



根管治疗后牙齿的牙根纵裂

Vertical Root Fractures in Root Canal-treated Teeth

Assil A. Russell, Nicholas P. Chandler, Lara T. Friedlander
原载 Quintessence international, 2017, 11(3):1-10. (英文)
王 斐 译 孟柳燕 审

摘要

牙根纵裂 (Vertical root fractures, VRFs) 是纵向的、可发生于牙根任意水平的完全或不完整的裂纹, 通常起始于根管内侧壁。VRFs 多见于根管充填后的牙齿, 可导致患牙缺失。以“牙根纵裂”, “牙髓治疗”及“根管充填牙齿”为关键词, 检索 PubMed 数据库从建库到 2017 年 4 月的全部文献, 阅读摘要确定相关文章, 进一步汇总文献列表, 最终 62 篇文章被纳入本综述。VRFs 的诊断常常具有挑战性, 必须结合病史采集、牙周探诊和根尖片。VRFs 的发生与易感因素 (牙齿类型、根管形态等) 和医源性因素 (在根管治疗和桩道预备过程中使用的材料、设备等) 密切相关。最近有研究发现邻牙存在种植体、根尖手术时根尖倒预备形成了裂纹或牙根横断面呈“蝴蝶”状的患牙 VRFs 的风险增高。VRFs 的预防包括在根管预备时尽可能保留健康牙本质, 选择合适的根管预备、冲洗、消毒材料, 在侧方加压、垂直加压充填时避免过度用力。VRFs 的传统治疗方法是拔除患牙, 目前亦报道了一些新的治疗方法, 例如将牙根折断片粘接后行意向性再植等。

关键词 裂纹; 根管充填; 牙根纵裂

1 引言

牙根纵裂 (Vertical root fractures, VRFs) 是

指在牙根任意水平上发生的纵向的完全或不完整的裂纹。VRFs 往往始于根管内侧壁, 逐渐延伸至牙根表面。VRFs 通常沿着牙根颊舌向发生, 累及颊面、舌面或两面均受累。VRFs 仅发生于牙根部, 可根向延伸或冠方延伸至牙颈部牙周组织附着处。

译者单位 武汉大学口腔医学院
湖北省武汉市珞喻路 237 号 430072

VRFs可累及牙根全长，也可在牙根的任意水平上以较短的裂纹形式出现。

VRFs多见于根管治疗(root canal treatment RCT)后的牙齿，且早期诊断困难。患者往往难以接受花费大量时间金钱做根管治疗后仍无法保留患牙的情况，这会成为一个潜在的医患纠纷，给医生较大的压力。为避免不恰当的治疗和可能的医患纠纷，VRFs的正确诊断及处理至关重要。

2 患病率

VRFs多见于根管充填后的牙齿。VRFs亦可发生于未行RCT的牙齿，发生率不高，多见于华人或外伤患牙，患牙常伴有磨耗和殆面磨损。

利用拔除的根管充填牙行VRFs患病率的研究中，VRFs定义不同或模糊，限制了研究之间的可比性，这也是已报道VRFs患病率范围(8.8%–31%)大的原因。Sjögren等人(1990)报道的患病率最高，68颗RCT后拔除的牙齿有31%发生“根折”。尽管这一数据经常被其它文献引用，但该研究没有明确“根折”的定义，不能排除水平向根折的影响。后续对VRF患病率的研究结果相对保守。Vire等人(1991)检查了116颗拔除的根管充填牙齿发现VRFs的患病率为13%，与Toure等人(2011)的结果相近(13.4%)；Fuss等人(1999)检查了64颗拔除的牙齿，报道的患病率较低，为11%；Zadik等人(2008)研究了547颗拔除的RCT牙齿，报道

的患病率更低为8.8%。

关于VRFs的好发牙位，有研究报道下颌磨牙的患病率高于上颌磨牙，尤其是下颌磨牙近中根；也有研究报道上颌前磨牙的发病率高。Cohen等人(2006)发现上颌前磨牙和下颌磨牙VRFs发生率高于前牙。关于易感的性别与年龄因素，VRFs多见于女性和老年患者。

