

·齿科美容·

·论著·

## 一种自主研发的牙尖斜度测量装置在牙隐裂牙尖形态评估中的应用

王斌<sup>1,2,3</sup>, Sang Uck Bang<sup>1,2,4</sup>, 侯铁舟<sup>1,2,4</sup>

(1.西安交通大学口腔医院陕西省颅颌面精准医学研究重点实验室 陕西 西安 710004; 2.陕西省牙颌疾病临床研究中心 陕西 西安 710004; 3.西安交通大学口腔医院口腔特诊特需科 陕西 西安 710004; 4.西安交通大学口腔医院牙体牙髓病科 陕西 西安 710004)

**[摘要]目的:**本研究旨在使用一种自主研发的牙尖斜度测量装置对隐裂及非隐裂磨牙进行测量,从而阐述该装置的具体使用步骤,并探讨隐裂与非隐裂磨牙在牙尖形态及磨损状态方面的差异。**方法:**纳入51例具有1颗隐裂上颌磨牙的患者,并以对侧同名的非隐裂牙作为自身对照。测量的操作步骤包括确定外形高点线、填充倒凹、标记测量线、放置测量片、喷墨显示牙尖外形及图形扫描。测量并比较隐裂组和对照组的颊尖夹角、舌尖夹角、牙尖斜面夹角及磨损程度。**结果:**该自主研发的牙尖斜度测量装置能够准确地描绘牙尖形态,满足后续测量需要。有隐裂的上颌第一磨牙及第二磨牙的近中颊尖夹角、近中舌尖夹角及牙尖斜面夹角均显著小于对侧同名非隐裂牙。此外,隐裂上颌磨牙的牙尖磨损程度也重于对侧同名非隐裂牙。**结论:**与非隐裂组相比,隐裂上颌磨牙表现出由于非均匀磨损形成的高陡牙尖,临床工作中需多加关注。该牙尖斜度测量装置有望在未来的临床和科研工作中被进一步推广应用。

**[关键词]**牙隐裂; 牙尖斜度; 牙尖形态; 牙齿磨损; 测量装置

**[中图分类号]**R781.2 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)08-0133-04

## Self-Designed Device & Application for Assessing Cusp Morphology in Cracked Teeth

WANG Bin<sup>1,2,3</sup>, SANG Uck Bang<sup>1,2,4</sup>, HOU TIEZHOU<sup>1,2,4</sup>

(1. Key Laboratory of Shaanxi Province for Craniofacial Precision Medicine Research, College of Stomatology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, Shaanxi, China; 2. Clinical Research Center of Shaanxi Province for Dental and Maxillofacial Diseases, Xi'an 710004, Shaanxi, China; 3. Department of Special Clinic, College of Stomatology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, Shaanxi, China; 4. Department of Cariology and Endodontics, College of Stomatology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, Shaanxi, China)

**Abstract: Objective** This work aims to utilize a self-developed device to measure the cusp inclination of cracked and non-cracked molars, outlining the operational steps of the device. Additionally, we intend to investigate the differences in cusp morphology and attrition between the two groups. **Methods** The study included fifty-one patients, each with a cracked maxillary molar. The contralateral non-cracked molar was served as an internal control. Operational steps of the device involved determining the high contour point line, filling undercuts, marking measurement lines, placing the measuring pieces, displaying ink-jet imaging of the cusp shape, and conducting graphic scans. Several measurements were taken and compared between the two groups, including the buccal and lingual cusp angles, the cusp bevel angle, and the degree of tooth attrition. **Results** This self-designed device for measuring cusp inclination could accurately capture the cusp morphology, fulfilling the requirements for subsequent measurements. The angles of the mesial buccal and lingual cusps, as well as the cusp bevel angle for the maxillary first and second molars, were significantly less than those of their contralateral non-cracked molars. In addition, the extent of cusp attrition was more severe in the cracked molars compared to the non-cracked molars. **Conclusion** The cracked maxillary molars have exhibited higher and steeper cusps due to non-uniform attrition compared to the non-cracked molars. This device is poised for broader application in future clinical and research work.

