Hou L, Xu SQ. Application of Functional Magnetic System in osseous deformity. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2013;17(50):8741-8746.

0 引言 Introduction

骨性畸形为一种较为常见的颌骨畸形, 主要由于颌骨长、宽、高三维方向上的发育不调引起。最常见的为长度方向上的不调, 给患者的功能和美观造成严重影响, 患者对骨性畸形的治疗要求也相当迫切。目前常规的治疗方法主要包括早期不良习惯的纠正, 替牙期阻断矫治, 正畸掩饰性治疗和正颌外科手术治疗^[1], 而最佳的治疗方法为在乳牙期和替牙期利用患者的生长潜力进行生长改良, 促进颌骨向有利的方向发展。自20世纪80年代来, 磁力功能矫治器应用于正畸治疗领域的报道逐年增多, 磁力功能矫治器矫治骨性畸形的成功案例屡见不鲜, 将磁力功能矫治器应用于骨性畸形的矫治也成为一种趋势。本文将对近年来磁力功能矫治器在骨性畸形中的应用进展进行综述。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源 由第一作者以中文检索词“磁力, 正畸”检索万方数据库, CNKI数据库, 维普数据库, 检索年限为1990年1月至2013年6月; 以英文检索词“magnetic, orthodontics”检索Pubmed数据库, 检索年限为1990年1月至2013年6月, 检索文献类型为综述、基础研究、临床研究。

1.2 资料筛选及评价

纳入标准: ①文章内容为磁力功能矫治器在骨性畸形中的应用。②相关领域权威杂志的文章。

排除标准: ①内容不符合要求的文章。②内容陈旧或重复的文章。

1.3 资料提取与文献质量评价 文献筛选和质量评价由第一作者独立进行分析, 第二作者进行校对, 若有分歧则通过讨论解决。仔细阅读摘要或者全文进行筛选, 保留36篇文献进行归纳总结。

2 结果 Results

2.1 磁力功能矫治器的特点和发展史 磁力功能矫治器具有以下特点^[2]: ①稀土永磁体有较高的力与体积的比值(F/V)。②在一段时间内磁力持续而无能量的明显衰减。③可利用极性间的吸引力和排斥力完成牙齿三维方向的移动, 而且力量不受中间介质的影响。④

磁力正畸操作简便, 容易清洁, 成本低而且可重复利用。⑤磁力可以测量, 预测, 容易控制。

20世纪70年代, 国内外学者开始将磁力用于口腔领域, 凭借磁力特有的性质, 磁力功能矫治器渐渐在口腔领域占有一席之地。1977年, Kawata等^[3]首先利用磁力制成托槽用于单独牙齿的移动, 其产生的引力和斥力分别为25-30 g和20-25 g, 首次完成了快速移动牙齿, 标志着磁力正畸的开始。随后磁性材料的发展经历了很大的变革, 在稀土永磁体研制之前, 磁性材料主要有金属永磁体和铁氧永磁体, 但由于其磁能积小, 需要很大的体积才能产生正畸所需的力, 这也制约着磁力功能矫治器在口腔领域的发展。

20世纪80年代的稀土永磁体的研制, 给磁力正畸带来曙光, 第3代永磁体-钕铁硼永磁体(Nd-Fe-B)因其具有较高的磁能积和矫顽力, 产生的力持续且不易衰减, 已成为口腔领域当前最常用的磁性材料^[4]。但是稀土永磁材料在开采过程中对环境的极大破坏和Nd-Fe-B永磁材料的最高磁能积数值已经非常接近其理论极限值, 利用传统的磁体制备技术很难再提高其磁性能, 所以新的制备技术成为世界各国探索的焦点^[5]。

目前, 第4代永磁体-纳米永磁体的研发正成为一种热点, 它利用纳米技术将永磁材料和软磁材料复合在一起, 拥有着高于Nd-Fe-B永磁体两倍以上磁能积, 相同体积下产生的磁力也将更大。可以预见, 纳米永磁体的应用将会给磁力正畸带来更大的变革。

