

牙隐裂研究新进展:诊断、治疗决策和预后评估



扫码阅读电子版

蓝凯文 杜宇

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广州 510055

通信作者: 杜宇, Email: duyuy3@mail.sysu.edu.cn



杜宇

【摘要】 牙隐裂(cracked tooth)是指牙齿存在一条或多条始于牙冠并有根尖延伸趋势的隐匿性裂纹。临床医生常常会面临隐裂牙相关的三大挑战——诊断、治疗决策、预后评估。本文通过回顾文献,探讨关于牙隐裂诊断、治疗决策、预后评估的临床和基础研究进展,为牙隐裂的临床决策和研究方向提供思路。

【关键词】 牙隐裂; 隐裂纹; 诊断; 治疗; 预后

基金项目: 广东省财政高水平医院建设专项资金之最好本科项目(174-2018-XMZC-0001-03-0125/C-01); 中山大学青年教师培育项目(20ykpy76)

引用著录格式: 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/CD]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2020, 14(6): 339-344.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.06.001

Research progress on cracked tooth: diagnosis, treatment and prognosis

Lan Kaiwen, Du Yu

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat - sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Du Yu, Email: duyuy3@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Cracked tooth indicates one or more hidden cracks that start from the crown and have a trend of apical extension. Clinicians often face three major challenges related to cracked tooth, which refer to diagnosis, treatment and prognosis. This article discusses the clinical and basic research progress of cracked tooth, in order to provide evidence for making clinical decisions and novel targets of further study.

【Key words】 Cracked tooth; Crack line; Diagnosis; Treatment; Prognosis

Fund programs: Guangdong Financial Fund for High-

Caliber Hospital Construction(174-2018-XMZC-0001-03-0125/C-01); Young Teacher Training Program of Sun Yat - sen University(20ykpy76)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.06.001

牙隐裂(cracked tooth)是指牙齿存在一条或多条始于牙冠并有根尖延伸趋势的隐匿性裂纹^[1]。该病还有很多其它的英文术语,例如incomplete fracture(不完全性牙裂)、nonstructural crack(非结构性牙裂)和cracked tooth syndrome(牙隐裂综合征)等。牙体解剖外形、咬合力过大和医源性因素等均可能是牙隐裂的致病因素^[2-3]。研究显示,隐裂纹通常是近远中方向分布,可以仅位于牙冠的殆面、边缘嵴,也可延伸至邻面乃至龈下,形成断裂面的方向、深度通常难以预测。当隐裂纹延伸至患牙髓腔或龈下根尖区域时,可能导致牙髓和根尖周病变^[1,4]。

牙隐裂是牙缺失的第三大常见原因,仅次于龋病和牙周病^[5]。临床医生常常会面临隐裂牙相关的三大挑战——诊断、治疗决策和预后评估^[1,6-7]。本文通过回顾文献,探讨关于牙隐裂诊断、治疗决策、预后评估的临床和基础研究进展,为牙隐裂的临床决策和研究方向提供思路。

一、牙隐裂的诊断

目前,隐裂牙的诊断主要依据临床症状和隐裂纹探查。对于有可疑牙隐裂症状的患牙,临床医生可通过症状再现法,即联合使用叩诊、冷刺激试验、塑料楔块咬合试验等逐步定位患牙^[2]。以往学者认为,咬合痛是隐裂牙最常见的症状,并多以咬诊作为牙隐裂的诊断检查方法^[8-9]。然而也有学者认为,咬合负荷测试可能导致隐裂牙局部受力增大而折裂,因此不建议使用此类方法^[10]。Hilton等^[11]研究了1297颗有肉眼可见隐裂纹的患牙后发现,冷刺激疼痛是这种类型患牙最普遍的症状(占81%),咬合

痛是第二常见的疼痛类型(占35%),而且冷刺激痛常伴随咬合痛和(或)自发性疼痛同时出现。推测隐裂纹的深度可能会影响患牙症状,冷刺激痛为可见隐裂纹的患牙提供更明确的诊断依据,而咬诊针对肉眼不可见隐裂纹仍然具有一定的诊断价值。