**Key words:** cracked tooth; cusp inclination; cusp morphology; tooth attrition; measuring device

基金项目: 陕西省重点研发计划 (编号: 2023-YBSF-222)

通信作者: 侯铁舟, 教授、主任医师、博士生导师; 研究方向为牙体牙髓相关疾病的病因学研究及防治策略。E-mail: tiezhou@mail.xjtu.edu.cn

第一作者: 王斌, 医师; 研究方向为牙体牙髓相关疾病的病因学研究及牙齿美学修复等。E-mail: 737237893@qq.com

牙隐裂 (Cracked tooth), 又称隐裂牙综合征 (Cracked tooth syndrome, CTS), 是口腔临床诊疗当中一种常见的牙体硬组织非龋性疾病<sup>[1]</sup>。牙隐裂早期症状不明显, 但随着隐裂纹的延展加深, 患者常会感到咬合不适或出现牙髓症状, 严重的裂纹甚至会导致牙齿完全折裂, 进而造成牙齿缺失<sup>[2]</sup>。流行病学调查显示, 牙隐裂是仅次于龋病和牙周病的第三大牙齿缺失危险因素<sup>[3-4]</sup>。

牙隐裂的病因复杂多样, 包括解剖生理因素、生物力学因素、不良习惯及医源性因素等<sup>[5]</sup>。其中, 由于不均匀磨耗造成的高陡牙尖被认为是牙隐裂的一个重要危险因素——牙尖斜度增大会增加作用于牙尖斜面的水平分力, 长期作用可能会造成牙体抗折裂强度下降, 进而引发牙隐裂<sup>[6]</sup>。因此, 探索牙隐裂的致病因素及发病机制, 特别是牙尖斜度在其中的作用, 对于预防牙隐裂具有重要的意义。

目前, 牙尖斜度的测量方法主要有模型切片法、CT扫描法及CAD/CAM法等<sup>[7-9]</sup>。尽管这些方法能够在一定程度上测量牙尖斜度并研究其与牙隐裂发生的关系, 但仍存在需要设定牙体长轴、测量一致性欠佳及研究成本高等问题。基于此, 临床迫切需要一种具有更少主观偏移、更高一致性和准确性的牙尖斜度测量方法。在前期的研究中, 笔者团队自主研发了一种牙尖描记测量装置<sup>[10]</sup>, 主要利用精密测量板片对准确定位的模型进行牙尖斜度自动描记测量。在本研究中, 主要阐述该装置的具体使用步骤, 并通过对临床牙隐裂及对照组磨牙样本的测量, 探讨隐裂与非隐裂磨牙在牙尖形态及磨耗状态方面的差异。

## 1 资料和方法

1.1 横断面研究样本: 本研究为横断面研究, 研究对象为就诊于西安交通大学口腔医院牙体牙髓病科的牙隐裂患者。纳入标准: ①具有隐裂牙体征和症状的上颌磨牙, 并经咬合试验, 显微镜下观察确诊为牙隐裂; ②牙冠完整, 无龋损、缺损、充填, 无修复、正畸、调殆等治疗史; ③除第三磨牙外牙列基本完整, 牙周组织基本健康, 后牙覆殆、覆盖正常; ④X线检查牙周和根尖周无明显病变者; ⑤对侧同名牙无隐裂、无缺损; ⑥无夜磨牙史, 无突然咬硬物史, 无颞下颌关节紊乱病史。

既往文献报道牙隐裂发生率差异较大, 范围3.1%~37.9%<sup>[11-12]</sup>, 在本研究中笔者团队采取3.1%作为样本量计算依据。根据样本计算量公式 $n = \mu^2 \times p(1-p) / d^2$ , 置信水平取95% (双侧), 相应的 $\mu = 1.96$ ,  $p$ 取3.1%, 抽样误差 $d$ 取5%, 根据以上取值, 计算得到最低样本量为46。考虑到10%的样品质量不合格率, 最终确定样本为51颗上颌磨牙。