2.2 磁力功能矫治器生物安全性的探究 生物安全性是将一种材料应用于临床患者治疗的基础。围绕此问题, 国内外学者进行了大量的基础研究和动物实验。1988年赵桂芝^[6]用永磁体移动猴牙, 发现牙周组织改建周围组织损伤小, 血运丰富。常新^[7]通过实验验证, 磁力在产生生物力学效应的同时, 产生的磁场对牙髓、牙周膜、牙槽骨组织修复和改建有一定促进作用, 从而有利于正畸的牙齿移动和组织形成。许艳华等^[8]采用青春期恒河猴建立颌间Ⅲ类功能矫形动物实验模型, 利用磁力模拟临床早期Ⅲ类错牙合矫治, 观察矫形力对髁突软骨的作用和影响, 发现实验组猴髁突软骨前斜面增厚, 靠近表层的成纤维细胞和深层的成软骨细胞增多, 细胞增生分裂活跃, 生长旺盛, 呈现增殖效应; 后斜面变薄, 表层纤维细胞多, 深层成熟的软骨细胞增多, 呈现抑制效应, 说明磁力对髁突软骨进行了积极的生理改建。

裸露的钕铁硼永磁体在口腔环境中会有腐蚀的问题, 轻者会使磁极间磁力下降, 重者游离出的金属离子会具有一定生物毒性, 给患者带来影响^[9]。对于此问题, 不少学者也提出自己的解决方法, 前期有学者将磁块表面镀镍和镀铜来解决金属的腐蚀, 但是镀镍和镀铜的永磁体具有一定的细胞毒性^[10], 镀镍或者镀铜的方法也渐渐被淘汰。解保生等^[11-12]对钕铁硼的腐蚀性做了研究, 提出经氮化钛镀膜后的钕铁硼在生物毒性和抗腐蚀性方面具有很好效果, 随后一些学者进行同步验证^[13-15], 确认了氮化钛镀膜的钕铁硼具有很好的生物相容性, 目前对钕铁硼永磁体镀以氮化钛膜已成为一种主流。

2.3 骨性畸形的临床分类和病因 骨性畸形多由于上颌骨与下颌骨发育不协调引起, 表现为前后向, 垂直向和水平向的不调。

当上颌前后向发育不足时表现为面中部的凹陷, 上颌的后缩; 下颌前后向发育过度时表现为下颌的前突, 下面高的增大, 以上两者都伴随有前牙的反牙合。上颌前后向发育过度时表现为上颌的前突和前牙的唇倾; 下颌前后向发育不足时表现为下颌的后缩, 前牙的深覆牙合, 以上两者则伴有前牙的深覆盖。

当上颌垂直向发育过度(或)下颌垂直向发育不足时则表现为前牙的深覆牙合, 下面高过短, 患者往往表现为小下颌畸形。

当上颌宽度发育过度(或)下颌宽度发育不足时表现为上牙弓狭窄和后牙区的反牙合, 而当上颌宽度发育不足(或)下颌发育过度时则表现为后牙区的反覆牙合。

2.4 磁力功能矫治器在骨性畸形中的应用

2.4.1 III类错牙合的磁力功能矫治器治疗 III类错牙合主要为下颌发育过度伴或不伴有上颌发育不足。下颌相对偏于近中, 磨牙关系近中和前牙的反牙合。临床治疗主要有连冠式斜面导板, 牙合垫舌簧矫治器, 前方牵引矫治器和颊侧多曲簧矫治器, 恒牙期拔牙掩饰性治疗和正畸正颌联合治疗等方法^[16-20]。功能矫治器治疗乳牙期和替牙期安氏III类错牙合是一种有效的治疗方法, 这也在国内外文献中有大量报道。但是原有的功能矫治器都要面临固位不良, 力量衰减快和需要患者良好配合的不足, 将磁力与传统功能矫治器结合应用于III类错牙合的矫治则在不同角度克服了这些缺点。

早在1994年, 正畸学者Vardimon等^[21]就在动物实验中将磁块包埋于上下颌腭舌侧, 利用吸引力进行III类错牙合的矫治, 验证了磁力矫治器的有效性与可行性, 随后不少学者对其矫治器进行了改进, 将磁力与功能矫治器相结合用于治疗安氏III类错牙合也更加成熟。近年来, 有文献报道将磁块包埋于上下牙合