然而并非所有隐裂牙都有症状,隐裂纹的探查往往是无症状牙隐裂诊断的关键因素,但其隐匿性特点使临床医生,尤其是年轻医生,面临很大挑战。除常规口腔检查外,临床医生还可以利用一些辅助手段确定隐裂纹的存在。众多学者建议,去除可疑患牙原有的修复体和牙面污渍可以帮助明确牙隐裂的位置^[2,12-13]。视觉增强剂(染色法)是一种常用的辅助工具,强调在去除原有修复材料的基础上通过亚甲基蓝染色达到探查目的^[14-15]。此外,光源透照法也可以用来观察和识别裂纹,通过阻断牙齿的透照光确定裂纹是否穿透牙本质,提示更广泛程度的牙体损伤^[2,13,16]。多数学者建议使用牙科显微镜来探查隐裂纹,并建议在至少为4~6倍放大率和无阴影的同轴照明条件下,通过裂纹线与邻近牙体结构之间形成的最小对比色,以及显微镜下探针尖端落入裂缝的触觉与裂缝线上针尖点的关联性来验证裂纹的存在^[5,17-20]。

既往文献支持通过影像学探查隐裂纹的证据相对较少。Hilton等^[11]在研究2858颗肉眼可见裂纹隐裂牙的X线片后发现,只有53颗显示出裂纹的影像学证据,其原因可能在于裂纹大小、X线投照方向,以及牙本质厚度都会影响裂纹的影像显示。然而,Yuan等^[21]在体外研究中发现,增加泛影葡胺作为对比剂的锥形束CT(cone-beam CT,CBCT)增强扫描检测隐裂纹的准确性比常规CBCT扫描的更高。此外,Culjat等^[22]开发了牙隐裂超声检测系统,可用于检测隐裂纹的区域范围。Li等^[23]证明了吲哚菁绿-近红外荧光(indocyanine green near-infrared fluorescence, ICG-NIRF)牙科成像工具检测早期隐裂牙的釉质裂纹和釉质牙本质裂纹的可行性。上述都可能成为隐裂纹诊断的新方法。

隐裂牙的早期准确诊断极为重要,由于其症状不明显容易出现漏诊、误诊^[3]。虽然文献报道过多种诊断检测方法,但目前仍缺乏临床对照实验来比较每种检测方法的敏感度和特异度,而且不同文献研究的诊断操作流程之间存在差异,临床上缺乏统一规范的操作标准指南,因此牙隐裂的诊断仍然存在很大难度。笔者提供了1例临床隐裂牙的检查照

片供读者参考(图1)。



图1 患者,女,52岁,14牙隐裂伴慢性根尖周炎 A:X线根尖片提示14根尖低密度影;B:术前口内照提示14唇面近远中向隐裂纹;C:患者有Ⅱ°深覆颌,21缺失;D:46缺失,14、15、44、45颊侧颈部楔状缺损;E:橡皮障隔离,低倍显微镜下观察14隐裂纹;F:患牙开髓,高倍显微镜下提示隐裂纹延伸至根管口下方(箭头示);G:碘酊染色法显示隐裂纹方向

二、牙隐裂的治疗决策

牙隐裂的治疗原则应强调早诊断、早治疗及注重远期疗效,尽可能保留牙髓或患牙^[3]。主要治疗目的包括:(1)去除或减少隐裂发生的风险因素;(2)去除细菌和细菌毒素的侵入通道;(3)固定牙齿的断裂部分,防止因牙齿弯曲而引起疼痛和裂纹扩展^[16,24]。

