

# 新型磨牙C形开口纳米带环的研发

周珊<sup>1</sup>, 陆晓丽<sup>1</sup>, 杨丽君<sup>1</sup>, 李尧<sup>2</sup>, 张宇<sup>2</sup>, 张晓鹏<sup>2</sup> (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学院, 黑龙江省哈尔滨市 150000)

## 文章亮点:

- 1 在口腔正畸矫治过程中, 支抗磨牙所用的固位附件, 带环或直接粘接型颊面管必居其一, 但二者又均不能完全满足临床医生需要。
- 2 实验创新性研发一种新型磨牙支抗装置 C 形开口纳米带环, 它能够克服传统带环和颊面管的不足, 操作简单, 给患者带来的痛苦小, 而且可以满足临床治疗要求。

## 关键词:

生物材料; 口腔生物材料; 新型磨牙支抗装置; C 形开口纳米带环; 纳米羟基磷灰石; 树脂加强型玻璃离子

## 主题词:

正畸支抗; 牙周疾病; 磨牙

## 基金资助:

黑龙江省教育厅科学技术研究项目资助(11531204)

## 摘要

背景: 在临床口腔正畸领域中, 磨牙带环起着非常重要的作用, 但传统带环存在试戴繁琐、需提前分牙、占用较大间隙及易导致带环磨牙牙周炎症等缺点。因此, 有些学者使用磨牙颊面管来代替磨牙带环, 但其存在脱落率相对高, 不能在其上制作横腭杆、Nance 弓等附件问题。

目的: 发明一种新型磨牙 C 形开口纳米带环(已获得中国国家发明专利, 专利号为 ZL2011 10057699.1)作为临床常用的磨牙固位装置以解决上述问题。

方法: 制作 0.18-0.20 mm 厚度、一定长度的预成型不锈钢条带, 将不锈钢条带制作成具有颊侧面、舌侧面、远中面 3 个面及颊舌两侧游离端向近中面延伸的 C 形开口形状。为增强固位, 在其内表面涂覆纳米级羟基磷灰石, 并在临床使用时通过树脂加强型玻璃离子黏固剂与磨牙牙冠黏结在一起。

结果与结论: 新型 C 形开口带环由带环的颊侧面、带环的舌侧面、带环的远中面、带环的颊面管、带环近舌轴线角处向近中面的延伸段、带环近颊轴线角处向近中面的延伸段组成; 从设计方式上看, 与传统带环相比, 新型带环具有其自身的优点, 如无需提前分牙及反复试戴, 对牙周组织刺激小等。

周珊, 陆晓丽, 杨丽君, 李尧, 张宇, 张晓鹏. 新型磨牙 C 形开口纳米带环的研发[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(34):5480-5484.

## Development of a new open "C"-shaped molar band with nanomaterial

Zhou Shan<sup>1</sup>, Lu Xiao-li<sup>1</sup>, Yang Li-jun<sup>1</sup>, Li Yao<sup>2</sup>, Zhang Yu<sup>2</sup>, Zhang Xiao-peng<sup>2</sup> (1Department of Orthodontics, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China; 2Department of Materials, Harbin Institute of Technology, Harbin 150000, Heilongjiang Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** In the field of orthodontics, molar bands play an important role. But traditional bands have some weakness difficult to be solved in clinical use, for example, trying on cumbersome, having to separate the adjacent teeth beforehand, occupying bigger space and tending to cause periodontitis of molars with bands. So some clinicians use a buccal tube instead of the molar band, but it has relatively high losing rate and cannot be fixed with Transpalatal Arch and Nance.

**OBJECTIVE:** To invent a new open "C"-shaped molar band with nanomaterial (patent number: ZL201110057699.1) to solve the above problems as a common molar appliance.