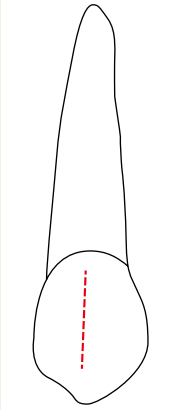
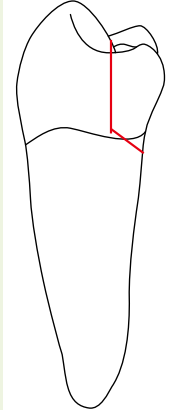
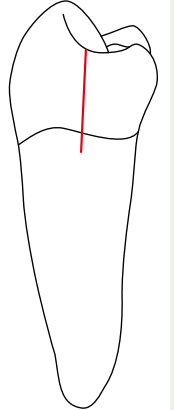
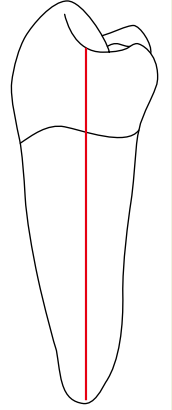
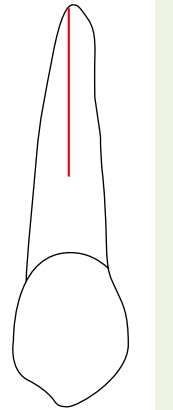
3 诊断

VRFs的诊断对于正确及时处理患牙至关重要，与水平向根折相比，VRFs易进一步延伸，且诊断困难，尤其是早期阶段。VRFs诊断的第一步就是要将VRFs与其它牙齿纵向折裂及裂纹加以鉴别。

排除因突发性撞击伤导致的牙齿折裂后，牙齿纵向折裂分为5类：釉质裂纹、牙尖折裂、牙隐裂、牙齿劈裂和VRFs。这五种分类给研究者和临床医生提供了可避免歧义的通用定义。Rivera和Walton(2009)对这五种分类做了全面的概述，总结见表1。本综述主要针对RCT牙齿的VRFs。

VRFs的临床症状、体征和影像学表现，往往与RCT术后未愈合的病变及牙周病的某些表现相似。VRFs也可与复发性牙周脓肿同时发生。不完善根管充填使VRFs的诊断更加复杂，当根管充填质量差时，医生往往将治疗失败归结为RCT不完善，而很少怀疑存在VRFs，这使临床医生难以确诊，导致医患纠纷风险增高。

表1 纵向根折的分类(改编自Rivera & Walton 2009)

	裂纹	牙尖折裂	牙隐裂	牙齿劈裂	VRFs
					
部位	仅发生于釉质	牙冠和牙根颈缘	牙冠或牙冠延伸到牙根	牙冠和牙根的邻面	仅发生于牙根
方向	殆龈方向	近远中方向和颊舌方向	近远中方向	近远中方向	颊舌方向

4 病史和临床检查

目前尚未发现与VRFs相关的典型症状或体征。大多数患者(55%–66%)会表现为轻微疼痛或不适,并可伴有咀嚼疼痛,但也有研究表明约1/3的患者没有明显的症状或疼痛史。13%–42%的病例会出现窦道。源于VRFs的窦道通常位于牙根中段或近龈缘,而持续性根尖周病变的窦道常位于根尖区。颊舌侧同时发生窦道是VRFs的强指征。

光纤透照法是检查VRFs的有效辅助手段。把光源放置在牙冠或牙根表面的不同位置可以显示根折线。去除修复体后行透照法会更加有效,当有冠修复体或根管桩时不建议使用透照法。

VRFs晚期多表现为深的、垂直向骨缺损,可用牙周探针检查(图1)。牙周探针通常可探至根折线最深处的深窄牙周袋中,例如非金属牙周探针(例如Perio-Wise, Premier Dental Products, Plymouth Meeting, 宾夕法尼亚,美国)。牙周探诊对于区分VRFs和牙周病至关重要。VRFs患牙的牙周袋通常孤立存在并局限于根折处,而牙周炎患者,多个位点、多颗牙齿均存在牙周袋。在VRFs早期骨缺损尚未形成,探诊可能会得到



