

网络出版时间: 2019-1-11 14:07 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.r.20190109.1117.031.html>

◇经验与体会◇

Tip-Edge Plus 双丝技术扭转力学性能三维有限元分析

吴定丹 杨钦佩 周容白 蕊黄跃

摘要 运用有限元法探究 Tip-Edge Plus 托槽应用双丝技术时的扭转力学性能。建立 Tip-Edge Plus 托槽及不同尺寸材质弓丝的有限元模型,按实验分组分别进行力学加载,收集各组实验数据。实验显示:①当弓丝材质相同时,双丝组扭转力矩值均大于单丝组;②当弓丝材质不同时,扭转力矩值 0.014 镍钛弓丝 (NiTi) + 0.016 NiTi > 0.020 澳大利亚弓丝 (Aus) > 0.018 Aus > 0.014 NiTi + 0.014 NiTi > 0.012 NiTi + 0.016 NiTi > 0.016 Aus > 0.012 NiTi + 0.014 NiTi > 0.014 Aus。扭转力矩值与扭转角度、弓丝尺寸成正相关,双丝较单丝趋势明显,辅弓丝尺寸的影响较主弓丝大;临床上可根据牙齿的扭转情况选用适合的双丝组合。

关键词 Tip-Edge Plus 托槽;双丝技术;扭转;三维有限元法
中图分类号 R 783.5

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2019)02-0312-05
doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2019.02.031

Tip-Edge Plus 矫治器是差动直丝弓矫治技术的应用代表。Tip-Edge 托槽在打开咬合和关闭间隙阶段有其独特的优势^[1]。但由于单翼托槽沟宽度较窄,对单颗牙的扭转控制相对较差,常需附件扭转簧的协助,操作相对复杂费时。Tip-Edge Plus 托槽在其基础上于主槽沟舌侧增设了水平隧道,旨在利用辅弓丝取代各种附加装置,加强对牙齿三维方向的旋转控制^[2]。近年来,部分学者的研究^[3-5]结果肯定了双丝技术对牙齿的控制能力,但 Tip-Edge Plus 的生物力学研究主要在转矩控制^[6-8]及辅助装置^[9-10]等方面,而在双丝控制扭转方面的研究少见。如何实现 Tip-Edge Plus 托槽对牙齿更好地控制从而达到高效、轻力、精确的矫治一直是研究的热点,因此有必要对 Tip-Edge Plus 矫治器中应用双丝技术进行扭转控制的力学规律进行研究。

2018-09-27 接收

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:81300903);四川省医学科研青年创新课题(编号:Q15017)

作者单位:西南医科大学附属医院正畸科 泸州 646000

作者简介:吴定丹,女,硕士研究生;

黄跃,男,副教授,博士,硕士生导师,责任作者, E-mail: yue-huang@hotmail.com

1 材料与方法

1.1 材料 Tip-Edge Plus 托槽购自美国 TP 正畸公司。

1.2 方法

1.2.1 建立有限元模型 在 Pro/E Wildfire 5.0 软件中,按 Tip-Edge plus 托槽实际尺寸等参数^[11]建立上颌前牙托槽(共 6 颗)及不同材质、尺寸的弓丝模型,弓丝长度为 30 mm。将建立的模型按实验分组(表 1)分别进行装配。将装配好的实体模型在 Cadfix 8.0 软件中修复后导入 MSC. Patran 2005 软件中进行网格划分,并设置各组模型的相关物理参数^[1]。

表 1 模型分组情况

模型名称	弓丝类型	弓丝尺寸 (inch)	弓丝材质
14 NiTi	圆丝	0.014	镍钛
16 NiTi	圆丝	0.016	镍钛
14 Aus	圆丝	0.014	澳丝
16 Aus	圆丝	0.016	澳丝
18 Aus	圆丝	0.018	澳丝
20 Aus	圆丝	0.020	澳丝
12 NiTi + 14 NiTi	圆丝(辅) + 圆丝(主)	0.012、0.014	镍钛
12 NiTi + 16 NiTi	圆丝(辅) + 圆丝(主)	0.012、0.016	镍钛
14 NiTi + 14 NiTi	圆丝(辅) + 圆丝(主)	0.014、0.014	镍钛
14 NiTi + 16 NiTi	圆丝(辅) + 圆丝(主)	0.014、0.016	镍钛