**METHODS:** We made some stainless steel strips of 0.18-0.20 mm thickness and a certain length. The stainless steel strips were made to the new bands composed of buccal, lingal, distal surface and bilateral extension caused by removable parts extending to mesial surface. In order to improve retention force, its inner surface was coated by nano-hydroxyapatite and it bound to the molar crown by resin reinforced glass ionomer cements in clinical use.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The new open "C"-shaped molar band with nanomaterial overcomes shortcomings of conventional band and buccal tube. From the design, in contrast with traditional band, it not only has no need to separate teeth beforehand and to try on repeatedly, but also less stimulates periodontal tissues. So the new band can be more suitable for clinical use.

**Subject headings:** orthodontic anchorage procedures; periodontal diseases; molar

周珊, 女, 1973 年生, 黑龙江省哈尔滨市人, 汉族, 1996 年哈尔滨医科大学毕业, 博士, 副主任医师, 主要从事口腔正畸方面的研究。

通讯作者: 周珊, 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

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.34.012  
[http://www.crter.org]

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2014)34-05480-05

稿件接受: 2014-07-15

Zhou Shan, M.D., Associate chief physician, Department of Orthodontics, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China

Corresponding author: Zhou Shan, Department of Orthodontics, Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China

Accepted: 2014-07-15

**Funding:** the Scientific Research Project of Heilongjiang Education Bureau, No. 11531204

Zhou S, Lu XL, Yang LJ, Li Y, Zhang Y, Zhang XP. Development of a new open "C"-shaped molar band with nanomaterial. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2014;18(34):5480-5484.

## 0 引言 Introduction

在正畸矫治过程中,无论哪种矫治系统,带环都是其中非常重要的一个组成部分,换句话说,在使用固定矫治技术治疗错颌畸形过程中,没有带环是无法完成的。带环由不锈钢片或金属合金片制成,密贴地黏在牙上。带环上可焊接颊面管、托槽、拉钩等附件,这些附件通过带环固定在牙面上。固定矫治器的施力部分是矫治弓丝,大都由不锈钢丝、合金钢丝组成。由于固定矫治器具有较好的稳定作用,故而也较多利用橡皮弹力圈进行颌间牵引和颌内牵引来进行施力矫治。带环可以通过技工操作而对各个牙个别制作,也可预制成多种不同型号的预成带环而直接选用。

带环为不锈钢金属材料,正常情况下,纯的金属表面都具有较高的表面自由能,而使用的带环黏结剂多为有机胶黏剂,它们大都是具有低表面自由能的高聚物,根据热力学原理,它们之间能够很好地浸润。但实际上由于在制造、切削、成型加工、热处理、运输和贮存等过程中,金属表面会不同程度吸附一层具有低表面能的有机污染物,而使得到的金属不是很纯,这样就会影响胶黏剂对金属表面的浸润效果,从而降低二者的黏结强度。当然,可以通过物理和化学方法对金属表面进行处理,来提高其黏结强度。

化学法包括腐蚀法和电解法等,物理法则包括喷砂、激光法等。目前,喷砂法较为流行。喷砂是采用压缩空气为动力,形成高速喷射束将喷料(铜矿砂、石英砂、金刚砂、铁砂、海砂)高速喷射到需处理工件的表面,由于喷料对工件表面的冲击和切削作用,使工件的表面获得一定的清洁度和不同的粗糙度,从而使工件表面的机械性能得到改善,如提高了工件的抗疲劳性,增加了其与涂层之间的附着力,延长了涂膜的耐久性,有利于涂料的流平和装饰等。

虽然如此,这些改良后的带环却因其各自的缺点都没有在临床广泛应用。目前通常使用的带环仍为金属环、颊面管及拉钩3个组成部分焊接在一起而成,其外表面粗糙度最大值 $0.8\ \mu\text{m}$ 左右,内表面粗糙度最大值 $1.6\ \mu\text{m}$ 左右,带环表面的维氏硬度在250-330 HV。在规定条件下,带环不会出现变色和锈蚀现象,同时带环需要具有一定的刚性及轻微的可塑性,需与牙齿密贴地黏着,具有良好的固位作用,不易脱落,并且不妨碍咬合,应无口腔黏膜刺激性、无迟发型超敏反应、无鼠伤寒沙门氏杆菌回复突变反应,细胞毒性应不大于Ⅱ级,无毒副作用,长期戴用对人体无害。