垫或双颊屏中^[22-25], 使用磁块间排斥力进行早期III类错牙合矫治, 称之为双阻板磁力矫治器。这种矫治器的上颌牙合垫位于尖牙与第一前磨牙区, 下颌位于第二前磨牙和第一磨牙区, 牙合垫对应面呈45°并包埋磁块, 利用磁块排斥力可产生400-600g作用力, 患者24h戴用矫治器, 进食时仅戴下颌矫治器, 两三周复诊, 复诊时再将上下磁块间加新的磁块, 经过3-6个月的戴用, 患者解除反牙合, 磨牙能够建立I类咬合关系。金鑫等^[26]也对该矫治器进行了相关研究, 证实: 上下牙合垫间磁极保持70°斜导面对于反牙合的解除更加有效。朱惠兰^[27]针对患者咬合的不同情况, 提出: 当患者反覆牙合深, 下颌后退位颌间距离足以放置磁块时应选用上下牙合垫式双阻板矫治器, 见图1; 当反覆牙合浅, 下颌后退位颌间距离小不足以放置磁块时应选用颊屏式阻板矫治器, 见图2。目前双阻板矫治器已成为国内治疗III类错牙合的一种有效手段。

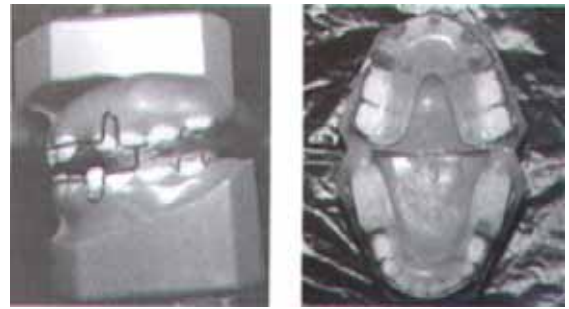


图1 上下牙合垫式双阻板矫治器^[27]



图2 颊屏式双阻板矫治器^[27]

2.4.2 下颌后缩的磁力功能矫治器治疗 下颌后缩临床称为安氏II类错牙合, 主要为上颌发育过度伴有下颌发育不足。下颌相对上颌偏于远中位置, 常表现

为磨牙和尖牙远中关系, 前牙的深覆牙合深覆盖。临床治疗主要有不良习惯的破除, 功能矫治器如 Activator, Twin-block 和 Herbst, 恒牙期的拔牙矫治等方法^[28-31]。下颌后缩的矫治原则为利用患者的生长潜力诱导下颌的向前发育, 从而达到正常的咬合关系。利用磁力功能矫治器矫治下颌后缩则利用传统的 Twin-block 矫治器^[32], 在上下牙合垫相对面包埋磁块, 利用磁极间的排斥力来抑制上颌生长, 促进下颌的发育。同样, 针对患者上下颌咬合情况, 酌情选用牙合垫式或颊屏式磁力矫治器。另有学者将磁块与传统的 MARA 矫治器联合, 将磁块与上下颌带环上引导杆联合, 利用磁极间排斥力解决 II 类错牙合, 也取得了一定的效果。目前国内外利用磁力矫治下颌后缩病例的其他报道并不多。

2.4.3 前牙开牙合的磁力功能矫治器治疗 开牙合是一种比较疑难的错牙合畸形。其发病原因较为复杂, 可以发生在前牙区和后牙区, 多由于局部牙槽骨发育不足引起, 对患者的语言, 功能和美观造成极大影响。开牙合按照发生部位看多位于前牙区, 主要表现为前部牙齿缺乏咬合。临床治疗主要有机械性矫治器如多曲方丝弓技术 (MEAW 技术), 片段弓轻力牵引, 种植钉辅助技术, 后牙颌垫和高位头帽牵引及高位头帽颊兜等技术。利用磁力功能矫治器压低后牙为开牙合的矫治提供了一种有效的方法^[33], 见图 3。



图 3 治疗前牙的磁力矫治器示意图^[33]

国内有学者报道在患者上下颌早接触磨牙区牙合垫上放置磁块 (上下总高度为 4.0-5.0 mm, 左右牙合垫以舌腭杆相连并离开组织面 1.5-2.0 mm, 以防后牙被压低后刺激口腔黏膜), 利用磁极间的排斥力可

