

· 临床研究 ·

中国人群根管治疗与非根管治疗根折后牙的锥形束CT特征比较

傅承艺¹ 潘笑¹ 刘澍² 林梓桐²

1. 南京大学医学院附属口腔医院预防口腔科 南京市口腔医院

南京大学口腔医学研究所, 南京 210008;

2. 南京大学医学院附属口腔医院口腔颌面医学影像科 南京市口腔医院

南京大学口腔医学研究所, 南京 210008

[摘要] **目的** 探究根管治疗与非根管治疗根折后牙的临床及锥形束CT (CBCT) 特征是否存在差异。**方法** 回顾性收集CBCT检查发现的305例患者的340颗根折后牙, 根据根折牙是否行根管治疗分为根管治疗牙和非根管治疗牙。记录根折患者的年龄和性别, 在CBCT图像上评估根折发生的牙位、牙根位、根折类型(纵折、横折、斜折、不规则折)、牙根纵折方向、横折线位置及根折线周围骨吸收情况。**结果** 1) 非根管治疗与根管治疗根折的牙位差异有统计学意义 ($P=0.028$)。二者根折的牙位均以上颌磨牙和下颌磨牙为主, 但根管治疗牙前磨牙的发生比例 (27.2%) 高于非根管治疗牙 (14.2%)。2) 非根管治疗与根管治疗根折的牙根位差异有统计学意义 ($P=0.037$), 最常见牙根位均是下颌磨牙近中根 (发生率分别为36.4%、32.2%), 但排名第二的牙根位分别是上颌磨牙腭根 (23.0%)、上颌前磨牙牙根 (20.3%)。3) 非根管治疗与根管治疗根折牙折裂类型的差异有统计学意义 ($P<0.001$)。非根管治疗牙纵折占比为43.6%, 而根管治疗牙纵折占比高达75.6%。4) 非根管治疗与根管治疗纵折牙根纵折方向的差异无统计学意义 ($P=0.58$), 均以颊舌向为主 (86.0%、84.1%)。5) 非根管治疗与根管治疗牙横折发生位置的差异无统计学意义 ($P=0.132$), 均以根颈1/3区最常见。6) 非根管治疗与根管治疗根折折裂线周围骨吸收的差异有统计学意义 ($P<0.001$)。59.0%的非根管治疗根折牙折裂线周围有骨吸收, 而根管治疗根折牙中91.8%折裂线周围有骨吸收。**结论** 非根管治疗与根管治疗根折牙在临床和CBCT特征上均存在差异, 非根管治疗根折牙更加复杂多变的特征表明复杂的咬合因素在根折发生中所起的作用, 而根管治疗根折牙更高的一致性表明其根折发生可能与根管治疗对牙齿的结构改变有关。

[关键词] 根折; 后牙; 根管治疗; 锥形束CT; 根折类型

[中图分类号] R781 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2025.2025057



本文链接 开放科学标识码

Root fracture in endodontically versus nonendodontically treated posterior teeth: the cone beam computed tomography characteristics in Chinese population

Fu Chengyi¹, Pan Xiao¹, Liu Shu², Lin Zitong²

1. Dept. of Preventive Dentistry, Nanjing Stomatological Hospital, Affiliated Stomatological Hospital of Medical School, Institute of Stomatology, Nanjing University, Nanjing 210008, China; 2. Dept. of Dentomaxillofacial Radiology, Nanjing Stomatological Hospital, Affiliated Stomatological Hospital of Medical School, Institute of Stomatology, Nanjing University, Nanjing 210008, China

[收稿日期] 2025-02-17

[基金项目] 国家自然科学基金 (82201135); 江苏省基础研究计划 (BK20251736); 南京大学医学院附属口腔医院2015学科带头人后备人才资助项目 (0223A204)

[第一作者] 傅承艺, 医师, 硕士, E-mail: 000fcy@163.com

[通信作者] 林梓桐, 主任医师, 博士, E-mail: linzitong710@163.com

Supported by: National Natural Science Foundation of China (82201135); Basic Research Program of Jiangsu (BK20251736), "2015" Cultivation Program for Reserve Talents for Academic Leaders of Nanjing Stomatological School, Medical School of Nanjing University (0223A204)