图1 PerioWise 探针探诊 VRF

假阴性结果。探诊虽然有效但也无法检查出所有的VRFs,需与其它辅助检查手段相结合。

5 常规影像学检查

VRFs的影像学表现已被广泛研究,VRFs多表现为牙周膜间隙弥漫性增宽。偶可沿着根折线发生的牙根外吸收,表现为与根管充填影相邻或重叠的不规则透射影。提示存在VRFs的影像学表现较多,汇总见表2。

表2 VRFs的影像学表现

描述	影像学表现
晕状透射影: 牙根单侧或双侧的根尖周和根旁相连的暗影,可延伸至根中段或上段。	
沿着牙根近中面或远中面的独立的暗影,尚未累及牙根上段或根尖区。	
牙周透射影: 在牙根邻面的侧方透射影(近中、远中或两个面均累及)从牙槽嵴顶根向延伸,通常未累及根尖部分。透射影延伸的范围与VRFs的水平一致。	

续表

描述	影像学表现
垂直性骨吸收 / 角形透射影, 从邻面牙槽嵴水平延伸到近中或远中牙根表面	
根尖周透射影: 局限于根尖尚未冠向延伸。这一类型可能会与 RCT 后的持续性根尖周病相混淆。	
根分叉透射影: 通常发生于下颌磨牙的 VRFs。在根分叉可见大小不一的透射影, 未累及牙根其它部位。	
牙根移位: 折裂牙根清晰可见。增生的肉芽组织会加速根折段移动, 使其与残留的牙根分离, 直至移动到与邻牙相接触。	

Rud 和 Omnell (1970) 指出位于牙根颊面或舌面的 VRFs 进展一段时间后才会在 X 线片上检查出来, 表现为延伸至邻面的骨缺损。因此, 当骨吸收较窄且局限于颊面或舌面时, 影像学检查可能表现为正常。另外根尖放射线片只有在 X 射线束平行于根折面时才能检查出 VRFs, 近中或远中偏角投照有助于检查骨缺损。单独的根尖放射线片较难诊断 VRFs, 多作为辅助检查手段。

6 锥形束 CT (CBCT)

使用 CBCT 诊断 VRFs 存在争议。CBCT 对比度高, 可从多个平面显示根折线, 同时消除了周围结构重叠的影响。然而关于 CBCT 诊断 VRFs 准确性的研究尚未达成一致。有研究指出 CBCT 比常规 X 线影像更准确, 也有研究表明两者准确性没

有差异, 甚至有报道认为 CBCT 不是一种可靠的 VRFs 检查方法。

不同的 CBCT 系统, VRFs 诊断的重复性和准确性存在差异。根管充填物如牙胶或金属桩产生的伪影会妨碍对根折线的检查。根据欧洲牙髓学会 (2014)、美国牙髓病学会和口腔颌面放射学会的研究 (2015/2016), 只有在常规根尖放射线片不能提供足够的 VRFs 诊断信息时, 才使用 CBCT。

7 手术探查

多项研究表明只有视诊才能确诊 VRFs。这通常需要翻开全厚的黏骨膜瓣暴露根折线 (图 2)。Lustig 等人 (2000) 对 110 颗牙齿行手术探查, 研究与 VRFs 相关的骨吸收形式, 发现主要存在两种颊侧骨吸收形式: 骨开裂和骨开窗。骨开裂是三角形



图2 术区口内照显示根面 VRF (箭头所指)、颊侧骨缺损及软组织病损

指向根尖方向的V型骨缺损,发生于91%的患牙中;骨开窗仅发生于9%的患牙中,其表现为牙槽嵴顶完整的卵圆形骨缺损。当VRFs沿牙根延伸但尚未累及釉牙骨质界或根尖时会发生骨开窗型骨吸收。

