

实验性正畸牙齿移动距离测量方法的对比研究

李高华, 彭菊香, 钟建莉, 刘建国, 管晓燕, 徐宇红, 丰雷, 苏牧, 黄瑾
(遵义医学院口腔医学院正畸学教研室 贵州 遵义 563003)

[摘要] 目的 比较游标卡尺测量法和体视显微镜测量法检测 SD 大鼠正畸牙齿移动距离的优劣。方法 60 只雄性 SD 大鼠, 随机分为 5 组, 每组 12 只, 建立实验性 SD 大鼠正畸移动模型, 于加力 1、4、7、10 和 14 d 处死 1 组大鼠, 术前、术后灌制正畸牙齿的精确模型。分别采用游标卡尺测量法和体视显微镜测量法对不同时间点正畸牙齿移动的距离进行测量, 并进行比较和统计学分析。结果 2 种测量方法在 1 和 4 d 组的测量结果差异有统计学意义, 其余 3 组的测量结果差异无统计学意义。体视显微镜测量法检测结果的标准差和变异系数均较游标卡尺测量法明显偏小。结论 体视显微镜测量法是一种较精确、快速地测定实验性正畸牙齿移动距离的方法。

[关键词] 体视显微镜; 游标卡尺; 牙齿移动; 正畸; 大鼠

[中图分类号] R 783.5 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1673-5749.2010.04.007

Comparative study of measurements in experimental orthodontic tooth movement LI Gao-hua, PENG Ju-xiang, ZHONG Jian-li, LIU Jian-guo, GUAN Xiao-yan, XU Yu-hong, FENG Lei, SU Mu, HUANG Jin. (Dept. of Orthodontics, School of Stomatology, Zunyi Medical College, Zunyi 563003, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the validity and accuracy of the distance of experimental orthodontic tooth movement measured by stereomicroscope and vernier caliper. **Methods** 60 male Sprague-Dawley rats were randomly divided into 5 groups. Each group had 12 rats. The rats were sacrificed in 1, 4, 7, 10 and 14 days after the application of mechanical force. The precise impressions were made before and after experiment. The distance of tooth movement was measured by both stereomicroscope and vernier caliper. The results were compared and had dispersion analysis. **Results** The results showed that all the measurements had no significant difference except the 1 and 4 days group. Dispersion analysis showed that the measurement with stereomicroscope was more accurate than with vernier caliper. **Conclusion** The stereomicroscope measurement can exactly accomplish the experimental measurement of tooth movement.

[Key words] stereomicroscope; vernier caliper; tooth movement; orthodontics; rat

正畸治疗过程中, 牙齿移动的距离是一个常规观察指标。在动物实验中, 需要测量牙齿移动的距离来分析不同正畸方法移动牙齿的效率, 通常使用游标卡尺测量法来进行直接测量。体视显微镜测量法是通过测量物体三维立体放大后直接在电脑上采用测量软件进行测量, 具有重复性好和直观性强的优点^[1]。

本实验对大鼠正畸牙移动模型的距离分别采用游标卡尺测量法和体视显微镜测量法来检测, 比较二者在测量结果方面的差异, 探讨 2 种测量

法在正畸牙齿移动测量中的准确性、可靠性和可重复性。

1 材料和方法

1.1 材料

购于第三军医大学的健康雄性 SD 大鼠 60 只, 许可证号为 SCXK(渝)2007017, 6~8 周龄, 体重 200~250 g, 分笼喂养, 自由摄食饮水。随机将 SD 大鼠分为 5 组, 每组 12 只, 在 SD 大鼠左侧上颌第一磨牙和中切牙间安装镍钛螺旋拉簧, 牵引左侧上颌第一磨牙近中移动, 建立正畸牙移动的实验模型^[2]。加力值为 0.49 N, 于加力后 1、4、7、10 和 14 d 分别处死 1 组动物。术前、术后分别用预制的特殊托盘和硅橡胶印模材料制取左侧上颌磨牙区的精确模型, 超硬石膏灌注。

[收稿日期] 2009-09-22; **[修回日期]** 2010-04-07

[基金项目] 贵州省自然科学基金资助项目(黔科合 J 字[2009]2177、2310 号); 贵州省教育厅基金资助项目(黔教科[2008]036 号)

[作者简介] 李高华(1972—), 男, 四川人, 主治医师, 硕士

[通讯作者] 刘建国, Tel: 0852-8609806

1.2 测量仪器

XTL-3400C 电脑型连续变倍体视显微镜(上海蔡康光学仪器有限公司), JB1082-67 游标卡尺(武汉锋刃工量具有限公司), 测量范围 0~125 mm, 精度为 0.02 mm。