Correspondence: Lin Zitong, E-mail: linzitong710@163.com

[Abstract] Objective This study aimed to investigate the clinical and cone beam computed tomography (CBCT) characteristics of root fractures in endodontically versus nonendodontically treated posterior teeth. **Methods** A total of 340 posterior teeth from 305 patients were retrospectively collected. The fractured teeth were divided into endodontically treated (ET) teeth and nonendodontically treated (NET) teeth. The clinical information (age and gender of patients) was recorded. The type of fractured tooth, fractured root, orientation of fracture lines (vertical, horizontal, oblique, and irregular), direction of vertical fracture lines, location of horizontal root fractures, and bone resorption around fractured roots were evaluated and recorded based on CBCT images. **Results** 1) The distribution of teeth was significantly different between NET and ET teeth ($P=0.028$). Root fractures predominantly occurred in mandibular and maxillary molars. However, the proportion of premolars was significantly higher in ET teeth (27.2%) than in NET teeth (14.2%). 2) We observed a significant difference in root distribution between NET roots and ET roots ($P=0.037$). The mesial roots of mandibular molars were the most common fractured roots in NET and ET roots (36.4% in NET roots and 32.2% in ET roots); however, the second most common roots were the palatal roots of maxillary molars in NET roots (23.0%) and the maxillary premolar roots in ET roots (20.3%). 3) A statistically significant difference in the orientation of root fractures was observed between the two groups ($P<0.001$). Vertical root fractures accounted for only 43.6% of all root fractures in NET root fractures, whereas they accounted for 75.6% in ET root fractures. 4) For vertical root fractures, the direction of fracture lines between NET and ET root fractures was not significantly different ($P=0.58$), with both types predominantly presenting as buccal-palatal fractures (86.0% and 84.1%). 5) No significant difference was observed in the location of horizontal fractures between NET and ET root fractures ($P=0.132$), and the most common site was the cervical third of roots. 6) Bone loss around fractured lines significantly differed between NET and ET root fractures ($P<0.001$). Around 59% exhibited obvious bone loss around fractured roots in NET root fractures, whereas 91.8% of fractured roots presented bone loss in ET root fractures. **Conclusion** The NET root fractured teeth and ET root fractured teeth presented quite different clinical and CBCT characteristics. The complex and diverse traits of NET root fractured teeth indicate the influence of multifaceted occlusal factors in their occurrence. By contrast, ET root fractured teeth demonstrate high uniformity, indicating that their occurrence may be related to the structural changes caused by endodontic treatment.

[Key words] root fracture; posterior teeth; endodontically treatment; cone beam computed tomography; root fracture type

根折是发生在牙根部的折裂，分为完全根折和不完全根折^[1]。对于前牙，大多数根折是由急性创伤引起的，而对于后牙，咬合面磨损、不良咀嚼习惯、较大咬合力及牙髓治疗等都可导致根折风险增加^[2]。国外学者^[3-4]研究认为，根管治疗可使牙齿脆性增加，进而导致牙根纵裂，因而根管治疗被认为是牙根纵裂发生的主要原因。然而在中国人群中原发性非根管治疗根折较为多见^[1,5]。研究^[6-8]表明，中国人群非根管治疗根折发生较多，且非根管治疗后根折与根管治疗后根折在发生牙位、牙根位、折裂方向等多方面存在较大差异。

锥形束CT (cone beam computed tomography, CBCT) 近年来被广泛运用于口腔多学科疾病诊疗，并可用于移位性根折的精准评估，对根折发生的位置、根折的类型、折裂的方向及折裂线周围的骨质吸收情况等进行分析^[4,9]。本研究回顾性收集了305例根折患者的CBCT图像，对

