

根尖工作宽度的研究进展

罗玉综述 杨健审校

(南昌大学附属口腔医院牙体牙髓病科 南昌 330006)

[摘要] 根管预备是根管治疗的关键步骤,精确测量根管根尖部初始宽度和确定根尖预备的终末工作宽度是高质量的根管预备必不可少的条件。恰当的根尖预备宽度应在尽可能保存牙体组织的前提下,彻底去除根管内的感染物质,达到根管最佳的清理和成形效果。本文对根尖预备工作宽度的观念、技术及存在的争议等作一综述。

[关键词] 工作宽度; 根尖预备; 根管治疗

[中图分类号] R 781.33 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1673-5749.2012.06.035

Research progress on apical working width Luo Yu, Yang Jian. (Dept. of Conservative Dentistry and Endodontics, Affiliated Stomatological Hospital, Nanchang University, Nanchang 330006, China)

[Abstract] Root canal preparation is a critical procedure of root canal therapy, and it's essential for high quality preparation to accurately measure the initial working width and determine the final working width of the apical portion of the root canal. An adequate working width should eradicate intracanal infection thoroughly and achieve the best effect of root canal cleaning and shaping under the premise of saving tooth structure as far as possible. In this paper, the concepts, techniques and controversies of working width of apical preparation were reviewed.

[Key words] working width; apical preparation; root canal therapy

根管治疗术是目前治疗牙髓病和根尖周病最有效的方法,其原理是通过机械预备和化学冲洗彻底去除根管内感染,成形并严密充填根管,杜绝再感染,以促进根尖周病变的愈合或防止发生根尖周病变。根管预备是根管治疗的关键步骤,尤其是根尖 1/3 部的预备。

宾夕法尼亚大学的Jou等^[1]提出了工作宽度的概念,工作宽度是指根管从根管冠部至根尖狭窄的水平向最大径和最小径,包括初始工作宽度和终末工作宽度。根尖预备的终末工作宽度则是指根管根尖部应该被扩大的程度,即根管预备终止点的宽度^[2]。从生物学角度来讲,恰当的根管预备宽度应在尽可能保存牙体组织的前提下,达到根管最佳的清理和成形效果。

在根管预备过程中,临床医生需确定 3 个关键参数:工作长度、锥度和宽度^[1]。借助现代电子根尖定位仪,根管预备至工作长度已被广泛接受。然而,根尖工作宽度因缺乏科学根据,仍然存在

争议^[3]。许多研究表明较大的根尖预备可促进感染牙本质的清除和根尖区冲洗液的渗入,有效减少根管内细菌,形成清洁根管,提高根管治疗的成功率。然而,过度预备可能会导致较多的操作失误或削弱根管。本文对根尖预备工作宽度的观念、技术及存在的争议等作一综述。

1 工作宽度的生物学基础

1.1 根尖孔的大小

Morfis等^[4]研究了不同牙的根尖孔大小,结果显示上颌切牙根尖孔平均直径为 289.4 μm 、下颌切牙为 262.5 μm 、上颌前磨牙为 210.0 μm 、下颌前磨牙为 368.3 μm 、上颌磨牙腭根为 298.0 μm 、近中根为 235.1 μm 、远中根为 232.2 μm 、下颌磨牙近中根为 257.5 μm 、远中根为 392.0 μm 。其中,下颌磨牙远中根的根尖孔最大。根尖孔的大小常存在增龄性变化,并与根尖周病变存在与否有关。根尖区牙骨质的沉积随年龄的增大而逐渐增加,根尖孔的直径则会减小。当根尖周存在炎症时,根尖区牙骨质、牙本质常出现炎性吸收破坏,会导致根尖孔的增大。

1.2 根尖孔的形态

根尖孔的形态变异较大,根据根尖横断面形

[收稿日期] 2012-04-12; [修回日期] 2012-08-06

[基金项目] 江西省教育厅科学技术研究基金资助项目(GJJ11342)

[作者简介] 罗玉(1986—),女,江西人,住院医师,硕士

[通讯作者] 杨健, Tel: 0791-86361127

态可分类如下^[1]。1)圆形：断面上根管的最大径与最小径相等；2)椭圆形：断面上根管形态呈椭圆形，最大径与最小径之比小于2；3)长椭圆形：断面上根管形态呈椭圆形，最大径与最小径之比介于2和4之间；4)扁形：断面上根管形态呈椭圆形，最大径与最小径之比大于4；5)不规则形：断面上根管形态不规则，不能用上述形态来描述。但是总的来说，根尖孔形态普遍为椭圆形^[5]。椭圆形根管颊舌向长径不能通过X线片检测到，并且根管切削器械的横断面多为圆形，可遗留颊舌向未预备的区域或导致近远中向的穿孔^[6]。在预备椭圆形、长椭圆形或扁根管时，工作宽度的概念起到了关键作用，它警示操作者根管是一个三维形态，存在根管预备不彻底的可能性。