1.2.2 参数的设定 在 MSC. Mentat 软件中,设定各组模型的材质属性、杨氏模量、泊松比等参数(表 2)^[9-13]。

表 2 实验相关材料的属性

材料	杨氏模量 (MPa)	泊松比
Tip-Edge Plus 托槽	206 000	0.30
结扎丝	200 000	0.30
澳大利亚弓丝 (Aus)	173 000	0.30
镍钛弓丝 (NiTi)	60 000	0.30

1.2.3 边界设定及旋转位移的加载 将导入的各组模型进行边界限定,结扎丝与托槽设定为粘合关系;结扎丝与弓丝、弓丝与托槽之间均设定为接触关

系, 摩擦系数 μ 均设定为 $0.2^{[10]}$ 。除右上侧切牙以外的托槽和弓丝进行三维方向的限定。在右上侧切牙托槽槽沟中心模拟加载 20° 旋转位移, 模拟右上侧切牙近中扭转 20° (图 1)。

1.2.4 模型运算 在 MSC. Mentat 软件中运算各组模型, 收集记录各组模型随加载角度的变化其应力的变化情况, 绘制相应的扭转力矩值/扭转角度曲线图和柱状图, 分析模型中应力分布情况。

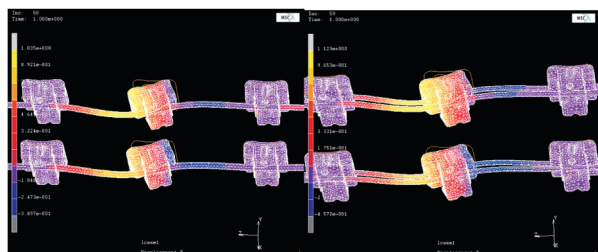


图 1 Tip-Edge Plus 托槽单丝、双丝扭转加载图

2 结果

2.1 弓丝材质相同时, 单圆丝、主弓丝相同辅弓丝不同的扭转力学性能比较 通过 4 组双丝组与 0.014 NiTi、0.016 NiTi 圆丝共 6 组实验模型比较可知, 在相同扭转载荷加载下, 双圆丝与单圆丝的扭转力矩值/扭转角度曲线走向大致一致: 即扭转力矩值随扭转角度增大而增大, 但应用辅弓丝后扭转力矩值随扭转角度增大的趋势 (斜率) 明显增大, 并且其增幅 (斜率) 随辅弓丝尺寸增大明显增大 (图 2、3)。