磨牙带环在固定矫治系统中如此重要,但正畸科医生在临床使用带环过程中,却逐渐感受到某些不便之处,传统带环存在一些缺点<sup>[1-4]</sup>:因不同患者磨牙大小不同,传统预成型正畸带环有几十个型号,每个型号之间相差

0.5 mm,即使非常有经验的医生也要反复挑选并在患者口中试戴多次。因此明显增加了医生的椅旁操作时间和患者张口时间,同时也增加了交叉感染的机会<sup>[5-6]</sup>。Dowsing等<sup>[5]</sup>的204份问卷答案显示约有95%的被调查医生仍二次使用已试戴过的带环,而试戴过的带环即使经过高压灭菌仍然存在交叉感染的可能。传统带环戴入之前必须提前分牙24 h左右,因此患者至少需要2 d时间才能完全戴用全部固定矫治器,这给学生和外地患者造成了很大不便。硬性分牙及刺激物过多都会加重牙周组织的损伤,还可能发生分牙装置误咽等事故。患者普遍反映戴用分牙装置的过程很痛苦。传统正畸带环材料为不锈钢片或金属合金片,它本身具有一定的厚度,当它下到接触点之下时,势必将两侧邻牙之间的间隙扩大,当矫治结束取下带环后,相邻两牙往往会倾斜移动关闭所产生的间隙,从而失去正常的邻接点而出现楔状间隙,继而产生食物嵌塞,这是导致牙周病的主要原因。磨牙牙体解剖形态决定着传统带环的弊端。传统带环不能与牙冠外形很好的吻合,尤其是牙冠外形高点以下的倒凹区,传统带环是无法做到与牙冠密贴的。另外,传统带环是从牙齿的颌方垂直戴入,带环的内表面会与牙冠的外形高点处产生摩擦力,黏结剂通过此处时会从颌面溢出,这样就会造成外形高点以下的黏结剂涂布不足,为软垢的堆积及细菌的繁殖提供场所<sup>[7-8]</sup>。

因为传统带环具有这些不足之处,一些医生欲使用直接粘接型磨牙颊面管来代替磨牙带环。与传统带环相比,这种颊面管具有很多其自身的优点<sup>[1-4,7-8]</sup>,如异物感小,无需提前分牙等,尤其对牙周组织刺激性显著减小。胡炜等<sup>[9]</sup>通过实验已经证明,放置带环后龈下菌斑中革兰阴性厌氧菌的种类和数量增多。而有学者采用国际公认方法检测,结果显示颊面管对支抗牙菌斑附着的影响明显小于带环。

虽然直接粘接型颊面管具有许多优点,但由于它的黏结面积小,相应地带来某些不可抗拒的缺点,如在需要较强支抗力时很难达到临床要求,从而具有很高的脱落率<sup>[10-22]</sup>。因此有学者建议在粘接磨牙颊面管时可使用黏结力更强的黏结剂<sup>[20]</sup>。另外,在固定矫治系统中,常常会使用上颌的Nance弓、横腭杆及下领的舌杆以增加支抗,而这些附件均需要焊接在带环的舌侧面,颊面管因只具有颊侧一个面而无法满足此要求。因此,在正畸矫正过程中许多临床医生还是更喜欢使用带环<sup>[21-24]</sup>。

## 1 材料和方法 Materials and methods

设计:自主研发实验。

材料:厚度 $0.18-0.20\ \text{mm}$ 的不锈钢板,购自哈尔滨市

钢材市场; 羟基磷灰石粉(Aldrich); 乙酸丁酯(郑州中天实验仪器有限公司); 磷酸溶胶(上海整科实验有限公司); 氢氧化钠(上海第二试剂厂)。

实验方法:

**新型磨牙C形开口纳米带环的制作方法:** 首先制作厚度(0.18-0.20 mm)、一定长度的预成型不锈钢条带。制作3种规格恒磨牙胎具,通过成型胎具对预成不锈钢条带进行轧制。按照恒磨牙胎具的内弧弧度及延伸段形状进行滚压成型和喷砂处理。对排溢孔冲压,按牙齿周长的不同规格型号切割成小段。分别以恒磨牙胎具按颊侧面、舌侧面、远中面及延伸段围成C形开口磨牙正畸带环。在带环的颊侧面a焊接颊面管d。在带环的内表面使用溶胶凝胶法进行羟基磷灰石涂层处理<sup>[25]</sup>。

**羟基磷灰石涂层处理方法:** 将0.100 mol/L的高氯酸钠溶液(pH值控制在7.5-8.3之间)与羟基磷灰石粉相互混合。待上述混合液出现白色凝胶型沉淀后,放置于25 保温箱中搅拌与陈化8 h。在100 保温箱内保温24 h。在保温过程中,随时监测pH值并使用氢氧化钠调整pH值,使其保持在上述最佳范围内。取出已制备好的凝胶,将其分散于无水乙醇中,超声振荡10 min,并在室温下搅拌24 h,期间需间断使用超声波震荡以阻止纳米粒子聚集。

将所得的反应液置于离心机离心分离,弃去上层清液即得纳米级羟基磷灰石,干燥待用<sup>[26-27]</sup>。将已制作好的新型带环使用金属清洗剂超声清洗4 h,用清水冲洗干净。再用去离子水清洗。将清洗后的新型带环使用无水乙醇进行脱水,再用乙酸丁酯进行脱脂处理。然后将其置于真空干燥器中干燥6 h备用。将纳米级羟基磷灰石粉与磷酸溶胶按质量比3:1搅拌15 min配成羟基磷灰石涂料镇静待用。在口腔正畸用磨牙C形开口带环内表面涂覆一层纳米级羟基磷灰石涂料。有涂层的口腔正畸用磨牙C形开口带环在温度15-20 、湿度55%-65%通风环境下自然干燥6 h。自然干燥后有涂层的口腔正畸用磨牙C形开口带环放入加热炉内焙烧,于850 下保温1.5 h。将口腔正畸用磨牙C形纳米带环取出,在空气中冷却至室温后临床备用。

## 2 结果 Results

口腔正畸用磨牙C型开口带环由带环的颊侧面a、带环的舌侧面b、带环的远中面c、带环的颊面管d、带环近舌轴角处向近中面的延伸段e(近中舌侧段)、带环近颊轴角处向近中面的延伸段f(近中颊侧段)组成;颊侧面a、舌侧面b、远中面c三个主面上有带环的颌方g及龈方h设置的收敛弧;近中舌侧段e和近中颊侧段f上设置有黏结剂排溢孔i;牙冠外形高点下设置有倒凹区j;带环内表面设置有羟基磷灰石涂层o;带环颌方的外形高点以上设置有内聚设计p;还有牙冠的外形高点q,带环颊舌向纵剖面最凸点的水平距离A,带环颊舌向纵剖面颌方最凸点的水平距离B,带环颊

舌向纵剖面龈方最凸点的水平距离C(图1-3)。

口腔正畸用磨牙C形开口纳米带环可以分为大、中、小3种规格,其周长分别为24.5 mm、32 mm或39 mm,厚度为0.18-0.20 mm。该带环的材质为1Cr18Ni9不锈钢。