牙隐裂的发生受到多因素的影响,其中的两个主要因素是:自然诱发因素(牙体解剖结构因素和咀嚼因素)和医源性因素(牙体预备与修复)^[24-26]。不良的咀嚼行为习惯可能成为牙隐裂的风险因素。Qiao等^[24]评估了有不良咀嚼习惯的中国人群中牙隐裂的危险因素,结果显示快速冷热交替饮食习惯与牙隐裂的发生密切相关,其它的独立危险因素还包括喜食粗粮、单侧咀嚼和咀嚼硬物。临床医生应该减少医源性因素对牙体薄弱患牙造成隐裂的可能性。Seo等^[26]认为,修复材料的反复热膨胀可能导致已修复牙发生隐裂,选用热膨胀系数与牙相似的瓷修复材料可以减小热膨胀尺寸变化产生微裂纹,而且相比于金或银汞合金类非粘接型修复

材料,陶瓷或树脂等粘接型材料更有利于保持材料热膨胀的连续性和防止隐裂的发生。因此,选用合适的修复材料和修复类型,注意牙体结构保留和避免过度预备是减少牙体薄弱患牙发生隐裂的重要方法。

隐裂纹的生物学风险是牙髓和牙周病变的潜在因素。Ricucci等^[27]发现,隐裂纹总是存在细菌生物膜定植,且在日常口腔卫生中很难或不可能被清除。隐裂纹是细菌侵入牙髓的途径,裂纹中细菌定植越深,牙髓炎症反应越严重——强度从急性炎症到牙髓坏死都有可能。隐裂纹的龈下扩展还可能导致孤立的窄深牙周袋,龈下隐裂纹影响牙周膜的支撑,形成的牙周袋可作为细菌侵入牙髓的途径,亦可能导致牙齿脱落甚至根折^[4,28]。因此,Abbott等^[13]和Ricucci等^[27]主张彻底去除隐裂纹,不仅去除所有潜在的细菌感染途径,保护牙髓活力,也有利于全面评估患牙牙髓情况、剩余牙体结构、修复价值及长期预后。此外,Lubisich等^[2]还提倡去除隐裂牙所有的旧修复体,对于有修复价值的患牙可以采用全冠修复,如果患牙表现为不可逆性牙髓炎或牙髓坏死,则患牙应该在完善根管治疗后行全冠修复。一项Meta分析研究表明,一次法根管治疗对于隐裂牙伴牙髓炎的疗效优于多次法,但是仍需要更多的随机对照临床试验证据支持^[29]。

通常正畸带环或临时冠均被推荐用于保护患牙,不仅有利于避免隐裂纹扩展、提高咀嚼舒适度,更有助于在牙髓治疗期间提供根管长度测量的稳定参考点,利于橡皮障的放置^[13,30-31]。近年来,更多学者推荐临时冠用于辅助判断隐裂牙的牙髓状况和评估根管治疗的疗效。对于牙髓状态诊断为正常牙髓或可逆性牙髓炎的隐裂牙,采用临时冠保护患牙并随访观察,如果症状消失可换为永久冠修复,若咬合痛、冷刺激痛等症状没有改善则需要重新评估根管治疗的必要性^[6,32]。一些学者认为,使用具有镇静安抚效果的洞衬剂可在数日内有效缓解可逆性牙髓炎症状,例如含有氧化锌-丁香酚的水门汀作为临时冠的粘接剂^[2,13],而需要至少6~8周的随访观察才能评估隐裂牙的牙髓状况^[13]。根管治疗完成后可先制作临时冠保护患牙并观察症状缓解情况,对于最终症状消失的患牙可换为永久冠修复,而根管治疗后症状仍不能缓解的患牙可考虑拔除^[28,32]。

长期随访是隐裂牙疗效的可靠保证。由于目

前无法准确评估隐裂纹的进展情况,因此长期随访对隐裂牙的牙髓、牙周状况的监测评价和预后评估至关重要^[4,28]。Davis等^[1]认为,患者完善隐裂牙根管治疗6周后必须复诊,以检查患牙是否已经完善全冠修复,同时明确修复体是否存在咬合力集中情况。研究表明,约78.7%患者在随访时需对最终修复体进行咬合调整。Abbott等^[13]和Kim等^[28]则认为,隐裂牙完善冠修复后应至少6个月复诊检查患牙情况。对临床医生而言,更长的随访时间也有助于分析影响隐裂牙存留的因素,确定隐裂纹特征与预后的关系,评估不同治疗方式的远期疗效,为隐裂牙治疗制定更广泛接受的指南共识^[6,12]。