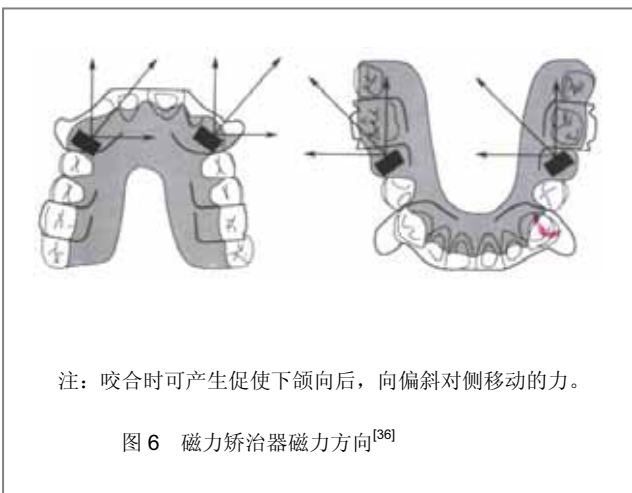
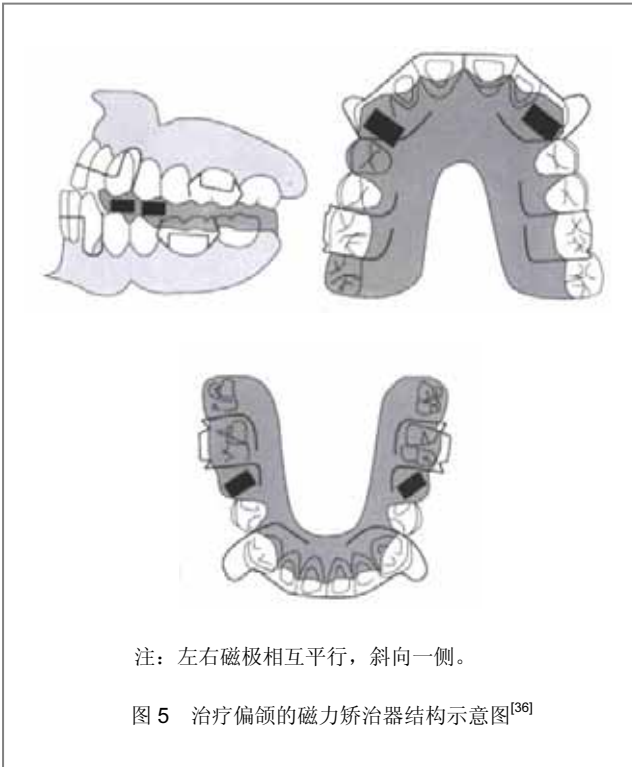
在短期内压低后牙, 同时配合固定矫治器排齐牙齿, 在前牙区利用垂直橡皮圈牵引, 其效果要优于普通后牙牙合垫。但是磁力的方向性不容易控制, 在矫治过程中要注意保证磁极相对面要在同一平面, 防止磁极排斥力导致的下颌偏斜。

2.4.4 牙弓宽度不调的磁力功能矫治器治疗 磁力功能矫治器对牙弓宽度不调的治疗往往针对上颌宽度的不足。上颌宽度不足表现为上牙弓宽度小于下牙弓, 后牙区的反覆牙合反覆盖, 甚者可表现为下牙弓的反锁牙合。临床矫治为扩大上牙弓同时缩小下牙弓, 扩大上牙弓的方法有分裂基托矫治器, 四眼扩弓矫治器, Crozat 矫治器和上下颌的交互支抗。每种矫治器都有其优点, 将磁性材料放置于上颌分裂基托矫治器中是一种新的尝试, 利用磁极间排斥力, 可以在短期内将上颌腭中缝打开, 提高扩弓效果, 见图 4。Vardimon 等^[34]对猴进行机械快速扩弓, 磁力间接扩弓和骨内固定针置于腭骨中的直接慢速扩弓, 发现磁力直接扩弓能使牙齿整体移动, 磨牙距离增多, 扩弓效果稳定, 组织损伤小。国内学者王荣等^[35]也通过对兔上颌进行扩弓证实扩弓后骨缝骨细胞成分增多, 纤维组织排列致密, 毛细血管不同程度修复和改建, 证实了磁力功能矫治器对上颌扩弓的有利性。



图 4 磁力扩弓矫治器示意图^[2]