1.3 根尖解剖结构的复杂性

根管系统的解剖结构非常复杂，存在根管侧支、副根管、根管峡部和根尖三角区等解剖变异。Weng等^[7]的研究显示：上颌各组牙中根尖三角区的发生率为12.2%~83.3%，以上颌第二磨牙的近颊根管和第三磨牙的远颊根管最多见；根管侧支多数分布在根尖1/3，发生率为13.7%~68.8%，以上颌第二前磨牙最多见。根尖解剖结构的复杂性对清理和封闭这些通道提出了挑战。目前的机械预备和化学冲洗很难将根管系统复杂区域的感染微生物彻底清除，所以，寻找有效的根管清理和成形的的方法成为了研究的重点。

2 确定工作宽度

工作宽度需要确定2个指标：1)初始工作宽度，临床上通过初尖锉号数指示根尖狭窄的大小，确定根管壁的切削基线；2)终末预备宽度，目的是有效去除根尖区牙本质壁上的感染。

2.1 测量根管根尖部的初始工作宽度

常规开髓并扩大根管冠部。用小号测量器械轻轻插入根管内至工作长度，逐号增大器械，将到达工作长度并与根管壁有摩擦感的第一根器械确定为初尖锉。

不同种类的根管锉和冠方预展会影响根尖狭窄直径的测量。有研究^[8-9]显示无锥度的Lightspeed器械测得初尖锉的号数约较K锉大2号，Lightspeed器械测得的初尖锉号数能更精确地反映根尖狭窄的直径。根管冠方预展有利于清除根管内容物，并且可减少不必要的锉与根管壁上段的接触，改善操作者的手感。Tennert等^[10]的研究显

示根管冠部的预扩展可防止对根尖狭窄直径的过低估计，并且使用大锥度的器械进行预展可更精确地测量根尖直径。RaCe器械扩大根管冠部后测得的初尖锉直径与实际根尖部根管直径的差值最小，其次是ProTaper和FlexMaster器械。

2.2 确定根尖预备的终末工作宽度

目前，对理想根尖预备的终末工作宽度仍然存在争议，主要有2种观点。一种观点是彻底清除感染牙本质，形成较大的根尖预备；另一种观点是保持较小的根尖直径。许多教科书和学者对根尖预备的工作宽度也提出了不同的推荐标准。普遍应用的根尖预备标准为预备到比初尖锉大3号。一些学者主张最小化的根尖预备，他们认为扩大根尖部可能会形成台阶、穿孔、根尖偏移或根尖敞开等；但另一些学者^[11]认为，细小根管至少需预备到35号、0.04锥度，粗大根管则至少需预备到50号、0.04锥度。

Weiger等^[12]等的研究显示，根尖预备至初尖锉直径+0.60 mm，98%的病例可实现圆形根尖预备。磨牙的腭根管/远中根管预备至初尖锉直径+0.40 mm，78%的根管壁可完全预备；磨牙的近颊根管/远颊根管/近舌根管预备至初尖锉直径+0.30 mm，72%的根管壁可完全预备。Hecker等^[13]研究显示，双根管的上颌前磨牙和下颌前磨牙根尖预备至初尖锉直径+0.3 mm，71%~75%的根管壁可完全预备；而预备至初尖锉直径+0.4 mm，可达到81%~96%。单根管的上颌前磨牙根尖预备至初尖锉直径+0.3 mm，仅37%的根管壁可完全预备；而预备至初尖锉直径+0.4 mm可达到63%。他们认为单根管的前磨牙应预备至60~70号，双根管的前磨牙应预备至40~50号。

3 根管预备机械清创存在的盲点

3.1 器械切削部位的不确定性

传统的根管预备理论认为，将根尖孔处根管直径扩大3个标准器械号可在根尖形成根管充填挡，同时去除严重感染的根管壁牙本质。该理论的前提是根管尖部横断面为正圆形，能使用初尖锉准确测量根尖孔的直径，并保证根管壁都能被均匀切削扩大。