目前,关于隐裂牙的最佳治疗方案仍存在争议。临床医生之间对于隐裂牙是否采取干预措施缺乏共识。一项美国209名牙医对2858例后牙隐裂患者的诊疗方案研究提示,隐裂牙的特征差异会影响临床医生对患牙选择观察随访或干预治疗的决定。当患牙出现某些特征,如探针探及隐裂纹、透照光受到阻挡、隐裂纹与修复体相连等时,选择观察随访和干预治疗的医生数量相近^[16]。此外,即使针对同一类型需要治疗干预的隐裂牙,不同医生的治疗建议也可能出现明显的个体差异。Alkhalifah等^[12]研究发现,不同口腔专科医生(修复科医生、牙髓病科医生、全科医生)之间,以及同一口腔专科内部对于同一类型的隐裂牙的治疗方案均存在较大差异,尤其针对无症状隐裂牙,推测原因可能在于专科培训内容差异、同龄人或高年资医生的经验影响等。上述研究反映,关于牙隐裂的临床治疗决策缺乏高质量的证据支持,亟需通过详细记录前瞻性临床病例研究、统计隐裂牙长期循证生存数据,以及收集不同专科医生对于隐裂牙治疗预后的建议,制定规范可靠的隐裂牙治疗方案。

三、牙隐裂的预后评估

牙周状况与隐裂牙预后的联系一直是学者们研究的热点。Yang等^[4]研究了与慢性牙周病无关的182颗隐裂牙后发现,43.4%患牙的牙周探诊深度大于或等于4 mm,且探诊深度大于或等于4 mm的隐裂牙比探诊深度小于3 mm的隐裂牙更容易出现牙髓坏死。Kim等^[28]也认为,牙周探测深度大于4 mm的隐裂牙预后较差,且症状持续的比例高于探诊深度正常的隐裂牙。另外,探诊深度大意味着隐裂纹已深入根部表面,需要根管治疗的患牙比例随着探诊深度的增加而增高。有Meta分析文献报道,接受

根管治疗的隐裂牙有相对较高的远期生存率,然而与裂纹相关牙周袋的存在往往导致更高的牙丧失风险^[33-34]。Kang等^[6]研究了完善根管治疗后隐裂牙的长期生存率与初始牙周探诊深度的联系,发现初始探诊深度小于6 mm的隐裂牙2年生存率为96.8%,而初始探诊深度大于6 mm的隐裂牙2年生存率仅为74.1%。探诊深度大于6 mm与根管治疗后隐裂牙存留率降低的存在显著相关性。推测隐裂纹长时间的根向扩展破坏了深部牙周组织的支持,而患者日常清洁难以预防来自深部牙周组织的感染,牙周袋可作为细菌或细菌毒素侵入髓室的途径,进而造成牙髓坏死或根尖周疾病。因此,仔细评估隐裂纹对牙周状况的影响,不仅有助于对牙周支持组织的正确管理,而且利于确定预期治疗程序的预后。

隐裂纹的范围和深度也是影响患牙预后的重要因素,牙体结构中难以消除的隐裂纹增加了治疗失败的风险。学者们普遍认为,涉及髓室底或根管壁的隐裂纹将显著影响患牙的预后^[4,14]。Ricucci等^[27]进行组织病理学分析发现,当隐裂纹扩展到髓室底时可存在严重的炎症反应。学者们认为,出现这些类型的隐裂纹意味着髓室不再是一个封闭系统,可能会影响根管治疗后的根管封闭效果,同时牙周组织变得脆弱^[5,35]。Sim等^[7]研究了隐裂后牙完善根管治疗5年后的生存率,发现仅牙冠存在隐裂纹的患牙5年生存率为95.2%,而隐裂纹延伸到髓底甚至根方更深处的患牙5年生存率仅为81.8%。