340颗根折后牙的CBCT特征进行详细评估，分析非根管治疗根折与根管治疗后根折的特征差异，以探讨两类根折牙可能的风险因素。

1 材料和方法

1.1 根折牙的纳入

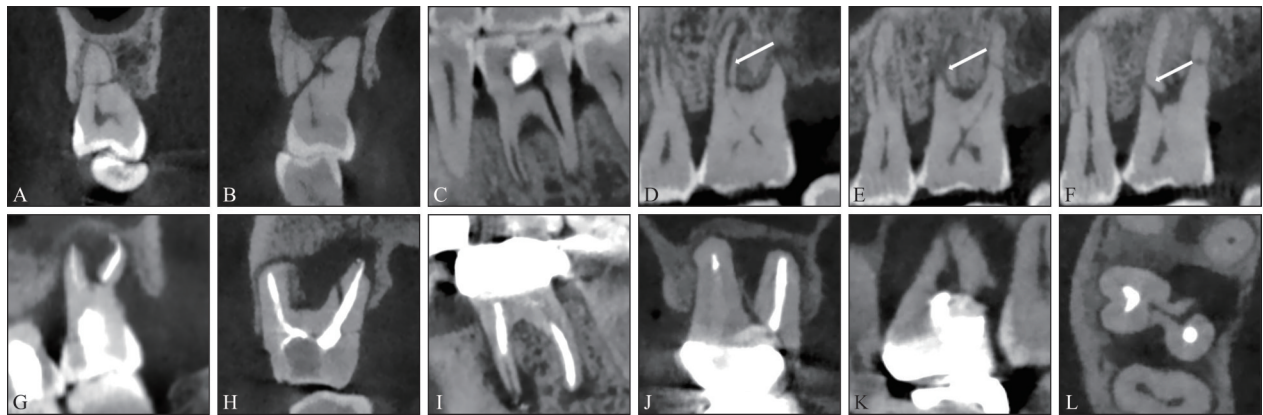
对南京大学医学院附属口腔医院2022年1月—2023年2月的CBCT检查报告进行回顾性检索，收集诊断报告中包含根折的CBCT病例。将符合以下标准的根折牙纳入本研究：1) 根折牙为后牙（包括上颌前磨牙、下颌前磨牙、上颌磨牙和下颌磨牙）；2) 患者无外伤史；3) 患牙非冠根折裂；4) CBCT图像质量良好，无异物伪影和运动伪影。本研究最终纳入了305例患者的340颗根折牙。根据CBCT图像上根折牙是否行根管治疗分为根管治疗牙和非根管治疗牙。

1.2 临床及影像学信息收集

记录根折患者的年龄和性别。

在CBCT图像上收集以下影像学信息: 1) 根折牙是否行根管治疗; 2) 根折牙数量(单发性根折、多发性根折); 3) 根折牙牙位(上颌前磨牙、下颌前磨牙、上颌磨牙、下颌磨牙); 4) 发生根折的牙根位(前磨牙牙根、上颌磨牙的近中颊根/

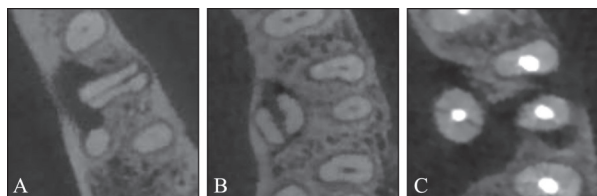
远中颊根/腭根、下颌磨牙的近中根/远中根); 5) 根折类型(横折、纵折、斜折和不规则折裂)(图1); 6) 纵折牙根的方向(近远中向、颊舌向、斜向)(图2); 7) 横折牙根的位置(根尖1/3区、根中1/3区、根颈1/3区)(图3); 8) 根折牙根周围的骨吸收情况(有明显骨吸收、无明显骨吸收)(图4)。



A~F为非根管治疗牙, 其中A为横折, B为斜折, C为纵折, D~F为同一个根折牙的不同层面, 显示不规则折裂, 箭头示根折。G~L为根管治疗牙, 其中G为横折, H为斜折, I为纵折, J~L为同一个根折牙的不同层面, 显示不规则折裂。

图1 根折的类型

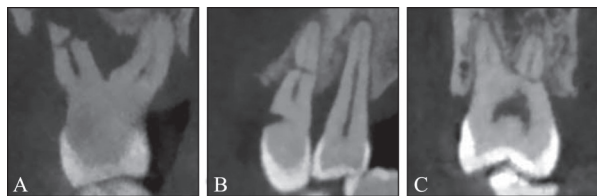
Fig 1 The orientation of fracture lines



A: 颊舌向; B: 近远中向; C: 斜向。

图2 纵折牙根的方向

Fig 2 Direction of vertical root fracture



A: 根尖1/3区; B: 根中1/3区; C: 根颈1/3区。

图3 横折牙根的位置

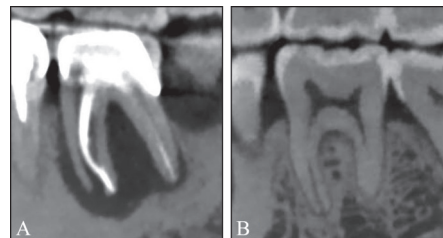
Fig 3 Location of horizontal root fracture