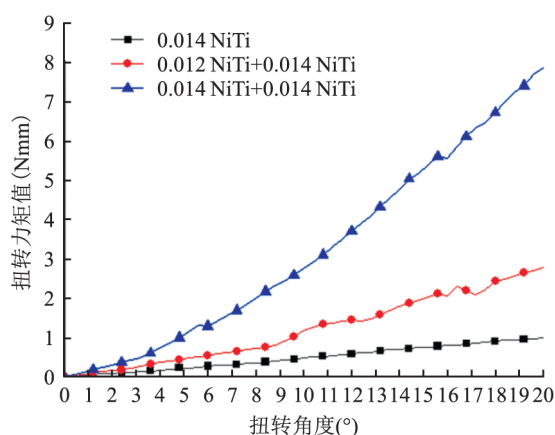


图 2 主弓丝为 0.014 NiTi 圆丝的单圆丝、双圆丝的扭转力矩/扭转角度曲线图

以 0.014 NiTi 单圆丝为对照组, 0.012 NiTi + 0.014 NiTi、0.014 NiTi + 0.014 NiTi 双丝最大扭转

力矩值分别是其 2.8 和 7.95 倍, 平均扭转力矩值是其 2.45 和 6.55 倍。0.014 NiTi + 0.014 NiTi 双丝最大扭转力矩值是 0.012 NiTi + 0.014 NiTi 双丝的 2.83 倍, 平均扭转力矩值是其 2.67 倍。以 0.016 NiTi 单圆丝为对照组, 0.012 NiTi + 0.016 NiTi 双丝最大扭转力矩值是其 2.72 倍, 平均扭转力矩值是其 2.30 倍; 0.014 NiTi + 0.016 NiTi 双丝最大扭转力矩值是其 5.91 倍, 平均扭转力矩值是其 6.11 倍。0.014 NiTi + 0.016 NiTi 双丝最大扭转力矩值是 0.012 NiTi + 0.016 NiTi 双丝的 2.17 倍, 平均扭转力矩值是其 2.65 倍。在相同扭转载荷加载下, 在主弓丝为 0.016 NiTi 圆丝和 0.014 NiTi 圆丝中应用辅弓, 两者扭转力矩值随扭转角度变化的规律是基本一致的, 并且在应用辅弓丝后对扭转应力值的增加幅度也较为相似。见图 4、5。

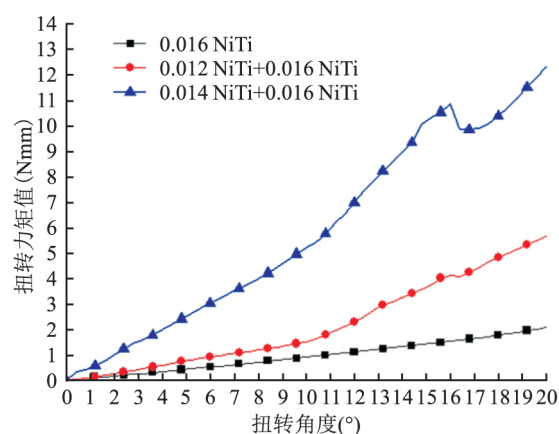


图 3 主弓丝为 0.016 NiTi 圆丝的单圆丝、双圆丝的扭转力矩/扭转角度曲线图

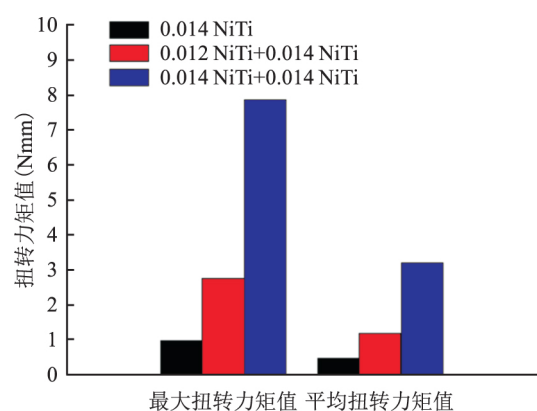


图 4 主弓丝为 0.014 NiTi 圆丝的单圆丝、双圆丝的最大扭转力矩值和平均扭转力矩值柱状图

2.2 弓丝材质相同、辅弓丝尺寸相同而主弓丝不同的扭转力学性能比较 应用 0.012 NiTi、0.014 NiTi 辅弓圆丝分别搭配不同尺寸 (0.014 NiTi、

0.016 NiTi)的主弓丝,共计4组实验模型。当辅弓丝为0.012 NiTi圆丝时,0.012 NiTi+0.016 NiTi双丝最大扭转力矩值是0.012 NiTi+0.014 NiTi双丝的2.03倍,平均扭转力矩值是其1.82倍。当辅弓丝为0.014 NiTi圆丝,0.014 NiTi+0.016 NiTi双丝最大扭转力矩值是0.014 NiTi+0.014 NiTi双丝的1.56倍,平均扭转力矩值是其1.81倍。见图6。与图2~5相比,在相同扭转载荷加载下,辅弓丝尺寸增大引起扭转应力值增大的增幅较主弓丝明显。但总体来看,在应用双丝后,双丝组扭转力矩值均大于0.014 NiTi、0.016 NiTi单圆丝组的扭转力矩值。