2.4.5 偏牙合的磁力功能矫治器治疗 偏牙合又称为颜面不对称畸形, 多由于下颌位置和形态异常造成。磁力功能矫治器对于偏牙合的矫治主要针对错牙合畸形引起的功能性偏牙合, 对于髁突损伤和下颌支发育异常导致的长度不等而引起的骨性偏牙合则治疗效果较差。对于单侧后牙反牙合, 后牙锁牙合的偏牙合病例, 有学者尝试在生长发育期间利用 III 类错牙合的牙合垫式磁力矫治器^[36], 将磁块位置改为平行且偏向一侧, 利用磁极间排斥力引导下颌向偏斜对侧移动, 在早期的偏牙合矫治中起到了明显的疗效, 见图 5, 6。



3 展望 Prospects

磁力在口腔正畸领域应用以来, 凭借其特点在骨性畸形矫治中已经占据了举足轻重的地位。但是其毕竟是一个新兴领域, 现在对磁力的研究也是针对现有的磁性材料下的初步研究。磁力矫治过程中出现的问题也在不断闪现, 例如磁性材料的腐蚀性问题, 磁力随磁极间距离增大而减弱的问题, 磁力方向不容易控制等问题也制约着磁力矫治器的发展。随着医学、材料学和相关科学的不断进步, 对磁力在口腔领域的应用研究必将更加深入, 现有的问题也终将会解决, 磁力功能矫治器在口腔领域的发展将会更加规范和科学。

致谢: 感谢哈尔滨医科大学附属第二医院口腔正畸科全体老师在本文撰写过程中给予的支持, 同时感谢张婉楠和白雪霏同学在资料搜集过程中提供的帮助。

作者贡献: 第一作者参与课题工作, 并收集资料、分析设计, 完成论文的撰写; 通讯作者和第二作者修改和审核论文。通讯作者对文章负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理要求: 未涉及伦理冲突的内容。

学术术语: 功能矫治器是指通过改变面部肌肉环境从而促进颌发育及颅颌面骨骼生长的一类矫治器。经典的功能矫治器多具有下述特点: ①利用口面肌力, 影响牙齿和骨骼。②上下牙列分开, 达到咬合分离。③促进下颌移至新位置。④吞咽时上下唇紧密闭合。⑤选择性改变牙齿的萌出道。

作者声明: 文章为原创作品, 数据准确, 内容不涉及泄密, 无一稿两投, 无抄袭, 无内容剽窃, 无作者署名争议, 无与他人课题以及专利技术的争执, 内容真实, 文责自负。

4 参考文献 References

- [1] 刘国梁. 颊侧多曲簧矫治器在正畸矫治中临床应用的研究进展[J]. 中国美容医学, 2013, 22(2): 314-316.
- [2] 傅民魁. 口腔正畸专科教程[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 546-547.
- [3] Kawata T, Takeda S. A new orthodontic appliance by means of magnetic bracket. Journal of Dental Research, 1977; 56(1): 189.
- [4] 曹晓明, 侯志明. 钕铁硼永磁体磁在正畸领域应用展望[J]. 口腔材料器械杂志, 2008, 17(2): 78-80.
- [5] 刘荣明. 纳米技术与永磁体[J]. 百科知识, 2012, 9: 20-21.
- [6] 赵桂芝. 磁场对人牙周膜成纤维细胞的生物学效应研究[D]. 西安: 第四军医大学, 1991.
- [7] 常新. 静磁场对大鼠牙周组织作用的实验研究[D]. 沈阳: 中国医科大学, 1998.
- [8] 许艳华, 徐芸, 李松, 等. III类功能矫形力对髁突软骨组织形态结构影响[J]. 昆明医学院学报, 2008, 29(3): 5-9.
- [9] 梁爱燕, 王大为. 稀土永磁体在正畸中的研究及应用进展[J]. 中华口腔医学研究杂志: 电子版, 2009, 3(6): 675-679.
- [10] 贺琦军, 李卫. 钕铁硼永磁材料防腐蚀研究发展[J]. 金属功能材料, 2001, 8(5): 8-13.
- [11] 解保生, 李爱霞, 朱惠兰, 等. 口腔正畸用磁块镀氮化钛膜后抗腐蚀性能的定量研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2005, 21(1): 50-53.
- [12] 解保生, 朱惠兰, 李爱霞, 等. 口腔正畸用磁块镀氮化钛膜后抗人工唾液腐蚀研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2003, 19(3): 257-259.
- [13] 代昕, 侯志明, 常新, 等. 镀氮化钛钕铁硼对牙龈成纤维细胞表面形态及P70s6k表达的影响[J]. 解剖科学进展, 2005, 11(2): 114-116, 119.
- [14] 侯志明, 代昕, 薛明, 等. 不同镀膜磁体对牙龈成纤维细胞活性及mTOR表达的影响[J]. 解剖科学进展, 2005, 11(2): 108-110.
- [15] 周雅彬, 米乃元, 滕伟, 等. 氮化钛涂层对牙科铸造合金腐蚀性能的影响[J]. 中山大学学报: 医学科学版, 2004, 25(2): 174-176.