## 3 讨论 Discussion

口腔正畸用磨牙C形纳米带环的优点: 临床操作简便,显著节省了椅旁操作时间。具有大、中、小3种规格型号,无需反复试戴,医生操作简便,患者张口时间缩短。

患者无需提前来分牙,不但减少了就诊次数,而且避免了分牙所带来的咀嚼不便及疼痛感,这对于学生及外地患者尤为重要。减少了医源性牙龈炎或牙周病的可能。本发明能模拟天然牙冠外形曲线,避免了传统带环的“悬突”刺激,并且减小了带环的近中面,从而显著减少了牙周疾病的发生。带环制作精度的提高。国内外传统带环外形的设计与制作只考虑到牙冠外形高点以上部分带环与牙面密合的程度,如带环颌方1/3的轻微内聚及颊、舌沟的形态等。而对于外形高点以下部分,带环与牙面的密合程度无法提高,只能凭借理想意义上黏结剂的填补。而此发明的设计更接近于牙冠的生理外形,显著增加了两者的密合程度。本发明可避免矫治结束后由于拆除带环而出现的相邻磨牙间楔状间隙,从而减少由于食物嵌塞所造成的细菌繁殖,减少牙周病的发生率。材料成本的节省。口腔正畸用带环由奥氏体不锈钢制成,所耗材料占固定矫治器的大部分。矫治结束后,这些正畸用附件又不可循环使用。而口腔正畸用磨牙C形开口带环比传统带环减小1/8尺寸,且固位好不易松脱、变形、报废,因此本发明显著节省了材料的成本,从而减少了不可再生资源的浪费。带环内表面的羟基磷灰石涂层处理,显著增加了该带环与黏结剂界面的结合强度,降低临床使用时的脱落率。

C形开口带环由颊侧面a、舌侧面b、远中面c和近中舌侧段e、近中颊侧段f共同包绕磨牙牙冠。带环近中舌侧段e和近中颊侧段f逐渐变薄变圆钝。带环远中面的高度在中央处逐渐变窄,更符合牙冠的生理外形。其中,近中舌侧段e和近中颊侧段f是根据牙体的轴面外形设计的,其与a、b、c为一个整体,延伸到牙冠近中邻面的颊舌外展隙处,其作用主要为增加带环的固位,增大黏结面积,减小患者的异物感。带环的颊侧面a上设置有颊面管d,矫正弓丝末端插入,起固定作用。颊面管上有小钩,可用于挂橡皮圈等做颌内或颌间牵引作用。在带环的近中舌侧段和近中颊侧段设计有黏结剂排溢通道i,不仅可以避免带环就位时黏结剂的应力分布不均匀,还可提高黏结剂与带环间的结合强度,从而降低了带环的脱落率。

带环的轴面外形设计,最大化模拟了牙冠的生理曲线,克服了传统四面带环不能进入倒凹区以下的缺点,减小了悬突对牙龈的机械刺激,增加了带环的有效黏结面积。带环的颌方边缘g及龈方边缘h形成内聚的设计,使之与牙冠

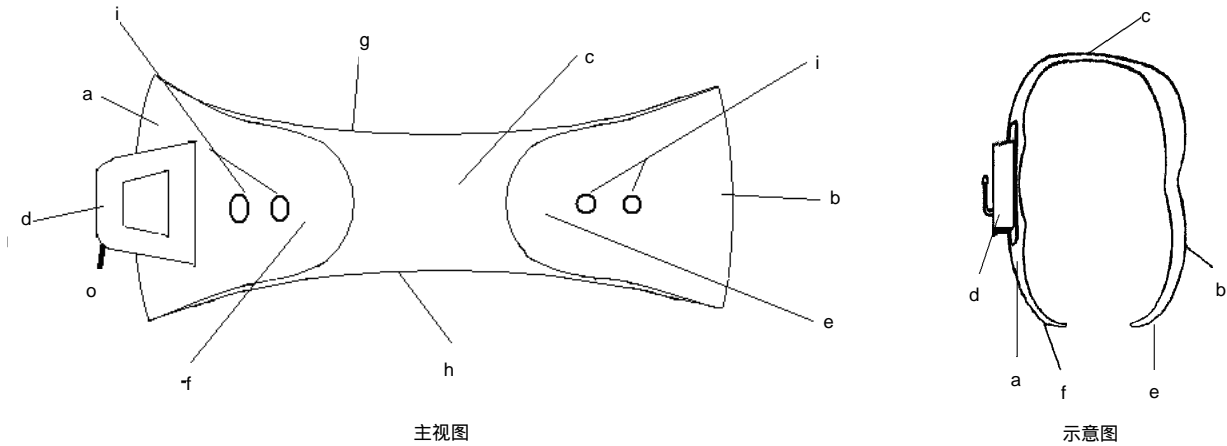


图 1 口腔正畸用磨牙 C 形开口带环支抗装置主视图与示意图

Figure 1 The front view and schematic diagram of a "C"-shaped molar band

图注：图中 a 为颊侧面，b 为舌侧面，c 为远中面，d 为颊面管，e 为带环近舌轴线角处向近中面的延伸段(近中舌侧段)，f 为带环近颊轴线角处向近中面的延伸段(近中颊侧段)，g 为带环的颌方设置的收敛弧，h 为带环龈方设置的收敛弧，i 为黏结剂排溢孔。