手术探查不一定能检查所有的VRFs。Meister等人(1980)描述过一例特殊病例,RCT后的患牙经根尖放射线片检查基本正常,探诊、翻瓣均未发现明显的骨缺损,在拔除患牙后才发现延伸至牙根全长的根折线。现在随着CBCT的使用,无需借助手术探查,即可早期检查出VRFs。

8 发病机制

当根管壁牙本质承受的外力(通常来自于根管内部)超过牙本质内部的结合力时会发生VRFs。完全或不完整VRFs常延伸至牙周韧带。软组织长入根折裂隙可使折断片分离,间隙增大。当VRFs通过龈沟与口腔相交通时,异物、食物残渣和细菌进入裂隙区,使牙周组织发生炎症反应,导致牙周韧带破坏、牙槽骨丧失及肉芽组织形成,骨缺损常延伸至根尖区。当VRFs局限于根尖区尚未与口腔相通时,其周围组织的炎症源于根管内刺激物(细菌和根充糊剂)。

9 病因及预防

RCT牙齿VRFs的病因包括易感因素和医源性因素。其中,易感因素包括牙齿类型和形态(上颌前磨牙和下颌磨牙的近中根),牙体缺损(如外伤、牙根吸收或龋),牙槽骨等牙周支持组织的丧失。

磨牙症等口腔副功能习惯与VRFs相关。尽管有研究表明这一相关性在统计学上无显著性意义,但采集病史时仍应询问患者是否有磨牙症等习惯。这可提示患牙是否受到过大的作用力。

医源性因素是指RCT操作或材料导致的VRFs。包括过度的化学机械预备或在桩道预备、根尖段预备时过度扩大根管。

9.1 根管预备

在RCT过程中对根管壁牙本质过度施加外力会增加VRFs的风险。根管预备过程常导致裂纹的产生,这些裂纹在根管充填时会进一步延长。与传统用手锉预备相比,机用锉预备可能会造成更多的裂纹。在根管预备过程中,好发牙位、椭圆形根管及薄的根管壁,都会显著性增加VRFs的风险。因此要避免过度预备根管以降低VRFs的风险。

有研究表明与旋转或往复预备器械相比,使用自适应锉(SAF; ReDent Nova, Ra'anana,以色列)预备的根管壁具有更好的抗折裂能力。SAF是一种中空柔韧可压缩的锉,可适应不同的根管形态。它的刃端对根管壁牙本质均匀切削,保持根管解剖形态的同时可防止过度预备。这一系统可能有助于避免VRFs。

9.2 根管冲洗剂和药物

研究表明长期使用氢氧化钙会降低牙本质的显微硬度,对其生物机械性能造成不良影响,使其脆性增加而更易发生根折。对未发育完成的牙齿行根尖诱导成形术时长时间使用氢氧化钙会导致40%的患牙根折。然而有研究发现,在绵羊牙齿氢氧化钙封药1个月后进行MTA根尖屏障术,牙根抗折力没有明显下降。为降低VRFs风险,临床医生应避免长时间使用氢氧化钙。

同样,乙二胺四乙酸(EDTA)和次氯酸钠,通常用于去除玷污层,长时间使用高浓度的EDTA和次氯酸钠冲洗根管,牙本质的显微硬度也会显著性降低。临床医生在化学机械预备过程中应避免过度使用这些根管冲洗液。

9.3 根管充填

在侧方加压或垂直加压充填时对根管壁过度加压也是引起VRFs的主要原因。在一些病例中甚至能听到尖锐的根管壁破裂声或能看到牙胶尖周围出血,这些情况均提示可能存在VRFs。侧方加压会对牙本质产生1Kg-3Kg的作用力。短柄侧压器产生的力远小于长柄侧压器。所以临床医生在根管充填使用侧压器和垂直加压器时应注意不要用力过大。

