

颊侧多曲簧矫治器在开闭口运动中的三维力值变化*

苗楠¹, 侯录¹, 徐实谦²

Three-dimensional forces of Buccal multiloop appliance in the mouth opening and closing movement

Miao Nan¹, Hou Lu¹, Xu Shi-qian²

Abstract

BACKGROUND: Buccal multiloop removable appliance is a novel appliance. It is primarily used to treat Angle III malocclusion at milk teeth and mixed dentition periods. In addition, it can promote maxilla development and inhibit mandible excessively forward development.

OBJECTIVE: To observe the three-dimensional forces of Buccal multiloop appliance in the mouth opening and closing movement and analyze the changing regularity

METHODS: Buccal Multiloop Resistance Tester was used to imitate and calculate the Buccal multiloop removable appliance three-dimensional forces in the mouth opening and closing movement and analyze the changing regularity.

RESULTS AND CONCLUSION: The min force in the mouth opening movement was (64.96±48.47) g when 2 mm sagittal afterburner and 5 mm opening degree. The max force in the mouth opening movement was (285.47±14.44) g when 3 mm sagittal afterburner and 0 mm opening degree. The min force in the mouth closing movement was (79.31±19.94) g when 3 mm sagittal afterburner and 5 mm opening degree. The max force in the mouth closing movement was (285.47±14.44) g when 3 mm sagittal afterburner and 0 mm opening degree. The dimensional linear regression equation in the mouth opening movement was $\hat{y} = -0.415 44 + 0.529 42 X_1 + 0.803 64 X_2 - 0.004 17 X_3$. The dimensional linear regression equation in the mouth closing movement was $\hat{y} = -0.426 5 + 0.559 4 X_1 + 0.777 51 X_2 + 0.005 16 X_3$. The results showed the levels of the mouth opening and closing had significant effects on Buccal multiloop removable appliance forces, but the mandibular lateral movement had no effects. There was linear relationship among sagittal saw forces, the levels of the mouth opening and closing and the Buccal multiloop removable appliance forces.

Miao N, Hou L, Xu SQ. Three-dimensional forces of Buccal multiloop appliance in the mouth opening and closing movement. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(13):2307-2310. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景:颊侧多曲簧矫治器是一种新型的治疗乳、替牙期 Angle III类错牙合畸形的活动矫治器,其在推上颌骨向前促进其发育的同时,可抑制下颌的过度向前发育。

目的:观察颊侧多曲簧矫治器在开闭口运动中的三维力值及变化规律。

方法:应用颊侧多曲簧空间三维测力仪模拟颊侧多曲簧矫治器在口腔中的作用,测量颊侧多曲簧矫治器在开闭口运动中的三维力值并分析其变化规律。

结果与结论:开口过程中:当矢状向加力 2 mm、开口度 5 mm 时对下颌推力最小为(64.96±48.47) g;当矢状向加力 3 mm、开口度 0 mm 时对下颌推力最大为(285.47±14.44) g。闭口过程中:当矢状向加力 3 mm、开口度 5 mm 时对下颌推力最小为(79.31±19.94) g;当矢状向加力 3 mm、开口度 0 mm 时对下颌推力最大为(285.47±14.44) g。开口运动的多元线性回归方程为 $\hat{y} = -0.415 44 + 0.529 42 X_1 + 0.803 64 X_2 - 0.004 17 X_3$ 。闭口运动的多元线性回归方程 $\hat{y} = -0.426 5 + 0.559 4 X_1 + 0.777 51 X_2 + 0.005 16 X_3$ 。结果显示开闭口程度对颊侧多曲簧力值及方向有显著影响;下颌侧方运动对颊侧多曲簧力值及方向无影响;矢状向力,开闭口程度与颊侧多曲簧力值成线性关系。

关键词:颊侧多曲簧矫治器; III类错牙合; 开闭口运动; 三维力值; 数字化医学

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.13.008

苗楠, 侯录, 徐实谦. 颊侧多曲簧矫治器在开闭口运动中的三维力值变化[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(13):2307-2310. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

颊侧多曲簧矫治器是一种新型的可全天戴用的活动矫治器(图1)^[1-2]。主要用于乳、替牙期及恒牙早期的Angle III类错牙合畸形,其矫治机制是利用颊侧多曲簧柔和的弹力在推上颌骨向前促进其发育的同时,抑制下颌的过度向前发育,并使其功能性后退,解除反牙合^[1]。与传统矫治器