CBCT图像评价由2名口腔颌面医学影像科医师独立评估, 若两人意见不一致, 则由具有15年经验的口腔颌面医学影像科医师进行评估并作为最终的结果。在评估前对3名医师进行诊断标准的统一培训。

1.3 统计分析

采用SPSS 23.0软件对数据进行统计分析。定

量数据以均数±标准差表示。采用独立t检验比较2组患者的年龄差异。采用卡方检验比较两组间的定性资料。P<0.05为差异有统计学意义。



A: 根折牙根周围有明显骨吸收; B: 根折牙根周围无明显骨吸收。

图4 根折牙根周围的骨吸收情况

Fig 4 Bone loss around fractured roots

2 结果

纳入研究的305例患者中, 274例患者为单发性根折, 31例患者为多发性根折; 186例患者根折牙均未行根管治疗, 115例患者根折牙均行根管治疗, 另有4例患者的根折牙既有行根管治疗牙也有未行根管治疗牙。

非根管治疗与根管治疗患者的根折牙数量、年龄、性别分布见表1~3。非根管治疗患者中

13.4%的患者发生了多发性根折，而根管治疗患者中仅有1.7%的患者发生了多发性根折，二者间的差异有统计学意义 ($P<0.001$)。非根管治疗患者的平均年龄为 (58.1±12.2) 岁，根管治疗患者的平均年龄为 (54.7±14.4) 岁，二者间的差异有统计学意义 ($P<0.001$)。非根管治疗患者男性占67.2%，根管治疗患者男性占56.3%，二者间的差异无统计学意义 ($P=0.062$)。

表 1 非根管治疗与根管治疗患者的根折牙数量分类

Tab 1 Proportion of single tooth and multiple teeth with root fracture of nonendodontically treated patients and endodontically treated patients

类别	单发性根折	多发性根折
非根管治疗	161/86.6%	25/13.4%
根管治疗	113/98.3%	2/1.7%

注：同时存在根管治疗与非根管治疗根折牙的4例患者排除在外。

表 2 非根管治疗与根管治疗根折患者的年龄分布

Tab 2 Age distribution of nonendodontically treated patients and endodontically treated patients

类别	年龄分组				平均年龄/ 岁
	10~30岁	31~50岁	51~70岁	71~90岁	
非根管治疗	4	43	114	25	58.1±12.2
根管治疗	4	47	48	16	54.7±14.4
合计	8	90	162	41	56.8±13.2

注：同时存在根管治疗与非根管治疗根折牙的4例患者排除在外。

表 3 非根管治疗与根管治疗根折患者的性别分布

Tab 3 Gender distribution of nonendodontically treated patients and endodontically treated patients

类别	男	女
非根管治疗	125/67.2%	61/32.8%
根管治疗	65/56.3%	50/43.7%

注：同时存在根管治疗与非根管治疗根折牙的4例患者排除在外。

305例患者共有340颗根折牙，其中非根管治疗牙219颗，根管治疗牙121颗。

非根管治疗与根管治疗根折牙的牙位分布见表4。统计分析表明，非根管治疗与根管治疗根折牙的牙位差异有统计学意义 ($P=0.028$)。非根管治疗与根管治疗根折牙的牙位均以下颌磨牙和上颌磨牙为主，但根管治疗根折牙中前磨牙的发生比例 (27.2%) 高于非根管治疗根折牙 (14.2%)。

340颗根折牙的折裂牙根为350个，其中根管治疗牙根123个，非根管治疗牙根227个。在350

个折裂牙根中，23个为融合根。

表 4 非根管治疗与根管治疗根折牙的牙位分布

Tab 4 The tooth distribution in nonendodontically treated group and endodontically treated group