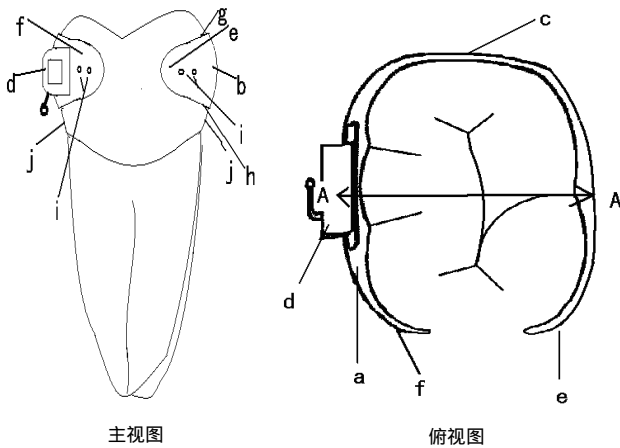


图 2 口腔正畸用磨牙 C 形开口带环支抗装置与牙冠黏结吻合后的主视图、俯视图

Figure 2 The front and top view of a "C"-shaped band fitting with the molar

图注：图中 a 为颊侧面，b 为舌侧面，c 为远中面，d 为颊面管，e 为带环近舌轴线角处向近中面的延伸段(近中舌侧段)，f 为带环近颊轴线角处向近中面的延伸段(近中颊侧段)，g 为带环的颌方设置的收敛弧，h 为带环龈方设置的收敛弧，i 为黏结剂排溢孔，j 为牙冠外形高点下设置的倒凹区，o 为带环内表面设置的羟基磷灰石涂层，A 为带环颊舌向纵剖面最凸点的水平距离。

的颌1/3及龈1/3更加吻合密贴。带环的龈方边缘h位于龈上，并进入牙冠的倒凹区，减小悬突，降低带环边缘对牙龈组织的刺激。

C形开口带环从颊侧面a、远中面c、舌侧面b包绕牙冠，两侧游离端逐渐变薄变圆钝并延伸至近中面的一部分，带环近中面缺口的直线距离为牙冠近中邻面的1/2，近中面两侧的延伸部分各为牙冠近中邻面的1/4。这样可以解除正畸固定矫正前分牙的繁琐和痛苦，并减少就诊次数，同时也可避免治疗结束后去除带环时牙间隙遗留问题，避免食物嵌塞。另外取消带环近中面的一部分也可以显著减小带环的近中龈方边缘对牙周的不良刺激。带环内表面涂覆一层

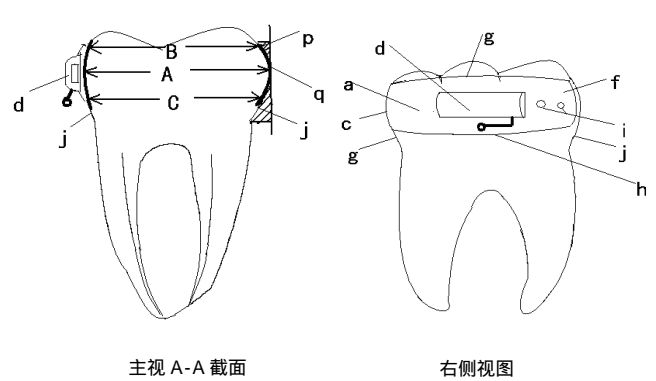


图 3 口腔正畸用磨牙 C 形开口带环与牙冠黏结吻合后的主视图 A-A 截面与右侧视图

Figure 3 The A-A section front view and right side view of a "C"-shaped band fitting with the molar