相比较,颊侧多曲簧活动矫治器在发挥一部分功能矫治器作用的同时还增加了颊侧多曲簧的机械力量,以颊侧多曲簧的弹力形成近远中方向颌间交互支抗作用力,不单单作用于某一个牙齿,而是对上、下颌全牙列同时起作用。目前颊侧多曲簧已初步应用于临床,获得一定疗效^[1-2]。其临床效果、对乳恒牙替换的影响及对颞下颌关节的影响已经有相关研究,但其加力程度计算等力学数值尚未见测量研究。

¹Department of Orthodontics, Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China; ²Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, Heilongjiang Province, China

Miao Nan★, Studying for master's degree, Department of Orthodontics, Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China nannanonly@hotmail.com

Correspondence to: Hou Lu, Chief physician, Department of Orthodontics, Harbin Medical University, Harbin 150086, Heilongjiang Province, China houlu@hotmail.com

Received: 2009-12-15
Accepted: 2010-01-31

¹ 哈尔滨医科大学口腔正畸科, 黑龙江省哈尔滨市 150086; ² 哈尔滨工业大学, 黑龙江省哈尔滨市 150001

苗楠★, 女, 1983年生, 黑龙江省哈尔滨市人, 汉族, 哈尔滨医科大学在读硕士, 主要从事颊侧多曲簧矫治器的三维力值研究。nannanonly@hotmail.com

通讯作者: 侯录, 主任医师, 哈尔滨医科大学口腔正畸科, 黑龙江省哈尔滨市 150086 houlu@hotmail.com

中图分类号: R318
文献标识码: B
文章编号: 1673-8225 (2010)13-02307-04

收稿日期: 2009-12-15
修回日期: 2010-01-31
(20091025004/GW-Q)