Wu等^[14]发现根尖部根管横截面形态多为扁形或不规则形，约75%的用于测量根尖孔大小的初尖锉只接触一侧的根管壁，而不是与整个根管壁紧密接触，另外25%的锉尖完全没有与根管壁接

触。在 90% 的根管中，初尖锉的直径小于根管的短径，初尖锉不能精确地反映根尖狭窄的直径。此外，Paqué 等^[15]发现上颌磨牙的初尖锉与根尖部根管的适合性较差，在距根尖 1 mm 处的横截面上，初尖锉所占根管面积低于 40%。韩怡等^[16]发现初尖锉尖端直径比距根尖孔 1 mm 处根管最小径稍小，比最大径平均小 3 个锉号。因此，根管预备至较初尖锉大 3 个号不能保证去除所有区域根管壁内层的牙本质。用初尖锉来测量根尖部根管直径和指导根尖扩大也是不可靠的。导致这种不精确性的因素可能包括根管的形态、长度、锥度、弯曲度、内容物、根管壁的不规则和使用的器械等^[1]。

理论上，要产生最佳的根尖预备，就要求器械与根管壁的每个部分都接触，器械直径应等于或大于根尖部根管的直径。但由于有些牙根的外直径比根管内直径小，获得圆形根尖预备会导致穿孔。

3.2 根管感染的特点

细菌可侵入牙本质小管的不同深度，如细菌侵入较深，通过机械预备和冲洗将其清除较困难。Love^[17]研究了细菌侵入牙本质小管内的不同区域，结果发现在颈部和根中部细菌侵入较深，可达牙本质小管内 200 μm；在根尖部细菌侵入较浅，达牙本质小管内 60 μm。然而，Peters 等^[18]的研究显示在大多数根尖周炎患牙的根管内，细菌可侵入到牙本质小管深层，有些甚至可深达牙骨质层。Kakoli 等^[19]的研究表明细菌侵入年轻和成熟牙本质小管的深度分别为 420 μm 和 360 μm。感染根管内细菌以细菌生物膜的形式附着在根管壁表面、侧支根管或根管峡部^[20]。根管内的生物膜不易被化学机械预备方法所去除，可能成为慢性持续性感染的根源，与临床上根管治疗成败的关系密切。

如暂且不考虑初尖锉对根尖的适合性，用大于初尖锉 3 个号的主尖锉推算应切除根管壁厚 150 μm，但未能达到去除大于 200 μm 厚度感染牙本质的目的。另外，因切削器械无法进入侧、副根管、根管峡部和根尖三角区，易导致根管特定部位的感染滞留。因此，只有将根管预备至较宽时，才能去除根管壁内层重度感染的牙本质。

4 根尖预备终末宽度对根管清创及根尖冲洗效果的影响

在根管清理和成形过程中，扩大根尖部可有

效地清除根管内细菌和牙本质碎屑。根尖预备大于 40 号可有效地清理根管根尖 1/3 段，但目前仍没有方法能完全彻底地清理根尖部的根管。Card 等^[21]用镍钛器械预备上颌磨牙近中根至 60 号、上颌尖牙/前磨牙至 80 号，1%NaClO 冲洗后，获得无菌根管的比例分别为 89%、100%。Usman 等^[22]的研究显示，大号锉(40号)比小号锉能更好地清理根管根尖 1/3，根尖 1/3 的清洁度主要通过器械大小和根管长度来预测。Garcez 等^[23]用实时生物发光成像法检测机械化学预备过程中细菌减少的情况，结果发现根管预备至 40 号与较小号相比，根管内细菌显著减少。然而，Chuste-Guillot 等^[24]发现增加根尖预备宽度不能显著地提高感染牙本质的清除。

根管系统内可能存在根管峡部、分叉或分歧等，单靠根管器械机械预备不可能清理这些区域，化学冲洗是根管清理中必不可少的重要手段。根管预备至较大号时，冲洗针和冲洗液易到达根管根尖部，可提高冲洗效果，进一步减少根管内碎屑和细菌。Khademi 等^[25]指出冲洗液渗透至根尖 1/3 所需的最小号器械为 30 号。根尖预备大小影响冲洗液的更换，根管预备大于 25 号可改善注射器的冲洗效果，冲洗针与根管壁间的空间可确保冲洗液向根管口有效回流^[26]。Huang 等^[27]的研究表明较大的根尖预备可增加对残余细菌的清除，提高冲洗效果。Brunson 等^[28]的研究发现根尖预备大小和锥度的增加可导致冲洗液量的显著增加；根尖部根管预备至 40 号、0.04 锥度，可保存牙体结构，并使根尖 1/3 冲洗液量最大化。