记录牙隐裂患者的就诊卡编号、性别、年龄及隐裂牙位等。本研究为同一患者左右侧同名牙的自身对照, 其中一侧隐裂牙为隐裂组, 同名非隐裂牙为对照组。在获得患者知情同意后, 采用藻酸盐印模材料常规制取印模, 制备超硬石膏模型。本研究获得西安交通大学口腔医院伦理委

员会的批准, 伦理审批号: xjkq11[2019]No. 014。

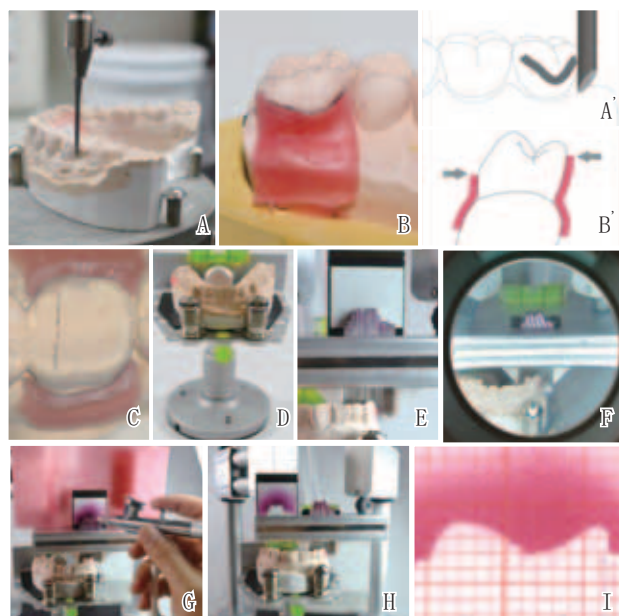
1.2 上颌磨牙的牙尖形态描记: 采用一种自主研发的牙尖斜度测量装置对上颌磨牙的牙尖形态进行描记。具体步骤如下。

1.2.1 确定磨牙外形高点线及倒凹填充: 将模型固定在观测台上, 使中切牙近中切角及双侧第二磨牙远中颊尖所构成的殆平面与观测台平行。随后使用移动分析杆使其接触牙面最凸点, 保持接触的状态作水平移动, 在牙体模型表面绘制出颊舌侧的外形高点线 (见图1A及A')。外形高点线的龈方区域为倒凹区, 为了防止牙尖描记时精密测量片进入倒凹区而影响测量, 使用红蜡片紧贴外形高点填充倒凹区 (见图1B及B')。

1.2.2 标记测量线及安放模型: 用铅笔标记出欲测量的牙尖顶点之间的连线 (称为测量线), 用以引导精密测量片能够准确地安放在需要被描记的牙尖之上 (见图1C)。将模型放置在模型安置台上, 调整使殆平面、模型安置台及水平面平行, 并使用限位柱固定 (见图1D)。

1.2.3 放置及调整精密测量片: 将梳齿状的精密测量片放置于前述测量线上, 并缓慢向下加压 (见图1E)。通过放大镜多角度观察确保每个测量片的下端准确接触测量线, 且所有精密测量片无倾斜 (见图1F)。

1.2.4 喷墨描记牙尖及图形扫描: 将坐标纸贴于精密测量片上端的测量板上, 使用压缩空气喷射器喷射墨水, 从而显示牙尖形态 (见图1G及1H)。使用高精度扫描仪将坐标纸进行扫描 (600ppi), 获得牙尖形态描记图 (见图1I)。



注: A~A' .使用观测台绘制牙体颊舌侧的外形高点线; B~B' .使用红蜡片填充外形高点线龈方的倒凹区, 灰色箭头指示外形高点线; C.使用铅笔标记出牙尖顶点之间的测量线; D.将模型水平安放在模型安置台上; E~F.将精密测量片的下端准确接触测量线; G~H.使用压缩空气喷射器对精密测量片的上端喷射墨水, 显示牙尖形态; I.扫描坐标纸, 获得牙尖形态描记图