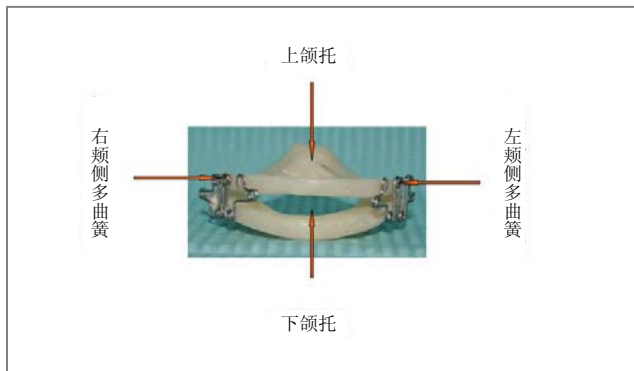


Figure 1 Composition name of the appliance
图1 矫治器各部位名称

本实验研究颊侧多曲簧矫治器在开闭口运动中的三维力值及变化规律, 为颊侧多曲簧矫治器的进一步使用和改良提供力学理论依据。

1 材料和方法

设计: 应用研究。

时间及地点: 于2008-12/2009-03在哈尔滨医科大学附属第二医院口腔正畸科实验室完成。

材料: 颊侧多曲簧空间三维测力仪^[3], 专利号: 200810064015.9。

对象: 选择来矫治的处于生长发育期, 经X射线头颅侧位片头影测量分析诊断为功能性或骨性下颌前突的安氏III类错殆患者。

纳入标准: 双侧第1磨牙为近中关系, 至少4个前牙反殆, 面部无外伤史。按国务院《医疗机构管理条例》规定, 患儿或监护人均知情同意^[4]。

实验方法: 选择1例采用颊侧多曲簧矫治的患者, 对其模型进行测量, 按数据使用0.7 mm不锈钢丝弯致颊侧多曲簧(图2)由同一人弯制矫治器。

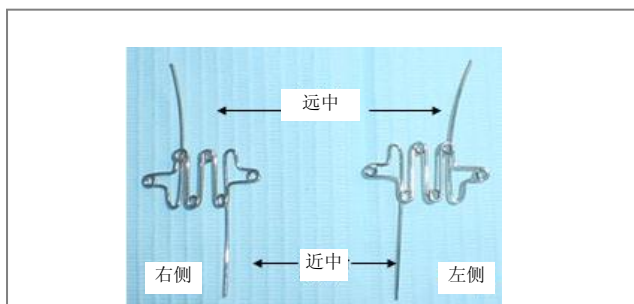


Figure 2 Contrast of the left and right Buccal multiloop
图2 颊侧多曲簧左右侧对比

将颊侧多曲簧在矢状向上加力分为2个变量处理组: 一组颊侧多曲簧矢状向加力2 mm; 另一组颊侧多

曲簧矢状向加力3 mm。模拟矫治器在戴入口内前的口外加力过程。

由于测试仪可模拟颞下颌关节的侧方运动, 测试仪可以固定在3个不同位置, 即3组: ①原位置即下颌处于正中位。②下颌向左移动2 mm。③下颌向右移动2 mm。数据处理时右侧标记为-2 mm, 左侧为2 mm, 原位为0 mm。

测试仪可模拟下颌的开闭口运动, 将开口运动分为5段进行测量: 0 mm(闭口), 0~5 mm, 0~10 mm, 0~15 mm, 0~20 mm。将闭口运动分为4段进行测量: 20~0 mm, 15~0 mm, 10~0 mm, 5~0 mm, 即本变量共分为9组。

3个变量交叉设计测量共需要54组, 每组测试3次, 共162组。按步骤1弯制162个颊侧多曲簧。在矢状向及冠状向不同的交叉组合下固定于颊侧多曲簧测试仪上。打开测试仪, 测试在开闭口运动过程中的颊侧多曲簧力值。

例: 将颊侧多曲簧矢状向加力2 mm, 测试仪固定于原位置(无侧方运动时), 测试开口为5 mm时的力值(见图3, 4)。

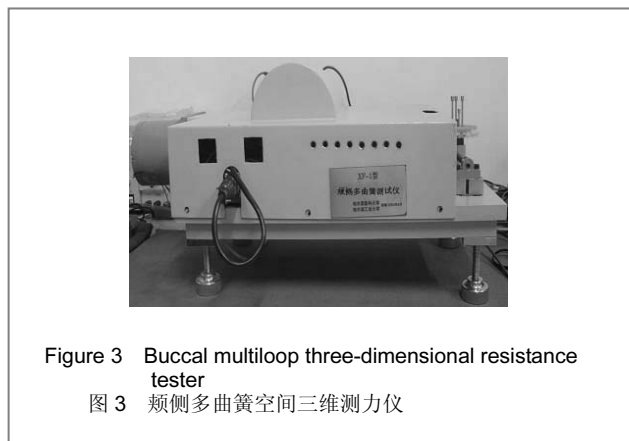


Figure 3 Buccal multiloop three-dimensional resistance tester
图3 颊侧多曲簧空间三维测力仪

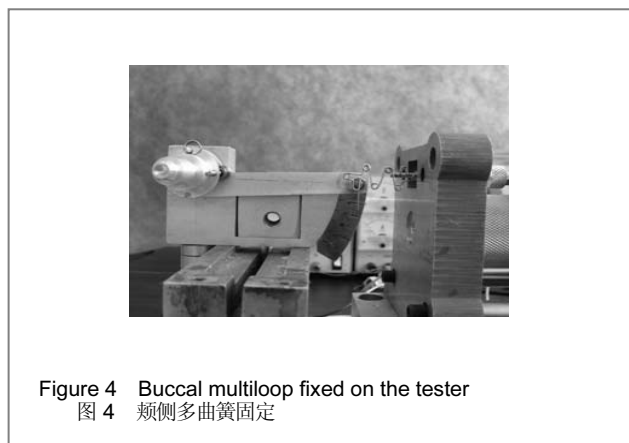


Figure 4 Buccal multiloop fixed on the tester
图4 颊侧多曲簧固定

设计、实施、评估者: 由作者共同完成。

统计学分析: 使用SAS 9.1运用方差分析和多元线性回归的统计方法对数据进行处理。

2 结果

2.1 闭口数据分析结果 见表1。

表1 闭口数据分析结果
Table 1 Analysis of mouth closing parameter ($\bar{x} \pm s, n=4$)

Source	DF	SS	MS	F	P
Corrected total	89	2 016 509.250			
A	1	70 408.881	70 408.881	18.12	< 0.05
B	4	1 616 775.633	404 193.908	104.00	< 0.05
C	2	5 958.894	2 979.447	0.77	> 0.05
AB	4	48 717.398	12 179.350	3.13	< 0.05
AC	2	8 002.469	4 001.234	1.03	> 0.05
BC	8	18 586.355	2 323.940	0.60	> 0.05
ABC	8	14 873.280	1 859.160	0.48	> 0.05
Error	60	233 186.340	3 886.439		