1.3 检测方法

1.3.1 测量人员的培训 测量前对测量人员进行培训, 保证测量的一致性。每次测量时由非测量人员将模型顺序打乱, 保证测量数据的随机性。

1.3.2 游标卡尺测量法 用 HB 铅笔分别标出第一磨牙和第二磨牙近中颊沟点, 用游标卡尺测量 2 点之间的距离, 测量由同一名操作者进行, 共测 3 次, 取平均值。

1.3.3 体视显微镜测量法 石膏模型水平放置于观测台上, 保持殆平面与地面平行。通过体视显微镜观察模型, 选取 40 倍的放大率, 设定标尺长度, 使用 JVC 数字摄像机采集图像。观察采集的

模型图像, 分别标出第一磨牙和第二磨牙近中颊沟点, 使用 YR-MV 1.0 显微图像测量软件测量 2 点之间的距离。测量也由同一名操作者进行, 共测 3 次, 取平均值。

1.3.4 测量 从每组中随机选取 1 个模型, 共 5 个模型, 再由同一名测量人员采用上述 2 种方法各测 5 次, 且每次测量至少间隔 1 d, 测量数据用于可重复性分析。

1.4 统计分析

使用 SPSS 13.0 软件对实验数据进行分析, 实验数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示并进行配对 *t* 检验, $\alpha=0.05$ 。对于可重复性分析, 用 SPSS 13.0 软件对其离散趋势进行统计学描述。

2 结果

2.1 2 种方法测量正畸加力前后牙齿移动的距离 正畸加力前后牙齿移动距离的比较详见表 1。

表 1 2 种方法检测结果的比较

Tab 1 Comparison of measurements between two methods

分组	游标卡尺测量法/mm	体视显微镜测量法/mm	差值/mm	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
1 d	0.139±0.056	0.128±0.039	0.011±0.010	3.801	0.003**
4 d	0.247±0.079	0.233±0.035	0.014±0.020	2.365	0.038*
7 d	0.333±0.091	0.326±0.059	0.007±0.014	1.735	0.111
10 d	0.451±0.181	0.463±0.158	-0.012±0.052	-1.288	0.224
14 d	0.547±0.155	0.566±0.138	-0.019±0.042	-1.582	0.142

注: **P*<0.05, ***P*<0.01。

由表 1 可见: 1 d 组, 2 种方法的测量结果差异较明显且具有统计学意义(*P*<0.01); 4 d 组, 2 种方法的测量结果差异也有统计学意义(*P*<0.05), 其余 3 组的测量结果差异均无统计学意义。

2.2 2 种测量方法的离散趋势分析

2 种测量方法的离散趋势分析详见表 2。由表 2 可见: 体视显微镜测量法结果的标准差和变异系数都明显偏小。

表 2 2 种测量方法的可重复性比较

Tab 2 Reproducibility comparison between two methods

样本	游标卡尺测量法/mm	体视显微镜测量法/mm	变异系数/%	
			游标卡尺测量法	体视显微镜测量法
1 d组3号	0.121±0.048	0.119±0.007	39.7	5.9
4 d组8号	0.279±0.075	0.268±0.011	26.9	4.1
7 d组12号	0.298±0.104	0.307±0.008	34.9	2.6
10 d组1号	0.491±0.128	0.507±0.013	26.1	2.5
14 d组5号	0.582±0.133	0.597±0.010	22.9	1.7

3 讨论

正畸牙齿移动过程中牙周组织是如何改建

的, 牙周组织改建又受到哪些因素的影响, 这些都需要通过动物实验建立正畸牙移动模型来观察研究^[3]。在实验中, 正畸牙移动距离与时间、作

用因素之间的关系是一个常规而又非常重要的观察指标。大鼠因价格低廉、容易饲养而成为最常用的实验动物^[4]。通常在大鼠口腔建立的正畸牙移动模型观测的时间在 20 d 以内,在这期间,大鼠牙齿移动的距离不超过 1 mm,而且大鼠牙齿相对较小,磨牙近远中径只有约 3 mm,检测工具和检查方法的选择对检测结果的准确性影响很大。因此,选择精度较高的检测工具和灵敏的检查方法尤为重要。