5 过度根尖预备对牙根结构完整性的影响

机械预备会造成一部分牙体组织的丧失，根尖扩大可能会破坏牙根结构的完整性。随着根管预备器械号数的增加，根尖或根管壁穿孔的风险也逐渐增加；而且根尖扩大会减少剩余牙本质的厚度、削弱牙根，从而导致根管治疗后的牙齿易于根折^[29]。然而，较大的根尖预备是否会增加牙根折裂发生的可能性存在争议。Zuckerman 等^[30]研究了 Lightspeed 旋转器械和 GG 钻预备下颌磨牙近中根的剩余牙本质厚度，结果发现根管预备至 Lightspeed 50 号，根管直径不超过牙根直径的 1/3，不会显著减少剩余牙本质的厚度。Weller 等^[31]的研究显示：镍钛旋转器械预备根管至较大号时，根尖部剩余牙本质厚度无明显减少。Ver-

sluis等^[32]对下颌侧切牙的三维有限元应力分析结果显示：根管横截面预备为规则的圆形有利于根管内壁残余应力的均匀分布。镍钛器械具有良好的切削性能及根管成形能力，能够有效地消除根管内壁上不规则的结构，形成光滑、连续的圆形根管，最大限度地减少根管壁上的应力集中区，从而降低根管治疗后根折的发生率^[33]。

除了可能对牙体结构的完整性有一定危害之外，根尖扩大还对后续的牙髓治疗步骤存在潜在的不利影响^[34]。根尖预备至较大锉号，根管充填时更难以控制充填材料。如果根尖孔被破坏，则存在超充的高风险，会降低根管治疗的成功率。一旦根管治疗失败，再治疗就更加困难了。

6 结束语

在牙髓学领域，根管预备的重要性已经确定，但关于根管应预备到什么程度，根尖区扩大至多大才足够仍存在争议。在理想情况下，根管预备过程中所使用的器械和方法应总是符合并维持根管的原始形态，使清理效果最大化，削弱牙体结构最小化，以获得最佳的结果。在临床实际操作中，应做到尽量清创，适当成形，最大保存，并找到三者在一颗患牙中的个性化最佳平衡点。精确测量根管初始宽度和确定根尖预备的终末工作宽度有利于根管系统的彻底清理，正确理解工作宽度的观念和技术可为患者提供高质量的根管治疗。

7 参考文献

[1] Jou YT, Karabucak B, Levin J, et al. Endodontic working width : Current concepts and techniques[J]. Dent Clin North Am, 2004, 48(1) :323-335.

[2] 范兵, 边专, 樊明文. 牙体牙髓临床治疗 . 根管预备的工作长度、宽度和锥度[J]. 中华口腔医学杂志, 2006, 41(3) :184-187.

[3] Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment : A review of the literature[J]. J Endod, 2005, 31(5) :333-340.

[4] Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, et al. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1994, 77(2) :172-176.

[5] Arora S, Tewari S. The morphology of the apical foramen in posterior teeth in a North Indian population[J]. Int Endod J, 2009, 42(10) :930-939.

[6] Iqbal MK, Ku J. Instrumentation and obturation of the apical third of root canals : Addressing the forgotten di-

mension[J]. Compend Contin Educ Dent, 2007, 28(6) : 314-321, 332.

[7] Weng XL, Yu SB, Zhao SL, et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area : A new modified root canal staining technique[J]. J Endod, 2009, 35(5) :651-656.

[8] Darda S, Manwar N, Chandak M, et al. An *in vivo* evaluation of two types of files used to accurately determine the diameter of the apical constriction of a root canal : An *in vivo* study[J]. J Contemp Dent Pract, 2009, 10(4) :43-50.

[9] Kfir A, Rosenberg E, Fuss Z. Comparison *in vivo* of the first tapered and nontapered instruments that bind at the apical constriction[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006, 102(3) :395-398.

[10] Tennert C, Herbert J, Altenburger MJ, et al. The effect of cervical preflaring using different rotary nickel-titanium systems on the accuracy of apical file size determination [J]. J Endod, 2010, 36(10) :1669-1672.

[11] Trope M, Debelian G. Microbial control : The first stage of root canal treatment[J]. Gen Dent, 2009, 57(6) :580-588.

[12] Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, et al. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006, 102(5) :686-691.

[13] Hecker H, Bartha T, Löst C, et al. Determining the apical preparation size in premolars : Part [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010, 110(1) :118-124.