矢状向(A)上不同水平的施力的合力的主效应有差别, 亦可以解释为矢状向的不同水平的合力不同; 垂直向(B)上不同水平的施力的合力的主效应有差别, 亦可以解释为垂直向的不同水平的合力不同; 尚不能认为冠状向(C)上不同水平的施力的合力不同; 尚不能认为冠状向(C)与其他两个方向上的力存在交互作用; 矢状向(A)与垂直向(B)存在交互作用; 闭口过程中当矢状向加力3 mm、开口度5 mm时对下颌推力最小为(79.31±19.94) g。当矢状向加力3 mm、开口度0 mm时对下颌推力最大为(285.47±14.44) g。开口度超过5 mm, 颊侧多曲簧对于下颌的力的方向改变。

2.2 开口数据分析结果 见表2。

表2 开口数据分析结果
Table 2 Analysis of mouth opening parameter

Source	DF	SS	MS	F	P
Corrected total	89	2 180 563.604			
A	1	71 865.180	71 865.180	15.45	< 0.05
B	4	1 720 303.932	430 075.983	92.47	< 0.05
C	2	1 441.298	720.649	0.15	> 0.05
AB	4	53 201.418	13 300.355	2.86	< 0.05
AC	2	5 570.018	2 785.009	0.60	> 0.05
BC	8	24 369.771	3 046.221	0.65	> 0.05
ABC	8	24 757.434	3 094.679	0.67	> 0.05
Error	60	279 054.553	4 650.909		

矢状向(A)上不同水平的施力的合力的主效应有差别, 亦可以解释为矢状向的不同水平的合力不同; 垂直向(B)上不同水平的施力的合力的主效应有差别, 亦可以解释为垂直向的不同水平的合力不同; 尚不能认为冠状向(C)上不同水平的施力的合力不同; 尚不能认为冠状向(C)与其他两个方向上的力存在交互作用; 矢状向(A)与垂直向(B)存在交互作用; 开口过程中当矢状向加力2 mm、开口度5 mm时对下颌推力最小为(64.96±48.47) g。当矢状向为3 mm、开口度0 mm时对下颌推力最大为(285.47±14.44) g。

2.3 闭口数据的多元线性分析结果 见图5。

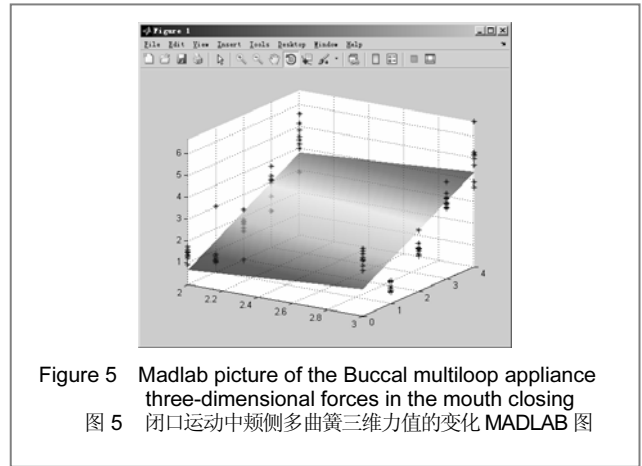


Figure 5 Madlab picture of the Buccal multiloop appliance three-dimensional forces in the mouth closing
图5 闭口运动中颊侧多曲簧三维力值的变化 MADLAB 图

全模型:

方差分析见表3。

表3 闭口数据方差分析
Table 3 Analysis of variance of mouth closing parameter

Source	DF	SS	MS	F	P
Corrected Total	89	201.650 92			
Model	3	115.859 95	38.619 98	38.71	< 0.000 1
Error	86	85.790 97	0.997 57		

参数估计见表4。

表4 闭口数据参数估计
Table 4 Estimation of mouth closing parameter

Variable	DF	Estimation of parameter	SE	t	P	b'
Intercept	1	-0.426 5	0.557 1	-0.77	0.446	0
Sagittal	1	0.559 4	0.210 56	2.66	0.009 4	0.186 86
Vertical	1	0.777 51	0.074 44	10.44	<0.000 1	0.734 58
Coronal	1	0.005 16	0.064 47	0.08	0.936 4	0.005 63