目前,研究正畸牙齿移动效率的文献采用检测牙齿移动距离的方法主要分为以下 2 类。一类是直接测量法,工具主要有游标卡尺、分规等。游标卡尺测量法操作简便,被广泛应用于长度和直径的测量,分为机械式和电子数显式等不同的种类,精度为 0.1~0.02 mm。但在实验性正畸牙齿移动测量中,由于游标卡尺的测量头较大鼠磨牙大,在牙齿窝沟上定位时相对不便;而且,不同的检测人员掌握测量方法的程度不同以及肉眼分辨率的差异,均可导致读数误差相对较大,显著影响测量数据的准确性和可重复性。另一类是间接测量法,该方法是利用不同工具对牙齿的图像进行采集,通过测量软件设定标尺确定放大的倍数和比例,再计算出图像上 2 点之间的实际距离。常用的采集工具有数码相机、体视显微镜和激光三维扫描技术等。数码相机采集相对简单,但放大的倍数控制较难,精度不高、可重复性较低,实验中应用很少^[5]。

刘松林等^[6]对三维点激光扫描仪用于正畸牙齿移动测量的可靠性进行了研究。三维点激光扫描仪目前采用双电荷耦合元件(charge-coupled device, CCD)扫描成像技术,能获得模型的三维空间坐标,测量精度可达 ± 0.05 mm,但其设备昂贵、扫描时间较长,需要经过复杂的数据处理和曲面重构才能建立可视模型,在实际应用中受到了限制。

体视显微镜是根据人双眼立体视觉的原理设计而成的,是一种具有正像立体感的目视仪器。其光学结构原理是由 1 个共用的初级物镜对物体成像后,再通过 2 个成 12°角的中间物镜形成 2 个独立的光路,分别经各自的目镜成像。由于是由 2 条分离的光路组成,可以分别将物体成像到人的左眼和右眼,再经人脑处理这 2 个部分的图像,产生 1 个三维空间的立体视觉图像,与人们直接观看物体一样,富有立体感、真实感,但却

被放大了数十倍。体视显微镜的特点为:1)视场直径大、焦深大,这样便于观察被检测物体的全部层面;2)成像清晰、宽阔,具有较长的工作距离,对同一物体可实现连续放大倍率观看;3)观察物体时能产生正立的三维空间像,立体感强、便于实际操作和观测。体视显微镜的这些光学原理和特点使其在口腔医学和其他科研领域中得到了广泛的应用^[7]。体视显微镜测量法是在体视显微镜上安装数字摄像装置和测量软件,实现直接在计算机上观察实物图像,随时捕捉记录观察图片,从而对观察图像进行分析、测量和评级等,还可以保存或打印出高像素的观察图片,实现了从人视觉到机器视觉的转变和从定性检查到定量检查的转变,极大地提高了工作效率,克服了人为检测的不确定性^[8-9]。故本次实验选用价格相对低廉、容易获取的游标卡尺和体视显微镜作为检测工具。

从本实验结果可以看出,在 1 和 4 d 组,游标卡尺测量法和体视显微镜测量结果差异有统计学意义,可能的原因有:牙齿加力初期移动的距离较小,游标卡尺测量法因为定点的位置和分辨率的关系出现了较大的误差;此外,牙齿在移动过程中发生了一定程度的旋转,游标卡尺因测量头较大,测量时无法准确定位这种较小的差异,而体视显微镜测量法可通过放大后准确定位标志点。因此,体视显微镜测量法在微小距离的测量方面更加准确。

2 种测量方法的离散性分析显示,体视显微镜测量法与游标卡尺测量法相比较,其离散程度(标准差和变异系数)都明显偏小,说明体视显微镜测量法的可重复性和精确性都优于游标卡尺测量法^[10]。由于游标卡尺测量法是依靠测量人员的目测来定点和读数,测量的准确性易受模型的清晰度、牙齿移动距离和主观因素等影响,特别是在移动距离较小的初期,容易产生较大的误差,从而影响测量结果的准确性和可靠性;而体视显微镜测量法可以对模型进行三维放大,并在电脑屏幕上调节亮度和对比度,利于测量点的精确标定,而且距离的测量采用显微图像测量软件,有助于提高测量的精确度。