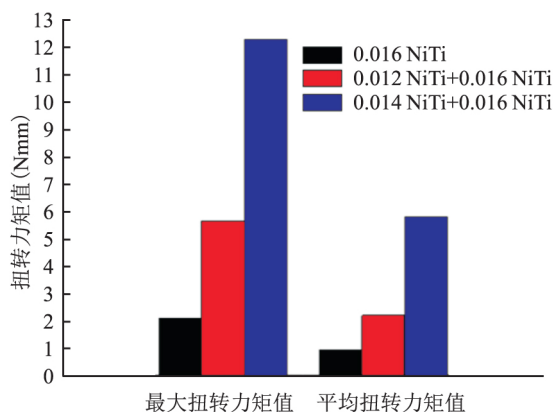


图5 主弓丝为0.016 NiTi圆丝的单圆丝、双圆丝的最大扭转力矩值和平均扭转力矩值柱状图

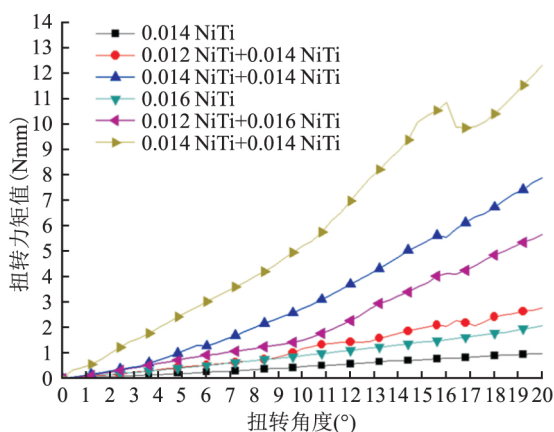


图6 单圆丝、辅弓丝相同主弓丝尺寸不同的扭转力矩/扭转角度曲线图

2.3 不同尺寸镍钛双圆丝组合与不同尺寸澳丝单圆丝比较 本组实验将不同尺寸镍钛双圆丝组合与不同尺寸澳丝单圆丝进行比较,共计8组实验模型。实验结果显示,扭转力矩值0.014 NiTi+0.016 NiTi > 0.020 Aus > 0.018 Aus > 0.014 NiTi+0.014 NiTi

> 0.012 NiTi+0.016 NiTi > 0.016 Aus > 0.012 NiTi+0.014 NiTi > 0.014 Aus。对比分析0.014 NiTi+0.016 NiTi双丝和0.020 Aus的扭转应力分布云图可得出,两者远中面高应力区的分布规律是相似的,对比分析两者托槽的近中面应力分布情况存在差异,双圆丝组近中面应力高于单圆丝组,双圆丝组其扭转应力在整个托槽的分布较单圆丝组更均匀(图7、8)。