故多元线性回归方程为: $\hat{y} = -0.426 5 + 0.559 4 X_1 + 0.777 51 X_2 + 0.005 16 X_3$ 。

2.4 开口数据的多元线性分析结果 见图6。

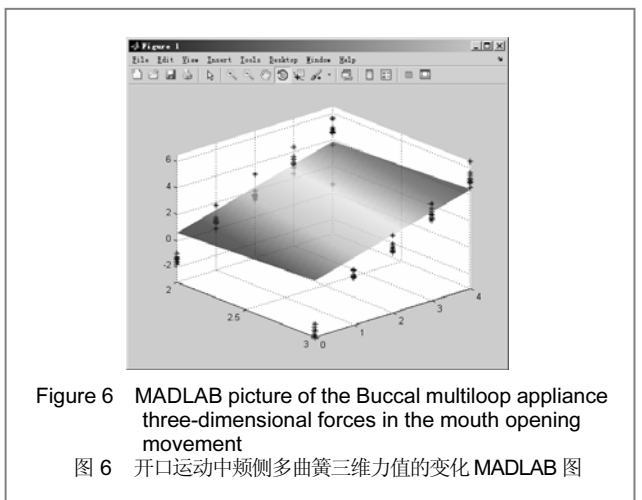


Figure 6 MADLAB picture of the Buccal multiloop appliance three-dimensional forces in the mouth opening movement
图6 开口运动中颊侧多曲簧三维力值的变化 MADLAB 图

全模型:

方差分析: 见表5。

表5 开口数据方差分析
Table 5 Analysis of variance of mouth opening parameter

Source	DF	SS	MS	F	P
Corrected total	89	218.321 79			
Model	3	122.562 65	40.854 22	36.69	<0.000 1
Error	86	95.321 79	1.113 48		

参数估计见表6。

表6 开口数据参数估计
Table 6 Estimation of mouth opening parameter

Variable	DF	Estimation of parameter	SE	t	P	b'
Intercept	1	-0.415 44	0.588 57	-0.71	0.482 2	0
Sagittal	1	0.529 42	0.222 46	2.38	0.019 5	0.169 96
Vertical	1	0.803 64	0.078 65	10.22	<0.000 1	0.729 71
Coronal	1	-0.004 17	0.068 11	-0.06	0.951 3	-0.004 38

多元线性回归方程为 $\hat{y} = -0.415 44 + 0.529 42 X_1 + 0.803 64 X_2 - 0.00417 X_3$ 。

3 讨论

相比较于传统活动矫治器^[5], 颊侧多曲簧活动矫治器在发挥一部分功能矫治器作用的同时还增加了颊侧多曲簧的机械力量。颊侧多曲簧矫治器正是利用两侧的多曲簧, 使上下颌基托连接起来, 形成这种颌间Ⅲ类矫形力。矫治器通过上、下颌托将上颌和下颌形成一个整体, 以颊侧多曲簧的弹力形成近远中方向颌间交互对抗作用力^[6], 不单单作用于某一个牙齿, 而是对上、下颌全牙列同时起作用。颊侧多曲簧初步使用时采用0.9 mm 不锈钢丝弯致, 矢状向加力2 mm时力值为350 mm^[1]。适当的颌间Ⅲ类矫形力可以使髁状突及上颌骨骨缝均发生积极的生理性改建^[7]。根据Copray 的观点: 较小的力会促进髁突软组织的生长而较大的力会抑制其生长。有研究用500 g 的力的颊侧多曲簧矫治下前突的20例女性患者(31个月)与矫治力250~300 g 的36 例患者(86个月)的疗效进行比较: 发现短期治疗组ANB角和wits改变较少, 需长期治疗才会有显著增加。为了达到更加柔和及持续的力, 本实验颊侧多曲簧矫治器使用0.7 mm 不锈钢丝弯致。颊侧多曲簧矫治器矢状向加力3 mm, 患儿处于闭口状态时对下颌所产生的推力最大, 为(285.47±14.44) g, 临床治疗后ANB角变化显著。矫治器在矢状向加力2 mm 患儿闭口状态下的最大推力值为(157.47±14.71) g, 临床治疗后ANB角亦变化显著但与矢状向加力3 mm 患者选择相似病例时(如替牙期反颌程度较重), 疗程相对较长。因此实验及临床都表明0.7 mm 的颊侧多曲簧矫治器力量更加柔和, 临床效果明显。临床使用时可以根据患者的反颌严重程度及年龄等因素, 灵活选用颊侧多曲簧及加力方式。