近来各种充填材料层出不穷,其中有一些声称具有优良的性能,例如可增强牙体抗折力降低 VRFs 的风险。有研究表明与牙胶相比, Resilon (Resilon Research, Madison, CT, 美国) 和 EndoREZ (Ultradent, South Jordan, UT, 美国) 形成的一体化结构能提供更好的 VRFs 抗力。相反,也有研究表明这些材料之间的差异没有显著性。这表明从业人员在新产品的优点未经科学研究充分证明前应谨慎使用。用 MTA 充填根管的牙齿 VRFs 抗力高于用牙胶和糊剂充填的牙齿。近来有研究发现 MTA 可诱导牙本质小管矿化,这可能加固了牙根,防止裂纹和 VRFs 的发生,但这尚需进一步研究证实。

9.4 根管内修复体和桩

RCT 后的修复过程也可能造成 VRFs。在制作核时汞合金的压实和冷凝作用会对根管壁牙本质产生不良应力,进而导致 VRFs。填入到根管内的汞合金硬化后产生的楔入应力也可导致裂纹产生。临床医生可以考虑使用复合树脂替代汞合金,以减少所需的根管内固位。

选择合适的桩并正确预备桩道是预防 VRFs 的重要措施。理想的桩应是平行锯齿桩、被动就位位于根管内以将不良的楔入应力降至最低。桩冠比至少 1:1, 桩的直径应控制在最小范围内,以免过度切削牙本质。铸造金属桩不会增加根管充填后牙齿的强度,所以只有在需要加强核的固位时才使用铸造金属桩。有研究表明金属桩腐蚀后会促进 VRFs 的发生。

一项对年轻牛牙的研究表明,MTA 屏障后使用金属桩会显著性增加根管壁抗折力。这可能表明桩对于修复体固位并不是必须的,但是可以加固牙根。预成纤维增强桩的使用越来越普遍,纤维桩与根管壁牙本质的弹性模量接近,可降低根折风险。受到不良应力时纤维桩会先于根管壁折裂,减少了患牙拔除的风险。一项 6 年的随访研究支持根管充填后的前磨牙修复时使用纤维桩。与铸造桩相比,预成纤维桩显著提高了牙齿的存留率。此外剩余牙冠壁数越多,根折风险越低。

保留牙齿结构对于提高牙齿抗折力非常重要。牙本质肩领是全冠预备体龈边缘冠方保存的理想高度为 1.5mm-2mm 的牙体组织。这部分牙体组织被全冠的颈部 360° 包绕,这种包绕可以形成对剩余牙体组织类似“箍”的效应,以提高所修复牙齿

的抗折力,形成牙本质肩领效应。无论使用何种桩,牙本质肩领效应都会大大提高修复后牙齿的抗折强度。当可以保留牙本质肩领时,桩不是必须的,因为桩本身可能会降低修复牙齿的抗折力。有 2mm 牙本质肩领且无桩修复的患牙抗折力最大,但与有牙本质肩领同时行桩修复的牙齿相比差异无显著性。没有牙本质肩领也没有桩修复的牙齿抗折力最低。牙本质肩领效应是临床医生应该注意的一个重要概念,因为它有助于预防 VRFs。

9.5 植体相关的 VRFs

Rosen 等人 (2016) 首次报道了一系列植入植体后,相邻的 RCT 患牙发生 VRFs 的病例。植体没有牙周韧带即本体感受机制来发出承力过大的信号。为防止植体咬合力过载(咬合力过大会对植体骨整合产生不良影响),通常会对植体的牙冠进行调殆处理,以减小植体受力。这样,咬合力会分担到邻牙上。当邻牙是根管充填的牙齿时,增加的负荷会对该牙造成不良影响。有报道称死髓牙的伤害感受能力和本体感受能力会降低,RCT 患牙去除牙髓神经后本体感觉会降低 30%。当咀嚼负荷增大时,RCT 患牙不能通过本体感受机制进行有效地自身保护,受创伤的可能性增加。因此,过大的咬合力及降低的本体感受能力可增加植体相邻的根管充填牙齿的根折风险。