图1 自主研发牙尖斜度测量装置测量方法

1.3 牙尖形态测量指标：使用CorelDraw 12软件进行牙尖形态相关角度测量。简述如下：首先使用软件线条拟合工具，绘制出与描记图中牙尖形态一致的线条（见图2A中的黑色线条）；接下来使用直线工具连接牙尖形态的颊尖/舌尖最高点及颊面/舌面外线高点（见图2B中的蓝色线条）；最后使用软件角度测量工具，测量颊尖夹角、舌尖夹角及牙尖斜面夹角（见图2C）。

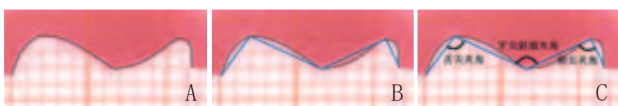


图2 牙尖形态相关测量角度示意图

1.4 牙尖斜面磨耗分类及评分：在本研究中，使用前述获得的牙尖形态描记图将牙尖斜面的磨耗分为以下三种类型：① I级磨耗，牙尖顶点与殆面最低点的连线在牙尖斜面外形线内侧；② II级磨耗，牙尖顶点与殆面最低点的连线与牙尖斜面外形线重叠或基本重叠；③ III级磨耗，牙尖顶点与殆面最低点的连线在牙尖斜面外形线外侧。本文将 I级磨耗、II级磨耗及III级磨耗分别评分为1分、2分及3分，分数越高反映磨耗程度越大（见图3）。



注：红色线条示牙尖顶点与殆面最低点的连线

图3 牙尖斜面磨耗分类及评分示意图

1.5 统计学分析：应用SPSS (v21.0) 统计软件对测量结果进行统计分析，相关测量数据以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示。采用

Shapiro-Wilk对数据进行正态分布检验。采用配对t检验进行显著性检验， $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 纳入样本一般资料描述：本研究共纳入51例具有1颗上颌磨牙隐裂的患者，其中男24例，女27例，年龄20~68岁。其中上颌第一磨牙33颗，上颌第二磨牙18颗；隐裂有39颗发生在近中沟，10颗发生在远中沟，2颗为混合隐裂。本文选取发生在近中沟的39颗隐裂磨牙和患者对侧同名非隐裂牙进行后续牙尖形态评估及测量。

2.2 隐裂上颌磨牙的牙尖夹角测量指标均小于对侧同名非隐裂牙：对获得的牙尖形态描记图进行测量分析。经过配对t检验，发现无论是上颌第一磨牙还是上颌第二磨牙，其近中颊尖夹角、近中舌尖夹角及牙尖斜面夹角均显著小于对侧同名非隐裂牙（见表1），提示发生隐裂的上颌磨牙牙尖要比对侧同名非隐裂牙更加陡峭。

2.3 隐裂上颌磨牙的牙尖磨耗程度重于对侧同名非隐裂牙：接下来，笔者分析了这些磨牙的磨耗情况。隐裂组的上颌第一磨牙近中颊尖和近中舌尖磨耗程度要显著高于同名对侧非隐裂牙 ( $P < 0.05$ )。在上颌第二磨牙近中颊尖磨耗程度上面，隐裂组的磨耗程度也要显著大于对照组 ( $P < 0.05$ )。尽管统计学上无差异，但仍然观察到隐裂组的上颌第二磨牙近中舌尖磨耗程度略大于对照组。见表2。

## 3 讨论

牙尖形态描记及相关指标测量对于研究牙隐裂的致病因素和发病机制具有重要意义。钱蕴珠等<sup>[8]</sup>利用螺旋CT对发生隐裂的上颌第一、第二磨牙石膏模型进行冠状位断层扫描，并选取相应的断层片测量牙尖斜度和牙尖斜面夹角。尽管这种方法避免了Khera SC等<sup>[7]</sup>对石膏模型进行纵向切片而造成模型损毁的缺点，但仍存在牙尖顶点无法位于同一断层面的问题，并且研究成本较高。本研究从儿童创