本实验结果表明:在测量大鼠正畸牙齿移动距离时,体视显微镜测量法检测的结果可以满足高精度测量的要求,与传统的游标卡尺测量法相

进 FOB 边喷洒局麻药物表面麻醉技术, 经 FOB 注药孔置入硬膜外导管, 当 FOB 显露出声门口时, 将硬膜外导管越过 FOB 送入声门下, 经导管尾端迅速注入 2% 的利多卡因 3~5 mL, 这样就可以避免患者在插入气管导管时发生呛咳, 也有助于患者术后耐受气管导管的刺激。5) FOB 引导时, 容易出现气管导管送入困难或进入食道, 导致插管失败。122 例患者, 有 15 例为 2 次以上插管成功。考虑与以下因素有关^[5]: ①患者清醒插管时表面麻醉不充分, 声门反射活跃, FOB 难以进入气管内; ②FOB 与气管导管之间腔隙过大, 导管在通过 FOB 时路线发生偏移而进入会厌、梨状窝或食道; ③患者经口腔插管时由于气管导管口斜面的开口方向可导致气管导管口顶住右侧杓状软骨, 致使气管导管送入困难; ④患者的上呼吸道异常或气道扭曲变形。针对以上的原因, 笔者通过以下的方法来解决这些问题: 患者进行清醒插管时做好充分的表面麻醉, 选择和 FOB 相适应的气管导管, 腔隙不可过大, 送管时应注意调整导管的方向, 必要时气管导管可逆时针方向旋转至合适的角度, 气管推送过程中应注意动作轻柔, 以避免损伤气道或 FOB。6) 全麻患者由于舌后坠, 声门不容易暴露, 须由助手托起下颌, 必要时用舌钳将舌体牵拉出口外, 可以更好地暴露声门。7) 由于口腔颌面部手术需要在患者完全清醒后拔管, 以避免发生呼吸道梗阻或误吸, 故为防止患

者清醒后不能耐受气管导管, 笔者在 FOB 进入声门前再次注射 2% 的利多卡因 3~5 mL, 插管前在气管导管前端涂抹利多卡因乳膏, 使乳膏在插管后浸润于气管内, 有效减少了患者的呛咳, 从而有助于患者术后对气管导管的耐受。但利多卡因乳膏不可涂于气管导管管口, 这样可以避免插管过程中乳膏进入导管内部, 影响 FOB 的视线。8) 术中需严密观察患者生命体征的变化, 特别是血氧饱和度的变化, 一旦其降至 0.9 以下, 应迅速退出导管和 FOB, 充分供氧后再进行后续操作, 必要时可交由上级医生操作, 以避免长时间缺氧导致患者发生意外情况。

4 参考文献

- [1] 中华医学会麻醉学分会. 困难气道管理专家共识[J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25(3) 200-203.
- [2] 朱也森. 对困难气道的新认识[J]. 中国实用口腔科杂志, 2009, 2(6) 321-323.
- [3] 胡胜红, 李元海, 陈珂, 等. 困难气道评估方法临床相关性的研究[J]. 临床麻醉学杂志, 2009, 25(5) 447-448.
- [4] 姜虹. 困难气道识别与处理[J]. 中国实用口腔科杂志, 2009, 2(6) 323-328.
- [5] Asai T, Shingu K. Difficulty in advancing a tracheal tube over a fiberoptic bronchoscope: Incidence, causes and solutions[J]. Br J Anaesth, 2004, 92(6) 870-881.

(本文编辑 王 晴)

(上接第402页)

比较, 不仅可以精确的定点测量, 而且可以观察牙齿的三维形态, 还可以用图像的方式对实验数据长期存储, 为以后的重复检测提供了更方便的比较方式。

4 参考文献

- [1] Bücking W, Thiel H. The stereomicroscope in the workplace. Experiences with a new instrument[J]. Dent Labor (Munch), 1983, 31(10) 1223-1227.
- [2] King GJ, Keeling SD, McCoy EA, et al. Measuring dental drift and orthodontic tooth movement in response to various initial forces in adult rats[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1991, 99(5) 456-465.
- [3] Yamamoto TT. Orthodontic treatment and mechanical stress[J]. Clin Calcium, 2008, 18(9) 1254-1263.

- [4] Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. The rat as a model for orthodontic tooth movement—a critical review and a proposed solution[J]. Eur J Orthod, 2004, 26(5) : 483-490.
- [5] Carr GB. Microscopic photography for the restorative dentist[J]. J Esthet Restor Dent, 2003, 15(7) 417-425.
- [6] 刘松林, 许天民, 林久祥. 三维点激光扫描仪的扫描可靠性研究[J]. 口腔正畸学, 2008, 15(1) 39-41.
- [7] Shiraishi S. Stereomicroscope use in dental technology[J]. Quintessenz Zahntech, 1989, 15(1) 63-75.
- [8] Olivia R, Westrick W. Quality control using the stereo microscope[J]. NADL J, 1983, 30(4) 22-24.
- [9] Heinenberg BJ. Control is good—control with a stereomicroscope is better[J]. Quintessenz, 1986, 37(5) 899-903.
- [10] 王文森. 变异系数——一个衡量离散程度简单而有用的统计指标[J]. 中国统计, 2007, (6) 41-42.

(本文编辑 王 晴)