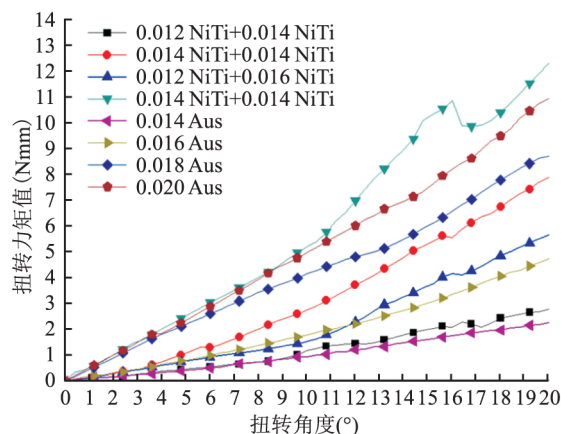


图7 不同尺寸镍钛双圆丝组合与不同尺寸澳丝单圆丝的扭转力矩/扭转角度曲线图

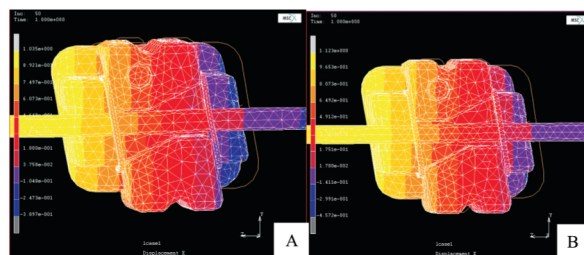


图8 单圆丝、双圆丝扭转应力分布云图

A: 0.020 Aus 扭转应力分布云图; B: 0.014 NiTi+0.016 NiTi 扭转应力分布云图

3 讨论

3.1 应用相同弓丝材质的单、双丝的扭转力学性能规律 在 Tip-Edge Plus 托槽中应用相同材质的单、双丝纠正牙齿扭转时显示,双丝组扭转力矩值均大于单圆丝组。辅弓丝尺寸变化对扭转力矩值带来的增幅比主弓丝尺寸变化带来的增幅大。辅弓丝协同作用更强,可能是由于辅弓丝在 Tip-Edge Plus 托槽水平隧道内,在扭转加载时其力臂长度为托槽两端的宽度,与主弓丝力臂托槽近中侧结扎丝与弓丝接触点到远中侧弓丝与托槽接触点宽度相比更长,所以辅弓丝尺寸变化较主弓丝尺寸变化有更大的增强

效应。双丝应用后,双丝组的扭转应力均比同尺寸的单圆丝组扭转应力更高,这与吴雪等^[5]在Damon Q托槽中应用双丝技术纠正扭转能够增强托槽扭转控制能力研究结果是一致的。这可能是因为托槽的舌侧水平隧道内应用辅弓丝,将托槽单圆丝的线性受力模式改变成主弓丝和舌侧辅弓丝共同受力的平面受力模式,所以在辅弓丝应用后均能明显增加扭转应力。

3.2 应用不同弓丝材质的单、双丝扭转力学性能规律 对比分析不同尺寸镍钛双圆丝组合与不同尺寸澳丝单圆丝后显示 0.014 NiTi + 0.016 NiTi 双丝和 0.020 Aus 扭转应力较相似,但两者托槽的近中面应力分布情况存在差异,双圆丝组近中面应力高于单圆丝组,且其扭转应力在整个托槽的分布较单圆丝组更均匀。这可能是由于当单圆丝时线性受力应力主要集中在受力点周围,当应用双丝后托槽受力模式变为平面受力,并且在托槽槽沟及托槽舌侧的水平隧道内均有受力,所以扭转应力能更均匀地分布于整个托槽。

在正畸治疗中提倡轻力矫治及在三维方向上对牙齿进行精确的控制。临床上,双丝可应用在 Tip-Edge Plus 托槽的第一阶段中牙齿轻中度扭转、第三阶段精细控制和后期的复发。在选用不同的双丝组合时也应根据牙齿具体的扭转严重程度选用相应的组合模式。一般采用 Tip-Edge Plus 系统治疗开始时可采用 (0.014 NiTi + 0.016 高弹不锈钢丝)。由于大尺寸的双丝组合可能会产生较大的扭转应力,且牙齿扭转度越大,弓丝穿引时近远中陡度越大,对于重度扭转牙,牙齿可能过度扭转以致于难以舒适地穿引辅弓,这时可先用单根主弓丝简单排齐牙列后采用小尺寸的双丝组合 (0.012 NiTi + 0.014 NiTi)。当然,由于不能达到最终要求,因此需要更换更粗的 0.014 NiTi 或 0.016 NiTi 的圆形辅弓,以达到轻柔加力和精确调整的目的。在矫正扭转牙复发

时,双丝是十分有用的,特别是患者已进入粗弓丝阶段,原先去扭转的牙齿托槽脱落或结扎圈松脱导致的复发可以通过上一根小尺寸的辅弓,而无需重新用单根细的主弓丝排齐牙列,避免耽误疗程。正畸医师可以根据自己的临床习惯及具体情况选择更换相应的弓丝。