图注：图中 a 为颊侧面，c 为远中面，d 为颊面管，f 为带环近颊轴线角处向近中面的延伸段(近中颊侧段)，g 为带环的颌方设置的收敛弧，h 为带环龈方设置的收敛弧，i 为黏结剂排溢孔，j 为牙冠外形高点下设置的倒凹区，o 为带环内表面设置的羟基磷灰石涂层，p 为带环颌方的外形高点以上设置有内聚设计，q 为牙冠的外形高点，A 为带环颊舌向纵剖面最凸点的水平距离，B 为带环颊舌向纵剖面颌方最凸点的水平距离，C 为带环颊舌向纵剖面龈方最凸点的水平距离。

纳米级羟基磷灰石涂料o，增大了带环与黏结剂界面的黏结强度。

近中舌侧段e和近中颊侧段f是根据牙体的轴面外形设计的，二者逐渐变薄变圆钝并延伸到牙冠近中邻面的颊舌外展隙处，其作用主要为增加带环的固位、增大黏结面积、减小患者的异物感。

在e和f上设计有黏结剂排溢通道i，不仅可以避免带环就位时黏结剂的应力分布不均匀，还可提高黏结剂与带环间的结合强度，从而降低了带环的脱落率。带环远中面的高度在中央处逐渐变窄，更符合牙冠的生理外形。

口腔正畸用磨牙C形开口带环分为大、中、小3种规格，

带环厚度为0.18-0.20 mm。牙体较小时,近中段部分就大些,反之则小些。根据牙体本身的解剖形态,在其颌方及龈方均设计有内收敛弧度以增加其与牙体的吻合贴程度。带环戴入时先就位远中邻面,再从侧方将颊面、舌面围绕于磨牙牙冠。对于第二恒磨牙未萌出的患者,口腔正畸用磨牙C形开口带环直接戴入至第一恒磨牙上。对于第二恒磨牙已经萌出的患者,则可戴在第二恒磨牙上。

本实验所使用的溶胶-凝胶法所需设备简单,制作工艺简便,反应条件温和易达到,避免了如化学沉淀法及水热法等其他化学方法制备纳米材料纯度低的缺点,同时也避免了物理方法制备纳米材料所需设备复杂昂贵且产量低的不足。此方法可以从分子水平上控制材料的均匀性,从而制作出纯度高、颗粒细、涂层均匀的纳米材料。新型带环的临床性能的研究及临床应用的情况将在后续文章中论述。

**作者贡献:**周珊、陆晓丽、杨丽君负责实验设计,周珊、李尧、张宇和张晓鹏负责实验实施及评估,并解析相关数据,周珊对文章负责,陆晓丽进行审核。

**利益冲突:**文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:**未涉及伦理冲突的内容。

**学术术语:**正畸带环-黏在后面大牙上的金属套环叫做带环,其侧面焊有或圆或扁或方的细管,矫正弓丝可以从里面通过,也起到托住弓丝的作用,使力量传达到磨牙上,控制磨牙的运动。带环上通过焊接颊面管来使矫治力量得到传递,颊面管相当于前牙部粘接的托槽。