- [16] 何志伟,侯录, 赵一松,等. 颊侧多曲簧活动矫治器的设计与应用[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(39):7631-7635.
- [17] 邹敏,叶湘玉,周洪.上颌前牵引矫治骨性III类错殆结束后2年的软硬组织改变[J].实用口腔医学杂志,1997,4:271-273.
- [18] 叶金梅,卢海燕.上颌前牵引矫治器矫治安氏III类错殆畸形的应用体会(附24例报告)[J].河北医科大学学报,2002,23(1):36-37.
- [19] 张晓艳,贺颖,刘东旭.骨性安氏III类错殆上颌骨慢扩弓结合前方牵引的疗效评价[J].山东大学学报:医学版,2006,44(6):618-621.
- [20] 李三军,李永明.钟摆式矫治器治疗安氏III类错殆的临床应用[J].中国美容医学,2008,17(6):888-890.
- [21] Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, et al. Functional orthopedic magnetic appliance (FOMA) III--modus operandi. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1990;97(2):135-148.
- [22] 王曦,李锦标,李红,等.磁力矫治器矫治生长发育期Angle III类骨性错殆[J].口腔医学,2003,23(2):84-85.
- [23] 袁齐双,尹康,许艳华,等.双阻板磁力功能矫治器矫治早期骨性III类错殆[J].昆明医学院学报,2010,31(3):82-85.
- [24] 吴文刚,张俐.磁力矫治器矫治反殆疗效分析[J].中国误诊学杂志,2002,2(3):423-424.
- [25] 孙俊鹏,王怀军,王宝梁.磁力殆垫矫治器在替牙期骨性反殆中的应用[J].口腔医学研究,2011,27(12):1113-1114.
- [26] 金鑫,邵珏,王海燕.不同斜导角度的磁力Twin-block矫治器治疗早期Angle III类错殆[J].中国美容医学,2006,15(7):844-846.
- [27] 朱惠兰,胡江天,邓怡,等. Angle III类错殆双阻板磁力矫治器的制作及应用注意事项[J].口腔正畸学,2003,10(3):136-139.
- [28] 李巍然.Twinblock在安氏II类错殆治疗中的应用的[J].口腔正畸学,2004,11(1):25-28.
- [29] 谢丽丽,左艳萍,董福生.安氏II类1错(殆)早期不同矫治方法对颌骨的影响[J].现代口腔医学杂志,2004,18(2):155-157.
- [30] 房兵,邱蔚六,沈国芳,等.成人骨性安氏II类1分类错(殆)的正颌-正畸联合治疗[J].上海口腔医学,2004,13(4):325-327,335.
- [31] 杜英,段银钟,陈曦,等.上颌单颌拔牙矫治安氏II类1分类错(殆)后的软硬组织变化[J].中国美容医学,2003,12(2):170-173.
- [32] 李业荣,陈月明,吴栾添,等. 磁力Twin-block矫治器治疗安氏II类1分类错殆[J].中华口腔医学研究杂志:电子版,2011,5(4):408-417.
- [33] Dellinger EL. A clinical assessment of the Active Vertical Corrector--a nonsurgical alternative for skeletal open bite treatment. Am J Orthod. 1986;89(5):428-436.
- [34] Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, et al. Magnetic versus mechanical expansion with different force thresholds and points of force application. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1987;92(6):455-466.
- [35] 王荣,吴立鹏,袁坤,等. 三种不同扩弓方法的动物实验研究[J].口腔医学研究,2003,19(4):261-263.
- [36] 文小波,程建宁,王兰磊,等.磁力Twin-block矫治器治疗生长发育高峰前期骨性偏颌畸形疗效分析[J].山东医药,2004,44(33):56-57.