如乳牙期功能性反颌可选择0.7 mm 矫治器, 复诊

矢状向加力2 mm。替牙期反颌较重的患者, 可选用0.7 mm 矫治器, 矢状加力3 mm。对于伴有骨性倾向并且年龄较大的患者可选择0.8 mm 或0.9 mm 的矫治器, 灵活加力。据相关研究显示矫治器对中切牙及第一恒磨牙替换时间无明显影响, 对恒牙胚正常萌出有引导作用, 有助于第一恒磨牙建立中性关系。临床使用中发​​现患儿戴矫治器后, 经常处于张嘴状态或下颌侧方运动, 怀疑此因素会衰减矫治器的力量。测试结果表明, 下颌的侧方运动, 对颊侧多曲簧的力值并没有显著影响, 因此可选择控制此因素, 但其是否是导致矫治器钢丝折断的原因尚需研究。实验证明下颌在开口过程中对矫治器的力值产生十分显著的影响, 结果表明当开口度大于10 mm 时, 颊侧多曲簧的推下颌向后的力将逐渐减小, 随着开口加大, 甚至会使矫治力从推下颌向后转变成拉下颌向前。因此在临床使用中应尽量控制此因素, 使患儿尽量长时间的处于上下颌闭合状态或小张口状态, 并使患儿家属督促, 这与预想结果相符。分析结果所得出的三维变量间的线性回归方程有助于矫治器力量的预测。矫治器作用于下颌各部位及颞下颌关节的力的三维有限元分布亦具有重要价值, 尚需进一步研究。

4 参考文献

- He ZW, Hou L, Zhao YS, et al. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2008; 12(39):7631-7635. 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.
- 侯录, 徐实谦. 颊侧多曲簧矫治器及颊侧多曲簧胎具, ZL2006 2 0021913.2 中华人民共和国国家知识产权局(证书: 第965078号).
- 侯录, 徐实谦. 颊侧多曲簧空间三维测力仪, ZL 2 00810064015.9 中华人民共和国国家知识产权局.
- The Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Guidance suggestion of caring laboratory animals. 2006-09-30 [2008-06-01]. http://www.most.gov.cn/zfwj/zfwj2006/200512/t20051214_54389.htm. 中华人民共和国国务院. 医疗机构管理条例[OL]. 1994-09-01. [2008-06-01]. http://www.gov.cn/banshi/2005-08/01/content_19113.htm
- Li L, Dong H, Zhang HY. Beijing Kouqiang Yixue. 2007; 15(5):264-267. 李凌, 董辉, 张化宇. 替牙期安氏Ⅲ类错颌畸形治疗方法的探讨[J]. 北京口腔医学, 2007, 15(5): 264-267.
- Yi XZ. Beijing: People's Medical Publishing House. 2003: 45-48. 易新竹. 颌学. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 45-48.
- Yin K, Xu Y, Li S, et al. Kunming Yixueyuan Xuebao. 2003; 24(2): 10-14. 尹康, 徐芸, 李松, 等. 颌间Ⅲ类矫形力对恒猴髁突软骨改建影响的组织学研究[J]. 昆明医学院学报, 2003, 24(2): 10-14.

来自本文课题的更多信息——

课题的创新点: 颊侧多曲簧矫治器是一种新型的矫治三类错颌的活动矫治器, 有关活动矫治器在开闭口运动中力值变化的研究较少。本文使用的颊侧多曲簧三维测试仪属国家专利(方法创新), 为开闭口运动对于其他活动矫治器力值的影响提供参考。

课题评估的“金标准”: 因属自主研发无金标准。

设计的偏倚与不足: 三维测试尚不够细致, 可以使用三维有限元建立数学模型继续分析。

提供临床借鉴的价值: 颊侧多曲簧矫治器虽已较多的应用于临床, 并取得了很好的疗效, 但其力学基础尚未测试过。本实验测试了矫治器的力学变化, 对于临床的应用具有指导作用, 并进一步改进了矫治器。