参考文献

- [1] 杨钦佩,韦代伦,吴雪,等. Tip-Edge 矫治器转矩力学性能的三维有限元分析[J]. 生物医学工程研究, 2017, 36(1): 28-32.
- [2] Xu L L, Chen L L, Du X Y, et al. Clinical effect of Tip-Edge plus appliance in children with angle II (1) malocclusion[J]. 华中科技大学学报(医学英文德文版), 2013, 33(6): 886-91.
- [3] Kim S H, Choo H, Hwang Y S, et al. Double-archwire mechanics using temporary anchorage devices to relocate ectopically impacted maxillary canines[J]. World J Orthod, 2008, 9(3): 255-66.
- [4] 何淞. DamonQ 自锁系统中运用双丝技术的力学性能有限元分析[D]. 泸州: 西南医科大学, 2016.
- [5] 吴雪, 何淞, 杨钦佩, 等. 双槽沟被动自锁系统扭转性能的三维有限元分析[J]. 口腔医学研究, 2017, 33(1): 42-6.
- [6] 张建云, 李贵凤, 胡小蓓, 等. Tip-Edge Plus 与 Damon 托槽对拔牙病例前牙转矩控制的比较[J]. 口腔医学研究, 2017, 33(5): 546-9.
- [7] Chamda R A. Exploring the possibilities of treating difficult malocclusions non-surgically using the tip-edge bracket system[J]. Oral Health & Dental Management, 2013, 12(4): 205-12.
- [8] 沈晓. Tip-Edge Plus 矫治器上颌尖牙移动特征及对前牙转矩表达影响的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [9] 闫阔. Tip-Edge 矫治技术中尖牙外展弯相对位置对尖牙移动趋势影响的有限元分析[D]. 长春: 吉林大学, 2012.
- [10] 张翼, 夏熹, 邓锋, 等. Tip-Edge 力系后倾曲对上颌磨牙初始位移影响的三维有限元分析[J]. 华西口腔医学杂志, 2012, 30(3): 329-32.
- [11] Shen X, Sun X H, Tian H, et al. Mechanical properties of nickel-titanium archwire used in the final treatment phase of Tip-Edge plus technique: an *in vitro* study[J]. Chinese Medical Journal, 2013, 126(1): 135-9.
- [12] Liu S M, Ding P, Lin J X. Effects of bracket design on critical contact angle[J]. Angle Orthod, 2013, 83(5): 877-84.
- [13] 吴稀, 韦代伦, 周容, 等. 两种舌侧托槽垂直向控制性能三维有限元分析[J]. 安徽医科大学学报, 2018, 53(2): 312-5.

Three-dimensional finite element analysis of torsional mechanical properties of Tip-Edge Plus twin wire technology

Wu Dingdan, Yang Qinpei, Zhou Rong, et al

(Dept of Orthodontics, The Affiliated Stomatological Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646000)

Abstract To explore the torsion mechanical properties of Tip-Edge Plus brackets with double wire technique by using finite element method. Established the assembly models of Tip-Edge Plus brackets and different arch wire

网络出版时间: 2019-1-11 14:07 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.r.20190109.1117.032.html>

耐碳青霉烯鲍曼不动杆菌耐药机制研究及多位点序列分型

张雨晨, 周树生, 王春艳, 查渝, 曹晓光, 黄羽, 王贤聪

摘要 探究 ICU 分离的耐碳青霉烯鲍曼不动杆菌 (CRAB) 耐药机制及其分子流行病学特点。收集 ICU 患者标本分离的 CRAB, VITEK-2 COMPACT、K-B 法和 E-test 法检测药敏, 碳青霉烯酶抑制实验 (CIM) 和 PCR 检测碳青霉烯酶及其基因, 多位点序列分型 (MLST) 检测同源性。筛选出 28 株 CRAB, 对 14 种抗生素高度耐药。28 株含 bla_{OXA-51} 和 bla_{ampC} , 25 株含 bla_{OXA-23} , 14 株含 bla_{TEM} 基因。MLST 得到 9 种 ST 型, eBURST 得到一个同分型组。ICU 病区 CRAB 耐药性严重, 携带 bla_{OXA-23} 和 bla_{TEM} 为主, 该研究认为 ICU 鲍曼不动杆菌感染存在流行趋势, 需引起高度重视。