有趣的是,虽然涉及髓室底或根管壁的隐裂牙常常面临拔除,仍有一些学者尝试通过改良治疗手段来提高此类患牙的预后。Mahgoli等^[14]报道了一种髓室底出现隐裂纹的修复技术——患牙完善根管治疗,氯己定冲洗隐裂纹和髓腔,用Panavia树脂水门汀与玻璃离子联合修复髓室底裂纹,最终完成桩核冠修复。经过10年(1次/年)随访,患牙均未表现出临床症状或影像学检查异常,所有患者对治疗结果满意。此外,Davis等^[1]通过前瞻性临床研究探索提高根性隐裂牙(隐裂纹延伸到牙本质根部,内部超过根管口水平,外部进入牙周组织)远期成功率和生存率的方法,指出采用以下治疗方案:显微镜辅助下在超过根管内隐裂纹的范围处用氟释放树脂设置根管内屏障,根管治疗后减轻患牙咬合负荷,强调术后医嘱与定期随访,及时完善全冠修复。该临床研究显示,根性隐裂牙前2年生存率为100%、4年生存率为96.6%、2~4年成功率为90.6%,

采用恰当的治疗方案可以使预后较差的根性隐裂牙与非隐裂牙有相似的远期成功率和存留率。

事实上,隐裂牙的预后评估常常是临床医生面临的困境。吴翠等^[25]建议通过患牙临床症状推断裂纹尺寸及预后,严重的自觉症状可能意味着裂纹深度已经较深,患牙折裂临床风险高。Chen等^[35]指出,牙冠部隐裂纹的尺寸特征可能为预测裂纹深度和患牙预后提供参考。然而,目前缺乏高质量的临床试验证据来支持这些方法对于预测裂纹进展和患牙预后的准确性。因此,临床医生应该充分告知患者预后的不确定性,并提供治疗方案,以便患者能够正确参与治疗决策过程。当患牙出现探诊深度大、范围涉及髓室底或深部根向裂纹时,临床医生应该适当地告知患者治疗失败的可能性,患牙可能最终需要拔除^[6,27-28]。

在未来研究裂纹进展预测手段的同时,也应该关注如何提高预后差隐裂牙的远期存留率和治疗成功率。目前的研究表明,完全去除或严格封闭隐裂纹、减少隐裂纹处的应力集中、及时的全冠修复等可能作为提高隐裂牙预后的关键手段。临床新技术的进展,如计算机辅助设计与制作(CAD/CAM)椅旁修复技术,可能为隐裂牙的治疗提供更便利手段,而进一步的前瞻性长期临床研究非常必要。

四、临床提示

1. 诊断、治疗决策和预后评估是临床医生面对牙隐裂的三大挑战。

2. 隐裂牙的诊断主要依靠临床症状和隐裂纹探查。目前,用于辅助探查隐裂纹的手段有很多,然而由于裂纹的隐匿性特点以及临床上缺乏统一标准的诊断标准共识,牙隐裂的诊断仍然存在很大难度。

3. 牙隐裂最佳治疗决策缺乏共识,当前治疗决策应强调去除或减少隐裂发生的风险因素、彻底去除旧修复体及隐裂纹、正确评判牙髓和牙周状态、定期随访。前瞻性的随访临床研究很有必要,隐裂牙在不同治疗方案下的长期生存数据将为制定规范可靠的临床指南提供高质量的循证依据。

4. 牙周探诊深度、髓室底或根向隐裂纹可能是影响隐裂牙牙髓状态和治疗远期预后的重要因素。建议临床医生应告知患者预后的不确定性与治疗失败的可能性,并提供治疗方案,以便患者能够正确参与治疗决策过程。如何提高预测隐裂牙预后的准确性,以及预后差隐裂牙的远期存留率和