表1 隐裂与非隐裂上颌磨牙牙尖夹角及牙尖斜面夹角测量指标比较

( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

牙位	测量角度	对照组	隐裂组	t值	P值
上颌第一磨牙 (n=25)	近中颊尖夹角	89.83±10.25	83.27±6.15	-3.492	0.002
	近中舌尖夹角	96.19±8.46	92.61±11.14	-2.170	0.041
	牙尖斜面夹角	124.78±9.52	117.18±10.68	-5.368	<0.001
上颌第二磨牙 (n=14)	近中颊尖夹角	87.80±6.97	83.17±4.86	-3.385	0.006
	近中舌尖夹角	95.37±10.22	89.87±8.21	-2.602	0.025
	牙尖斜面夹角	117.71±7.11	112.79±5.64	-2.277	0.044

表2 隐裂与非隐裂上颌磨牙牙尖磨耗程度比较

( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

牙位	部位	对照组	隐裂组	t值	P值
上颌第一磨牙 (n=25)	近中颊尖磨耗程度	2.29±0.62	2.63±0.49	2.326	0.029
	近中舌尖磨耗程度	1.75±0.74	2.16±0.63	2.460	0.022
上颌第二磨牙 (n=14)	近中颊尖磨耗程度	1.91±0.67	2.67±0.49	5.745	<0.001
	近中舌尖磨耗程度	1.75±0.45	2.00±0.74	1.393	0.191

玩具——立体压力针尖成型器 (Pin point impression 3D) 的原理中获得了启发, 自主研发了由精密测量片下端紧贴定位模型, 而上端可以显现出牙尖形态的一种牙尖斜度测量装置<sup>[10]</sup>, 有望为后续口腔医学中牙尖形态研究提供有价值的参考。

在使用该装置对隐裂的上颌磨牙及同名对侧非隐裂牙进行牙尖形态评估及测量时, 发现隐裂的上颌磨牙显示出更锐利的牙尖和更严重的磨耗 (见表1~2)。相较于非隐裂磨牙, 隐裂磨牙呈现出由于非均匀磨耗而形成的高陡牙尖形态 (见图4), 这种增大的牙尖斜度不仅增加了水平方向的剪切力, 还在一定程度上降低了现存牙体组织的厚度, 从而提高了牙隐裂的风险——这也与既往的研究结果一致<sup>[8, 13]</sup>。这提示在临床工作中, 对于这种由于不均匀磨耗造成的高陡牙尖可能需要多加关注, 必要时早期进行调殆, 降低牙隐裂发生的风险。



注: 蓝色虚线示由于磨耗过重造成隐裂牙形成的高陡牙尖形态

图4 隐裂与非隐裂牙尖斜度差异示意图

值得注意的是, 本文观察到对照组和隐裂组的磨耗程度有时未达到统计学显著水平 (见表2), 提示磨耗程度与隐裂的关系可能不仅仅是线性的, 还可能受其他因素的影响, 例如个体的咬合方式和口腔卫生习惯<sup>[14]</sup>。因此, 未来的研究应考虑这些因素, 以更全面地理解磨耗与隐裂之间的复杂关系。

该装置及本研究也存在一些局限性。首先, 墨水喷射和图纸扫描的步骤可能影响到最终的数据精度。未来相关测量装置的改进可以集中在进一步优化装置的数字化和自动化功能上。例如, 可以考虑集成更高精度的传感器和自动测量系统, 以减少操作误差, 提高数据的一致性和可靠性。探索与其他数字化测量技术的结合, 如3D扫描仪和计算机辅助设计系统<sup>[15]</sup>, 也许可以提高测量精度, 并简化操作流程。