关键词 耐碳青霉烯鲍曼不动杆菌; β -内酰胺酶; 多位点序列分型; 耐药机制; PCR

中图分类号 R 446.5

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2019)02-0316-05

doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2019.02.032

鲍曼不动杆菌是院内重要的机会致病菌, 尤其在 ICU 中常导致危重病人的感染^[1-2]。碳青霉烯类抗生素一直被认为是治疗各种感染的重要抗生素, 然而近年来碳青霉烯类耐药的鲍曼不动杆菌 (carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*, CRAB) 分离株的比例却在逐渐升高^[3]。2016 年中国 CHINET 细菌耐药性监测显示鲍曼不动杆菌占有分离菌株

的第三位^[4]。2005 年到 2016 年, 我国鲍曼不动杆菌对亚胺培南的耐药率从 31.0% 上升至 68.6%, 对美罗培南的耐药率从 39.0% 上升至 71.4%^[4-5]。对碳青霉烯类耐药的鲍曼不动杆菌往往对其他常见的抗生素也同时耐药, 这使得临床上治疗 CRAB 变得更加困难。该研究通过收集 ICU 病区的 CRAB 探索鲍曼不动杆菌对碳青霉烯类药物的耐药机制, 同时进行多位点序列分型 (MLST) 探究其同源性, 为院内爆发性感染进行预防控制奠定基础。

1 材料与方法

1.1 菌株来源 收集 2017 年安徽省立医院 ICU 病区患者标本分离的 CRAB 菌株共 28 株。同一患者同一部位分离的菌株不重复计入。

1.2 实验试剂 主要试剂包括菌种保存管 (北京友康恒业生物科技有限公司); 细菌基因组 DNA 提取试剂盒 (北京天根生化科技有限公司); $2 \times$ Taq PCR Mix (上海近岸科技有限公司); 琼脂糖 (西班牙 Biowest 公司); DNA 分子量 Marker 及 Loading Buffer (6 $\times$) (日本 TaKaRa 公司); K-B 法药敏纸片 (英国 OXOID 公司); E-test 试纸条 (温州市康泰生物科技有限公司); MH 琼脂平板 (江门凯林贸易有限公司)。

1.3 主要仪器 主要仪器包括 VITEK-2 COMPACT 全自动微生物分析仪 (法国生物梅里埃公司); PCR 扩增仪 (德国 Biometra 公司); 水平凝胶电泳仪 (美国 Bio-Rad 公司); 凝胶成像及分析系统 (上海

2018-09-12 接收

基金项目: 安徽省自然科学基金 (编号: 1608085MH214)

作者单位: 安徽医科大学附属省立医院急诊 ICU, 合肥 230000

作者简介: 张雨晨, 女, 硕士研究生;

周树生, 男, 副教授, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-

mail: zhouss108@163.com

separately according to experimental groups. Then ran and calculated each model, collected relevant data. The results showed that when using the same material arch wires, the torsion moments of the double wire groups were greater than single round wires and when using different material arch wires, the torsion moment: $0.014 \text{ NiTi} + 0.016 \text{ NiTi} > 0.020 \text{ Aus} > 0.018 \text{ Aus} > 0.014 \text{ NiTi} + 0.014 \text{ NiTi} > 0.012 \text{ NiTi} + 0.016 \text{ NiTi} > 0.016 \text{ Aus} > 0.012 \text{ NiTi} + 0.014 \text{ NiTi} > 0.014 \text{ inch Aus}$. Therefore, with the application of auxiliary arch wire, the trends of the torsion moment increasing with torsion angle were obviously, and its amplitude increased more prominent when the auxiliary arch wires sizes were increased. While the auxiliary arch wire size changed, the increased amplitude of the torsion moment was much bigger than the main arch wire size changed. Besides, in clinical application, orthodontists can use different couple of double wires according to the torsion of tooth.

Key words Tip-Edge Plus appliance; double wire technique; torsion; three dimension finite element