牙位	非根管治疗	根管治疗
上颌前磨牙	21/9.6%	24/19.8%
上颌磨牙	87/39.7%	39/32.2%
下颌前磨牙	10/4.6%	9/7.4%
下颌磨牙	101/46.1%	49/40.5%

非根管治疗与根管治疗根折的牙根位分布见表5。统计分析表明，非根管治疗与根管治疗根折的牙根位差异有统计学意义 ($P=0.037$)。无论是非根管治疗根折牙根还是根管治疗根折牙根，下颌磨牙近中根的发生率都是最高的 (分别为36.4%、32.2%)；然而，二者排名第二位的根折牙根位不同，分别是上颌磨牙腭根 (非根管治疗，23.0%) 和上颌前磨牙牙根 (根管治疗，20.3%)。发生根折的牙根形态，非根管治疗牙根中扁根的比例为65.1% (136/209)，根管治疗牙根中扁根的比例为75.4% (89/118)，二者间的差异无统计学意义 ($P=0.052$)。

表 5 非根管治疗与根管治疗根折的牙根位分布

Tab 5 Root distribution in nonendodontically treated group and endodontically treated group

牙根位	非根管治疗	根管治疗
上颌前磨牙	21/10.0%	24/20.3%
下颌前磨牙	10/4.8%	9/7.6%
上颌磨牙	近颊根	28/13.4%
	远颊根	15/7.2%
	腭根	48/23.0%
下颌磨牙	近中根	76/36.4%
	远中根	11/5.3%
合计	209/100%	118/100%

注：融合根排除在外，总计327个牙根。

非根管治疗与根管治疗根折牙的根折类型见表6。统计分析表明，两组间的差异有统计学意义 ($P<0.001$)。非根管治疗根折牙中纵折占比为43.6%，而根管治疗根折牙中纵折占比达75.6%。

不同牙位各牙根的根折类型见表7。下颌磨牙的近中根根折发生率最高，且无论是根管治疗还是非根管治疗均以纵折为主。在非根管治疗根折牙根中排名第二的上颌磨牙腭根，根折类型以横折和斜折为主 (33/48, 68.7%)；在根管治疗根折牙根中排名第二的上颌前磨牙牙根，根折类型以纵折为主 (19/24, 79.2%)。

表 6 非根管治疗与根管治疗根折牙的根折类型
Tab 6 Orientation of root fractures in nonendodontically treated group and endodontically treated group

根折类型	非根管治疗	根管治疗
横折	57/25.1%	8/6.5%
斜折	56/24.7%	20/16.2%
纵折	99/43.6%	93/75.6%
不规则折裂	15/6.6%	2/1.6%
合计	227/100%	123/100%

非根管治疗与根管治疗牙根纵折方向见表8。统计分析表明,非根管治疗与根管治疗牙根纵折方向差异无统计学意义($P=0.58$)。非根管治疗与

表 7 不同牙位各牙根的根折类型

Tab 7 Orientation of root fractures in different roots of posterior teeth

牙根	横折	斜折	纵折	不规则折裂	合计	
上颌前磨牙	8 (7/1)	13 (9/4)	22 (3/19)	2 (2/0)	45 (21/24)	
下颌前磨牙	2 (2/0)	8 (7/1)	7 (0/7)	2 (1/1)	19 (10/9)	
上颌磨牙	近颊根	20 (17/3)	4 (1/3)	18 (7/11)	4 (3/1)	46 (28/18)
	远颊根	15 (13/2)	3 (2/1)	1 (0/1)	0 (0/0)	19 (15/4)
	腭根	17 (16/1)	25 (17/8)	18 (11/7)	4 (4/0)	64 (48/16)
下颌磨牙	近中根	2 (1/1)	9 (7/2)	100 (65/35)	3 (3/0)	114 (76/38)
	远中根	1 (1/0)	4 (3/1)	15 (7/8)	0 (0/0)	20 (11/9)
合计	65 (57/8)	66 (46/20)	181 (93/88)	15 (13/2)	327 (209/118)	

注:融合根排除在外,总计327个牙根。数据中,括号外数据为总数目,括号内前、后数据分别为非根管治疗、根管治疗数目。

表 8 非根管治疗与根管治疗牙根的纵折方向

Tab 8 Directions of vertical root fractures in non-endodontically treated group and endodontically treated group