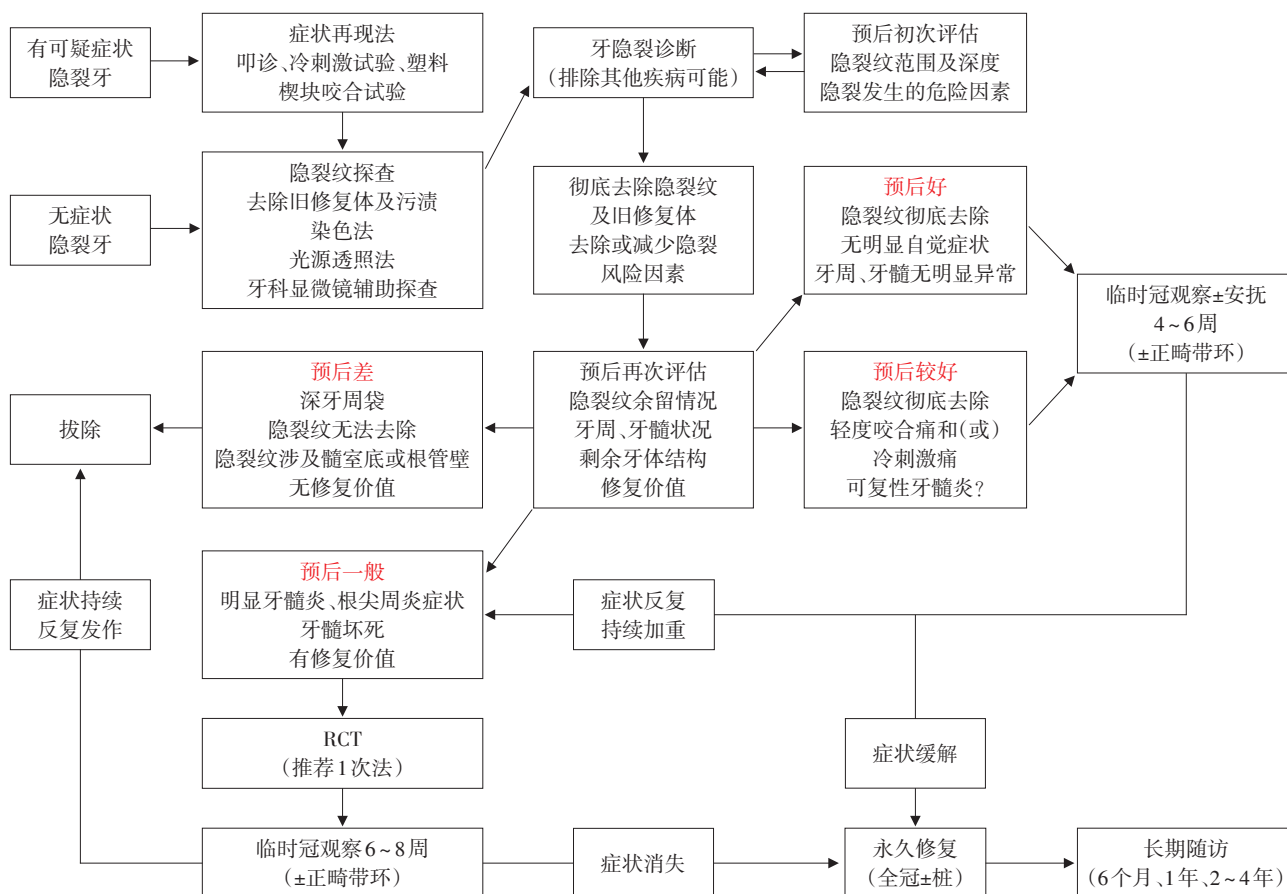


图2 牙隐裂诊疗思路流程图

治疗成功率是未来研究的重点。

5. 医嘱的重要性:临床医师应建议患者尽快行冠修复,在最终修复前完全避免患侧咀嚼。修复后患牙也应始终避免咀嚼硬物。在根管治疗6周后进行随访,以监督是否进行了最终修复。术后6个月、1年和2~4年应进行进一步的回访。