**作者声明:**文章为原创作品,无抄袭剽窃,无泄密及署名和专利争议,内容及数据真实,文责自负。

#### 4 参考文献 References

- [1] 姜清玲.粘接型颊面管在固定正畸中的应用[J].中国当代医学,2007,3(2):63-64.
- [2] 尹艳春,侯景秋,彭惠,等.直接粘接型颊面管在正畸中的应用现状和前景[J].国际口腔医学杂志,2010,37(2):214-217.
- [3] 袁元.直接粘接颊面管与带环颊面管在直丝弓矫治技术中的对比研究[J].临床口腔医学杂志,2007,23(4):231-232.
- [4] 刘文,王艳,沈红.磨牙带环与粘接式颊面管的临床应用比较[J].实用口腔医学杂志,2009,25(1):135-136.
- [5] Dowsing P,Benson PE. Molar band re-use and decontamination: A survey of Specialists. J Orthod. 2006; 33(1):30-37.
- [6] Fulford MR, Ireland AJ, Main BG. Decontamination of tried-in orthodontic molar bands. Eur J Orthod. 2003;25(6):621-622.
- [7] 周卉,陈文杰.固定正畸中使用颊面管支抗牙与使用带环支抗牙卫生状况临床研究[J].医学研究杂志,2006,35(10):634-636.
- [8] 徐宏志,滕瑜,李阳飞,等.固定正畸儿童的牙周状况分析[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2004,14(11):145.
- [9] 胡炜,傅民魁.正畸治疗中的口腔健康教育和卫生保健[J].中华口腔医学杂志,2006,41(5):313-315.
- [10] Millett DT,Hallgren A,Fornell A,et al.Bonded molar tubes: a retrospective evaluation of clinical performance. Am J Orthod Dentofacial Orthop.1999;115:667-674.
- [11] Mandall NA,Millett DT,Mattick CR,et al.Orthodontic adhesives: a systematic review. J Orthod.2002;29:205-210.
- [12] Laureano Filho JR,Godoy F,O'Ryan F.Orthodontic bracket lost in the airway during orthognathic surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;134(2):288-290.
- [13] Wenger NA, Atack NE,Mitchell CN,et al.Peri-operative second molar tube failure during orthognathic surgery:two case reports.J Orthod. 2007;34(2):75-79.
- [14] Santoro M,Ayoub ME,Pardi VA,et al.Mesiodistal crown dimensions and tooth size discrepancy of the permanent dentition of Dominican Americans. Angle Orthod. 2000; 70(4): 303-307.
- [15] Bolton WA.The clinical application of a tooth size analysis. Am J Orthod.1962;48(40): 504-529.
- [16] Yuen KK,So LL,Tang EL.Mesiodistal crown diameters of the primary and permanent teeth in southern Chinese--a longitudinal study.Eur J Orthod. 1997;19(6):721-731.
- [17] Doris JM, Bernard BW,Kuftinec MM, et al.A biometric study of tooth size and dental crowding. Am J Orthod. 1981;79(3): 326-336.
- [18] Zachrisson BJ.A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics.Am J Orthod. 1977;71(2):173-189.
- [19] Geiger AM, Gorelick J, Gwinnett AJ.Bond failure rates of facial and lingual attachments.J Clin Orthod. 1983;17(3): 165-169.
- [20] Zachrisson BU. Direct bonding in orthodontic treatment and retention a post-treatment evaluation. Eur J Orthod. 2007; 29(Suppl 1): 28-134.
- [21] Bands P,Macfarlane T. Bonded versus banded first molar attachments: a randomized controlled clinical trial. J orthod. 2007;34:128-136.
- [22] Panolis N,Christensen L,Eliades T. Long-term clinical failure rate of molar tubes bonded with a self-etching primer. Angle Orthod. 2005;75:1000-1002.
- [23] Malkoc S, Corekci B, Botsali HE,et al. Cytotoxic effects of resin-modified orthodontic band adhesives. Are they safe? Angle Orthod. 2010;80(5):890-895.
- [24] Banks P, Macfarlane TV.Bonded versus banded first molar attachments:a randomized controlled clinical trial. J Orthod. 2007;34(2):128-36.
- [25] Nanda R.Biomechanics in clinical orthodonties. USA. WB. Sunadesr,1997.
- [26] Sugimoto T, Zhou X.Synthesis of uniform anatase TiO2 nanoparticles by the gel-sol method 2. Adsorption of OH-Ions to Ti(OH)4 gel and TiO2 particles. J Colloid Interface Sci. 2002;252(2):347-353.
- [27] Sugimoto T, Okada K, Itoh H.Synthetic of Uniform Spindle-Type Titania Particles by the Gel-Sol Method.J Colloid Interface Sci. 1997;193(1):140-143.