牙根纵折方向	非根管治疗	根管治疗
近远中向	8/8.6%	6/6.8%
颊舌向	80/86.0%	74/84.1%
斜向	5/5.4%	8/9.1%
合计	93/100%	88/100%

注:融合根排除在外,总计181个纵折牙根。

非根管治疗与根管治疗牙根折线周围骨吸收情况见表11。统计分析表明,两组间的差异有统计学意义($P<0.001$)。59.0%的非根管治疗根折牙根折线周围有骨吸收,而根管治疗根折牙中91.8%折裂线周围有骨吸收。

3 讨论

本研究回顾性收集了340颗根折后牙(219颗非根管治疗和121颗根管治疗),对这些根折后牙的临床及CBCT特征进行了比较,希望通过其特征

根管治疗牙根纵折牙的折裂方向均以颊舌向为主(86.0%、84.1%)。

不同牙位各牙根的纵折方向见表9。纵折牙根的方向以颊舌向为主(85.1%,154/181),但上颌磨牙腭根纵折方向却以近远中向为主(61.1%,11/18)。纵折腭根的形态多数为近远中径较大的卵圆形扁根(图5)。

非根管治疗与根管治疗牙根横折的发生位置见表10。统计分析表明,非根管治疗与根管治疗横折牙根发生位置的差异无统计学意义($P=0.132$)。65个横折牙根中,45个(69.2%)发生于根颈1/3区,其中根管治疗横折牙根均发生于根颈1/3区。

比较寻找两种类型根折后牙的发生风险因素。

表 9 不同牙位各牙根的纵折方向

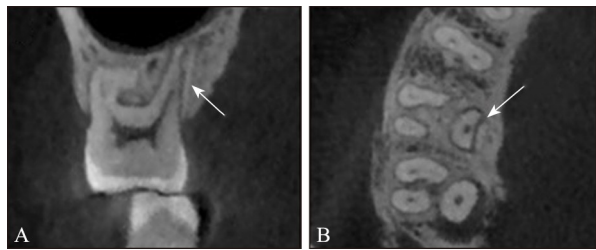
Tab 9 Directions of vertical root fractures in different roots of posterior teeth

牙根	近远中向	颊舌向	斜向	
前磨牙	2 (0/2)	26 (3/23)	1 (0/1)	
上颌磨牙	近颊根	0 (0/0)	18 (7/11)	0 (0/0)
	远颊根	0 (0/0)	0 (0/0)	1 (0/1)
	腭根	11 (8/3)	2 (0/2)	5 (3/2)
下颌磨牙	近中根	1 (0/1)	95 (63/32)	4 (2/2)
	远中根	0 (0/0)	13 (7/6)	2 (0/2)
合计	14 (8/6)	154 (80/74)	13 (5/8)	

注:融合根排除在外,总计181个纵折牙根。数据中,括号外数据为总数目,括号内前、数据分别为非根管治疗、根管治疗数目。

本研究发现,与非根管治疗根折患者相比,根管治疗根折患者年龄偏小,且女性患者相对较多,这与先前的研究^[10-11]结果一致。非根管治疗组中男性患者根折发生率较高,这可能与男性的高咀嚼力及较低的颌骨柔韧性等因素有关^[12-13]。根管治疗组中男性患者根折发生率降低、女性患者发

生率升高，进一步证实了解剖和生物力学因素的影响在减弱，而根管治疗导致的牙齿脆性的增加可能是其风险因素。



A: 冠状面; B: 横断面。箭头示根折处。

图 5 上颌第一磨牙腭根纵折，根折线为近远中向

Fig 5 Vertical root fracture of palatal root of maxillary first molar, the fracture line was in a mesio-distal direction

表 10 非根管治疗与根管治疗牙根横折的发生位置

Tab 10 Location of horizontal root fractures in non-endodontically treated group and endodontically treated group

横折位置	非根管治疗	根管治疗
根颈 1/3 区	37/64.9%	8/100%
根中 1/3 区	14/24.5%	0/0%
根尖 1/3 区	6/10.5%	0/0%
合计	57/100%	8/100%

表 11 非根管治疗与根管治疗牙根折线周围骨吸收情况

Tab 11 Bone loss around fractured roots in nonendodontically treated group and endodontically treated group