根据上述文献总结分析、结合临床经验,笔者提出一份有关牙隐裂诊疗思路的流程图(图2),供广大口腔医师参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Davis MC, Shariff SS. Success and Survival of Endodontically Treated Cracked Teeth with Radicular Extensions: A 2- to 4-year Prospective Cohort[J]. J Endod, 2019, 45(7): 848-855. DOI: 10.1016/j.joen.2019.03.015
- [2] Lubisich EB, Hilton TJ, Ferracane J. Cracked teeth: a review of the literature[J]. J Esthet Restor Dent, 2010, 22(3): 158-167. DOI: 10.1111/j.1708-8240.2010.00330.x.
- [3] 沈辉,张贤华. 牙隐裂的早期诊断与治疗[J]. 中华老年口腔医学杂志, 2013, 11(5): 304-307.
- [4] Yang SE, Jo AR, Lee HJ, et al. Analysis of the characteristics of cracked teeth and evaluation of pulp status according to periodontal probing depth[J]. BMC Oral Health, 2017, 17(1): 135. DOI: 10.1186/s12903-017-0434-x.
- [5] Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm[J]. Eur J Dent, 2015, 9(2): 293-303. DOI: 10.4103/1305-7456.156840.
- [6] Kang SH, Kim BS, Kim Y. Cracked Teeth: Distribution, Characteristics, and Survival after Root Canal Treatment[J]. J Endod, 2016, 42(4): 557-562. DOI: 10.1016/j.joen.2016.01.014.
- [7] Sim IGB, Lim T, Krishnaswamy G, et al. Decision Making for Retention of Endodontically Treated Posterior Cracked Teeth: A 5-year Follow-up Study[J]. J Endod, 2016, 42(2): 225-229. DOI: 10.1016/j.joen.2015.11.011.
- [8] 刘霞. 牙隐裂的临床特点分析[C]//中华口腔医学会第十一次全国牙体牙髓病学学术大会论文汇编,长沙,2018.北京:中华医学会,2018.
- [9] Roh B, Lee Y. Analysis of 154 cases of teeth with cracks[J]. Dental Traumatol, 2006, 22(3): 118-123. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2006.00347.x.
- [10] Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. The management of cracked tooth syndrome in dental practice[J]. Br Dent J, 2017, 222(9): 659-666. DOI: 10.1038/sj.bdj.2017.398.