9.6 根尖手术及蝴蝶效应

超声根尖倒预备可导致根管壁微裂纹形成,而微裂纹可延伸发展成 VRFs。根尖部的裂纹首次在一个扫描电子显微镜的研究中偶然被发现,但这些牙齿在研究时已经脱水,不能推断这些微裂纹是超声预备还是脱水所致。

随后的一项研究克服了这一问题,它对预备后的根尖制取硅橡胶印模,用树脂灌制模型再用扫描电镜观察微裂纹。该研究发现,超声波造成的裂纹明显多于车针。关于超声波功率大小对裂纹形成影响的研究存在不同结果。一项研究报道超声功率越高裂纹越多,而也有研究发现降低超声强度会产生大量裂纹。

有关 VRFs 沿着牙根颊舌方向发生机制的研究非常少。有学者认为,具有“蝴蝶现象”的牙齿,近远中方向牙本质硬度较高,所以颊舌方向更易发生裂纹或 VRFs。蝴蝶现象是一个发生于牙根某些截面上的光学现象。牙本质小管减少会导致光线透

射增加,表现为透明样外观。有蝴蝶现象的牙齿颊舌向牙本质小管的密度要显著高于近远中向,因此呈现为典型的蝴蝶样外观(图3)。当用手术显微镜或内窥镜观察根尖断面时,可观察到这种现象。使用手术显微镜或内窥镜,并用染料(如亚甲基蓝)对根端进行染色,有助于检查微裂纹。

10 VRFs 的治疗

临床医生普遍认为 VRFs 患牙的预后差,只能拔除。若 VRFs 患牙牙周支持组织广泛破坏则需拔除,目前也有一些使用其它治疗方法成功保留患牙的病例报道。

有研究报道用树脂材料粘结分离的牙根折断片后行意向性再植,3年后随访,可观察到临床和影像学的成功愈合。粘结后意向性再植是切牙 VRFs 的理想治疗方法,但在前磨牙和磨牙的远期成功率

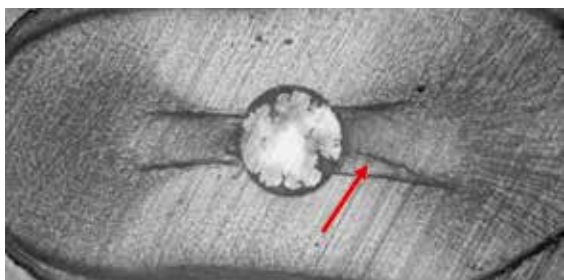


图3 牙根截面在光学显微镜下($\times 10$)呈现为“蝴蝶”状

低。后牙承受较大的咬合力会导致粘接失败和再次根折。对于多根牙,可以考虑使用根尖切除术、感染牙根截根术或牙半切术。

局限于牙根上段的颊侧不完全 VRFs 可通过手术干预成功治疗。Taschieri 等人(2010)报道了一种手术方法:翻开黏骨膜瓣暴露根折区后,用超声倒预备尖沿着根折线预备一条沟槽,然后用 MTA 充填封闭,一年后随访患牙存留率为 100%,33 个月后随访为 70%。

在治疗 VRFs 之前,仔细的病例选择和知情同意是必不可少的。术者应该让患者认识到治疗风险和并发症。治疗中,若再植牙被置于干燥环境中,并且体外操作时间过长,术后可能会发生牙根炎性吸收,替代性吸收或牙齿固连等并发症。应告知患者需要长期观察治疗后的 VRFs 患牙,且最终的治疗方法可能是拔除患牙。

11 结论

临床医生需要充分了解 VRFs 的临床和影像学表现,掌握 VRFs 的诊断和治疗方法。VRFs 的发生与易感因素和医源性因素有关,在根管预备和桩道预备时尽可能保留根管壁牙本质是预防 VRFs 的方法之一。植体相邻的根管充填牙易于发生 VRFs。做根尖手术时,需仔细观察倒预备后的根面以检查微裂纹。VRFs 的治疗方法多种多样,对于认识到患牙的远期预后不能保证且有强烈保留牙齿愿望的患者可以做一些探索尝试。