根折线周围骨吸收	非根管治疗	根管治疗
骨吸收	134/59.0%	113/91.8%
无明显骨吸收	93/41.0%	10/8.1%
合计	227/100%	123/100%

本研究中，无论是根管治疗还是非根管治疗，下颌磨牙和上颌磨牙都是最常发生根折的牙位。然而，根管治疗牙中上颌和下颌前磨牙的比例明显高于非根管治疗牙。这表明在中国人群中，施加于磨牙上的强大咀嚼力仍是导致牙根折断的主要原因，但承受咀嚼力较小的前磨牙更容易受到根管治疗的影响^[3-4,11,14]。

在本研究中，非根管治疗与根管治疗根折的牙根分布情况有相似处也有不同之处。相似之处在于下颌磨牙近中根均为发生比例最高的牙根。笔者认为这可能与以下因素有关：1) 下颌磨牙承受的咀嚼力较大；2) 下颌磨牙近中根常为双根管扁根，更易发生根折。非根管治疗根折牙中，上

颌磨牙腭根的根折发生率排名第二，可能与上颌磨牙腭根承受的咀嚼力大有关^[4]。根管治疗根折牙中，根折发生率排名第二的则是上颌前磨牙，原因可能为根管治疗影响了牙根的应力分布，导致前磨牙发生根折风险增高^[15]。

在本研究中，根管治疗根折牙有 3/4 为纵折，而非根管治疗根折牙的纵折不到一半，横折和斜折的比例增高。这可能是源自根管治疗对牙本质的影响。牙本质由有机物（主要为胶原蛋白）、相互渗透的无机物和水组成。有机物和水可以增加牙齿的抗性，并吸收应变能，使牙齿变得更坚韧。理论上，根管治疗会消耗牙本质的有机成分和导致牙本质脱水，所以一般来说未进行根管治疗的牙齿会比根管治疗过的牙齿更具柔韧性和韧性^[16]。未进行根管治疗牙根折方向的多变性可能与所承受的复杂多变的咬合力有关^[17]。

本研究表明，与根管治疗根折牙相比，非根管治疗根折牙中上颌磨牙的横折发生率更高。Tsai 等^[7]对 31 例非外伤性后牙横折进行研究，发现多数为上颌磨牙。Wang 等^[18]对 12 例非根管治疗横折的牙齿进行了观察，也有相同的发现，这与本研究结论相一致。其原因可能如下：1) 上颌颊侧牙槽嵴骨质较薄，对患牙的颊腭向移动支持有限，尤其是受到侧向创伤性咬合力时。2) 上颌磨牙的 3 个牙根角度不同，导致力的分解更为复杂。

关于后牙牙根纵折的方向，本研究表明，前磨牙牙根、上颌磨牙近颊根、下颌磨牙近中根和远中根，均以颊舌向纵折最常见，这些牙根的形态多为颊舌径较大的扁根。本研究 11 个非根管治疗上颌磨牙纵折腭根，有 8 个（72.7%）为近远中向纵折，其腭根的形态均为近远中径较大的扁根。这表明纵折的方向可能与扁根的长轴一致。

对于横折的位置，本研究发现非根管治疗牙根颈、根中和根尖三分之一区均有发生，证实了不同咬合力在未进行根管治疗牙根折发生中的影响。根管治疗牙中仅观察到位于根颈 1/3 区的横折，表明根管治疗会降低牙根颈部的抗折能力。

本研究还显示，91.8%的根管治疗根折牙在折裂线周围有骨吸收，59.0%的非根管治疗根折牙在折裂线周围有骨吸收。根据此情况可以认为，骨吸收是诊断根管治疗根折牙的重要间接影像学征象^[9]，但部分非根管治疗根折牙其折裂线周围并无骨吸收，因此对于这类疑似根折牙，即使牙根周围无明显的骨吸收，也可能存在根折。由于根管治疗根折牙根折线周围基本上均存在明显骨吸