- [11] Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, et al. Associations of types of pain with crack - level, tooth - level and patient - level characteristics in posterior teeth with visible cracks: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network[J]. J Dent, 2018,70:67-73. DOI:10.1016/j.jdent.2017.12.014.
- [12] Alkhalifah S, Alkandari H, Sharma PN, et al. Treatment of Cracked Teeth [J]. J Endod, 2017, 43 (9) : 1579 - 1586. DOI: 10.1016/j.joen.2017.03.029.
- [13] Abbott P, Leow N. Predictable management of cracked teeth with reversible pulpitis[J]. Aust Dent J, 2009,54(4):306-315. DOI: 10.1111/j.1834-7819.2009.01155.x.
- [14] Mahgoli HA, Arshad M, Rasouli K. Restoration of endodontically treated cracked maxillary teeth: A case series [J]. Clin Case Rep, 2019,7(10):1951-1956. DOI:10.1002/ccr3.2391.
- [15] Mathew S, Thangavel B, Mathew C, et al. Diagnosis of cracked tooth syndrome [J]. J Pharm Bioallied Sci, 2012, 4 (6) : S242 - S244. DOI:10.4103/0975-7406.100219.
- [16] Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, et al. Recommended treatment of cracked teeth: Results from the National Dental Practice-Based Research Network[J]. J Prosthet Dent, 2020,123 (1):71-78. DOI:10.1016/j.prosdent.2018.12.005.
- [17] Mamoun JS. A rationale for the use of high-powered magnification or microscopes in general dentistry[J]. Gen Dent, 2009,57(1): 18-26,27-28,95-96.
- [18] Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation[J]. J Esthet Restor Dent, 2003,15(7):391-401. DOI:10.1111/j.1708-8240.2003.tb00963.x.
- [19] G van As. Magnification and the alternatives for microdentistry [J]. Compend Contin Educ Dent, 2001,22(11A):1008-1012, 1014-1016.
- [20] Geurtsen W, Schwarze T, Günay H. Diagnosis, therapy, and prevention of the cracked tooth syndrome[J]. Quintessence Int, 2003,34(6):409-417.
- [21] Yuan M, Gao AT, Wang TM, et al. Using Meglumine Diatrizoate to improve the accuracy of diagnosis of cracked teeth on Cone-beam CT images[J]. Int Endod J, 2020,53(5):709-714. DOI: 10.1111/iej.13270.
- [22] Culjat MO, Singh RS, Brown ER, et al. Ultrasound crack detection in a simulated human tooth [J]. Dentomaxillofac Radiol, 2005,34(2):80-85. DOI:10.1259/dmfr/12901010.
- [23] Li Z, Holamoge YV, Li Z, et al. Detection and analysis of enamel cracks by ICG-NIR fluorescence dental imaging[J]. Ann N Y Acad Sci, 2020,1475(1):52-63. DOI:10.1111/nyas.14374..
- [24] Qiao F, Chen M, Hu X, et al. Cracked Teeth and Poor Oral Masticatory Habits: A Matched Case-control Study in China[J]. J Endod, 2017, 43 (6) : 885 - 889. DOI: 10.1016/j.joen.2017.01.007.
- [25] 吴翠,王鹏来,谢妮娜,等. 裂纹尺寸对隐裂牙折裂模式和临床风险影响的体外研究[J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2019,13(6):336-342. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2019.06.003
- [26] Seo DG, Yi YA, Shin SJ, et al. Analysis of factors associated with cracked teeth [J]. J Endod, 2012, 38 (3) : 288 - 292. DOI: 10.1016/j.joen.2011.11.017.
- [27] Ricucci D, Siqueira JJ, Loghin S, et al. The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects [J]. J Endod, 2015,41(3):343-352. DOI:10.1016/j.joen.2014.09.021.
- [28] Kim SY, Kim SH, Cho SB, et al. Different treatment protocols for different pulpal and periapical diagnoses of 72 cracked teeth [J]. J Endod, 2013,39(4):449-452. DOI:10.1016/j.joen.2012.11.052.
- [29] 王雯,王鹏来,谢妮娜,等. 一次法与多次法根管治疗术治疗隐裂牙伴牙髓炎的疗效:meta分析[J]. 上海口腔医学, 2017,26 (6):672-679. DOI:10.19439/j.sjos.2017.06.023.
- [30] Ailor JE. Managing incomplete tooth fractures [J]. J Am Dent Assoc, 2000,131(8):1168-1174. DOI:10.14219/jada.archive.2000.0351.
- [31] Hargreaves KM, Berman LH, Rotstein I. Cohen's pathways of the pulp[M]. 11th edition ed. Mosby-Elsevier, 2015.
- [32] Kim SY. Predictable management of the cracked tooth[J]. Restor Dent Endod, 2016,41(1):79. DOI:10.5395/rde.2016.41.1.79.
- [33] Olivieri JG, Elmsmari F, Miró Q, et al. Outcome and Survival of Endodontically Treated Cracked Posterior Permanent Teeth: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. J Endod, 2020,46(4): 455-463. DOI:10.1016/j.joen.2020.01.006.
- [34] Leong D, de Souza NN, Sultana R, et al. Outcomes of endodontically treated cracked teeth: a systematic review and meta - analysis [J]. Clin Oral Investig, 2020, 24 (1) : 465 - 473. DOI:10.1007/s00784-019-03139-w.
- [35] Chen M, Fu K, Qiao F, et al. Predicting extension of cracks to the root from the dimensions in the crown[J]. J Am Dent Assoc, 2017,148(10):737-742. DOI:10.1016/j.adaj.2017.05.013.

(收稿日期:2020-06-28)

(本文编辑:王嫚)