[14] Wu MK, Barkis D, Roris A, et al. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region[J]. Int Endod J, 2002, 35(3) :264-267.

[15] Paqu  F, Zehnder M, Marending M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography[J]. Int Endod J, 2010, 43(4) :328-335.

[16] 韩怡, 岳林, 张杰. 第一恒磨牙根尖孔解剖及其与初锉的关系[J]. 现代口腔医学杂志, 2007, 21(4) :363-365.

[17] Love RM. Regional variation in root dentinal tubule infection by *Streptococcus gordonii*[J]. J Endod, 1996, 22(6) :290-293.

[18] Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, et al. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis[J]. J Endod, 2001, 27(2) :76-81.

[19] Kakoli P, Nandakumar R, Romberg E, et al. The effect of age on bacterial penetration of radicular dentin[J]. J Endod, 2009, 35(1) :78-81.

[20] Ricucci D, Siqueira JF Jr. Biofilms and apical periodontitis : Study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings[J]. J Endod, 2010, 36(8) : 1277-1288.

you 有机硫磷化合物 5-689
有限元分析 2-177, 230, 5-565

yu 语音训练 1-1
语音质量 1-1

Z

zao 早期诊断 5-668

zhen 诊断, 口腔 2-152, 202
诊断技术和方法 1-52, 5-671

zheng 正畸 5-653
正畸保持器 1-20
正畸矫正器 5-564, 6-800, 823
正畸金属丝 2-233, 273
正畸学 2-177, 273, 4-439, 5-593, 624, 661, 646
正畸学, 矫正 1-20, 2-187, 3-290, 384, 4-482, 533, 6-725, 729, 789, 800

zhi 脂肪组织 1-128
直接观察疗法-方法 2-153
治疗, 临床研究性 1-113, 2-149, 4-432, 5-586
治疗学 2-172, 5-639

-分类 5-561
治疗应用 1-69, 5-561, 646, 657, 686, 6-796
致龋物 6-741, 777, 785

zhong 肿瘤 1-93, 4-479
肿瘤干细胞 5-604, 6-745
肿瘤治疗方案 6-774
肿瘤转移 6-774

zhu 注射, 关节内 5-686

zhuan 转化生长因子 β 3-380
RNA 转运 3-394

zhuang 桩核技术 3-294, 4-554, 5-575

zi 自身免疫 2-217

zu 组织蛋白酶类 6-793
-拮抗剂和抑制剂 3-324
组织多肽抗原 1-93
组织工程 1-59, 3-408, 4-476, 519
组织固定 4-540
组织培养技术 1-59
组织提取物 1-52
组织学-发展趋势 2-277

(上接第 837 页)

[21] Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, et al. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intra-canal bacteria[J]. J Endod, 2002, 28(11) :779-783.

[22] Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement[J]. J Endod, 2004, 30(2) :110-112.

[23] Garcez AS, Nunez SC, Lage-Marques JL, et al. Photonic real-time monitoring of bacterial reduction in root canals by genetically engineered bacteria after chemomechanical endodontic therapy[J]. Braz Dent J, 2007, 18(3) :202-207.

[24] Chuste-Guillot MP, Badet C, Peli JF, et al. Effect of three nickel-titanium rotary file techniques on infected root dentin reduction[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2006, 102(2) :254-258.

[25] Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems[J]. J Endod, 2006, 32(5) :417-420.

[26] Boutsioukis C, Gogos C, Verhaagen B, et al. The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model[J]. Int Endod J, 2010, 43(10) :874-881.

[27] Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film *ex-vivo* model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation [J]. Int Endod J, 2008, 41(1) :60-71.

[28] Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, et al. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system[J]. J Endod, 2010, 36(4) :721-724.

[29] Mohammadi Z. Chemomechanical strategies to manage endodontic infections[J]. Dent Today, 2010, 29(2) :91-92, 94, 96, 99.

[30] Zuckerman O, Katz A, Pilo R, et al. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2003, 96(3) :351-355.

[31] Weller PJ, Svec TA, Powers JM, et al. Remaining dentin thickness in the apical 4 mm following four cleaning and shaping techniques[J]. J Endod, 2005, 31(6) :464-467.

[32] 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.

[33] 马宏伟, 王青. 根管治疗与牙根应力分布改变及根折的关系[J]. 北京口腔医学, 2009, 17(5) :299-300.

[34] Figdor D, Sundqvist G. A big role for the very small—understanding the endodontic microbial flora [J]. Aust Dent J, 2007, 52(1 Suppl) :S38-S51.

(本文编辑 王姝)