收,因此该类型牙根纵裂预后较差^[20],常常只能拔除,而对于根折线周围无明显骨吸收的非根管治疗根折牙是否需要拔除则有待综合评估。

综上,本研究发现非根管治疗根折牙和根管治疗根折牙的CBCT特征存在明显差异,主要表现为根折类型和分布牙位的区别,结果表明非根管治疗牙的根折与牙齿所承受的复杂的咬合力有关,而根管治疗的根折牙特征则具有更高的一致性,常位于扁根且多数为纵折,其发生可能与根管治疗对牙齿的结构改变有关。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Pan X, Tang R, Gao AT, et al. Cross-sectional study of posterior tooth root fractures in 2015 and 2019 in a Chinese population[J]. *Clin Oral Invest*, 2022, 26(10): 6151-6157.
- [2] Yeh CJ. Fatigue root fracture: a spontaneous root fracture in non-endodontically treated teeth[J]. *Br Dent J*, 1997, 182(7): 261-266.
- [3] Versluis A, Messer HH, Pintado MR. Changes in compaction stress distributions in roots resulting from canal preparation[J]. *Int Endod J*, 2006, 39(12): 931-939.
- [4] Mizuhashi F, Ogura I, Sugawara Y, et al. Diagnosis of root fractures using cone-beam computed tomography: difference of vertical and horizontal root fracture[J]. *Oral Radiol*, 2021, 37(2): 305-310.
- [5] Chan CP, Lin CP, Tseng SC, et al. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth: a survey of 315 cases in Chinese patients[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1999, 87(4): 504-507.
- [6] Liao WC, Chen CH, Pan YH, et al. Horizontal root fracture in posterior teeth without dental trauma: a diseased condition with special characteristics[J]. *J Formos Med Assoc*, 2022, 121(9): 1625-1635.
- [7] Tsai YL, Liao WC, Wang CY, et al. Horizontal root fractures in posterior teeth without dental trauma: tooth/root distribution and clinical characteristics[J]. *Int Endod J*, 2017, 50(9): 830-835.
- [8] Liao WC, Chen CH, Pan YH, et al. Vertical root fracture in non-endodontically and endodontically treated teeth: current understanding and future challenge[J]. *J Pers Med*, 2021, 11(12): 1375.
- [9] Sheikhi M, Ghazizadeh M, Aminian M, et al. Accuracy of digital image enhancement in detection of vertical and horizontal root fracture[J]. *Dent Res J*, 2020, 17(4): 266-272.
- [10] Xu HP, Zheng QH, Shao YF, et al. The effects of ageing on the biomechanical properties of root dentine and fracture[J]. *J Dent*, 2014, 42(3): 305-311.
- [11] Liao WC, Tsai YL, Wang CY, et al. Clinical and radiographic characteristics of vertical root fractures in endodontically and nonendodontically treated teeth[J]. *J Endod*, 2017, 43(5): 687-693.
- [12] Lim MJ, Kim JA, Choi Y, et al. Differentiating spontaneous vertical root fracture in endodontically treated tooth [J]. *Eur J Dent*, 2017, 11(1): 122-125.
- [13] Wang P, Su LY. Clinical observation in 2 representative cases of vertical root fracture in nonendodontically treated teeth[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009, 107(4): e39-e42.
- [14] Tamse A, Fuss Z, Lustig J, et al. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth[J]. *J Endod*, 1999, 25(7): 506-508.
- [15] Tsesis I, Rosen E, Tamse A, et al. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review[J]. *J Endod*, 2010, 36(9): 1455-1458.
- [16] Patel S, Bhuva B, Bose R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth[J]. *Int Endod J*, 2022, 55(S3): 804-826.
- [17] Zhou YF, Hu ZY, Hu YN, et al. Patterns of stress distribution of endodontically treated molar under different types of loading using finite element models: the exploring of mechanism of vertical root fracture[J]. *J Mech Behav Biomed Mater*, 2023, 144: 105947.
- [18] Wang P, Lv H, Sun HT, et al. Horizontal root fractures in posterior teeth: a case series[J]. *Dent Traumatol*, 2011, 27(2): 152-155.
- [19] Zhang L, Wang TM, Cao Y, et al. *In vivo* detection of subtle vertical root fracture in endodontically treated teeth by cone-beam computed tomography[J]. *J Endod*, 2019, 45(7): 856-862.
- [20] Ku HM, Oh YR, Lee ES, et al. Using autofluorescence to detect bacterial contamination in root fractures[J]. *J Dent*, 2019, 86: 27-32.

(本文编辑 李彩)