此外, 本研究纳入的样本量及测量指标相对有限。未来研究可以从以下几个方面进一步拓展: 首先, 增加样本量和样本类型将有助于验证结果的普遍性和可靠性。其次, 考虑到隐裂的多种可能致病因素, 未来的研究应综合考虑牙尖形态、磨耗模式及其他生物力学因素的综合影响<sup>[16]</sup>。另外, 纵向研究将有助于了解牙尖斜度和磨耗程度对隐裂发生的长期影响, 为临床提供更为有效的预防和干预策略。

综上, 本文介绍了一种自主研发的牙尖斜度测量装置的结构原理和测量方法, 并使用该装置研究了隐裂上颌磨

牙牙尖形态, 发现相较于非隐裂组牙, 隐裂上颌磨牙表现出由于非均匀磨耗形成的高陡牙尖, 临床上需多加关注。

#### 【参考文献】

- [1]周学东. 牙体牙髓病学[M].5版. 北京: 人民卫生出版社, 2020:75-76.
- [2]Li F, Diao Y, Wang J, et al. Review of cracked tooth syndrome: etiology, diagnosis, management, and prevention[J]. Pain Res Manag, 2021,2021:3788660.
- [3]蓝凯文, 杜宇. 牙隐裂研究新进展: 诊断、治疗决策和预后评估[J]. 中华口腔医学研究杂志 (电子版), 2020,14(6):339-344.
- [4]邓蔚, 吕海燕, 章福保. 牙隐裂伴牙髓急性病变98例疗效观察[J]. 中国美容医学, 2013,22(20):2049-2051.
- [5]Gill T, Pollard A J, Baker J, et al. Cracked tooth syndrome: assessment, prognosis and predictable management strategies[J]. Eur J Prosthodont Restor Dent, 2021,29(4):209-217.
- [6]Nuamwisudhi P, Jearanaiphaisarn T. Oral functional behaviors and tooth factors associated with cracked teeth in asymptomatic patients[J]. J Endod, 2021,47(9):1383-1390.
- [7]Kher S C, Carpenter C W, Vetter J D, et al. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential[J]. J Prosthet Dent, 1990,64(2):139-147.
- [8]钱蕴珠, 李建, 季立标. 隐裂磨牙牙尖斜度的三维重建测量研究[J]. 临床口腔医学杂志, 2005,21(8):459-461.
- [9]饶小波, 王文梅, 俞青, 等. 应用CEREC3 CAD/CAM对上颌隐裂磨牙牙尖斜度的研究[J]. 临床口腔医学杂志, 2011,27(2):76-79.
- [10]侯铁舟, 方商亿, 陶洪. 一种用于牙尖斜度测量的装置: CN201510053508.2[P]. 2015-07-15.
- [11]Lubisich E B, Hilton T J, Ferracane J. Cracked teeth: a review of the literature[J]. J Esthet Restor Dent, 2010,22(3):158-167.
- [12]Khovidhunkit S-o P, Songmanee S. Prevalence of cracked tooth in a group of patients at the Faculty of Dentistry, Mahidol University[J]. M Dent J, 2014,34:234-242.
- [13]刘姣, 王楠, 王元银, 等. 牙隐裂患者咬合接触特征的研究[J]. 安徽医科大学学报, 2015,50(5):713-715.
- [14]朱艳莉, 王殿明. 牙隐裂的分布特征及危险因素的相关分析[J]. 全科口腔医学杂志 (电子版), 2020,7(4):49.
- [15]陈小冬, 陈济芬. 数字化口腔扫描系统临床应用研究进展[J]. 口腔医学研究, 2020,36(7):611-615.
- [16]董柳, 徐欣. 牙隐裂临床研究进展[J]. 国际口腔医学杂志, 2021,48(6):668-674.

[收稿日期] 2024-05-07

本文引用格式: 王斌, Sang Uck Bang, 侯铁舟. 一种自主研发的牙尖斜度测量装置在牙隐裂牙尖形态评估中的应用[J]. 中国美容医学, 2025,34(8):133-136.