

团 体 标 准

T/CHSA 090—2024

年轻恒牙根尖诱导成形术操作专家共识

Expert consensus on apexification for immature permanent teeth

2024-11-29 发布

2024-12-29 实施

中华口腔医学会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华口腔医学会儿童口腔医学专业委员会提出。

本文件由中华口腔医学会归口。

本文件起草单位：中山大学附属口腔医院、北京大学口腔医院、四川大学华西口腔医院、上海交通大学医学院附属第九人民医院、空军军医大学第三附属医院、武汉大学口腔医院、同济大学附属口腔医院、哈尔滨医科大学口腔医院、吉林大学口腔医院、南京医科大学附属口腔医院、首都医科大学附属北京口腔医院。

本文件主要起草人：赵玮、林家成、卢佳璇、陆慧、李佩、秦满、邹静、汪俊、王小竞、宋光泰、赵玉梅、刘英群、黄洋、梅予锋、尚佳健。

引 言

年轻恒牙牙髓根尖周病是临床常见口腔感染性疾病。年轻恒牙牙根发育不完全，根尖呈开放状态，根尖孔未闭合，当发生牙髓严重病变或根尖周感染时，开放的根尖无法形成有效的封闭，传统的根管治疗效果不佳，因此治疗时应首先形成根尖封闭区。根尖诱导成形术可通过控制根尖炎症、促进根尖周硬组织形成，使牙根继续发育或根尖孔缩小、闭合。现阶段，我国年轻恒牙牙髓根尖周病的诊疗水平参差不齐，根尖诱导成形术的临床操作标准不一。针对这些问题，中华口腔医学会儿童口腔医学专业委员会组织专家对此进行专题讨论，同时参考和借鉴国内外近年来对年轻恒牙牙髓根尖周病的研究成果与诊治经验，最终制定本文件，供临床医师参考。

年轻恒牙根尖诱导成形术操作专家共识

1 范围

本文件给出了年轻恒牙根尖诱导成形术临床操作过程的指导意见。

本文件适用于龋病、外伤及牙齿发育异常等因素引起的年轻恒牙牙髓坏死或根尖周疾病的诊疗。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

年轻恒牙 young permanent teeth

在儿童、青少年时期，牙齿已萌出，在形态和结构上尚未完全形成和成熟的恒牙。

3.2

根尖诱导成形术 apexification

牙根未完全形成之前发生牙髓严重病变或根尖周炎症的年轻恒牙，在控制感染的基础上，用药物及手术方法保存根尖部的牙髓或使根尖周组织沉积硬组织，促使牙根继续发育和根尖形成的治疗方法^[1,2]。

4 适应证和禁忌证

适应证：牙髓病变已波及根髓而不能保留根髓的年轻恒牙；牙髓全部坏死或并发根尖周炎症的年轻恒牙^[2,3]。

禁忌证：对根尖诱导药物过敏的患者。

5 治疗前准备

5.1 病史采集

重点询问患牙疼痛史及软组织肿胀史。若为外伤牙，应注意询问外伤发生时间及就诊处置情况。通常情况下，有自发痛史表明牙髓已有炎症，甚至是牙髓坏死。软组织肿胀或窦道史提示牙髓感染已累及根尖周和/或根分歧组织。

5.2 临床检查

5.2.1 软组织检查

牙龈出现肿胀或者窦道是诊断年轻恒牙牙根周围组织存在炎症的可靠指标，但应注意与牙周或牙龈脓肿相鉴别。

5.2.2 叩诊和松动度检查

叩诊检查时，顺序应由健康牙至可疑患牙，力度以不引起正常牙齿疼痛为宜，避免引起患儿明显不适，使其配合度降低，影响后续治疗。由于年轻恒牙根尖未发育完全，有一定的生理动度，且存在个体差异，在检查时应与健康同名牙比较，鉴别正常生理动度和病理性松动。

5.2.3 牙髓活力检查

年轻恒牙牙根未发育完全，牙髓电活力测试准确性较低，温度测试结果可提供一定参考^[4]，但应注意鉴别外伤致牙髓休克等原因造成的假阴性和因患儿紧张等造成的假阳性。激光多普勒血流仪可辅助牙髓组织血流量的检测，对牙髓状态有一定提示作用^[5]。

5.3 影像学检查

术前需拍摄高质量的根尖片以了解患牙根尖周病变范围和牙根发育情况，建议拍摄平行投照根尖片。年轻恒牙根尖部有骨密度稀疏区域，为根尖牙乳头的部位，外围包绕连续致密骨硬板，应注意与根尖周病变区别，以免误诊。此外，脱位性牙外伤后可能发生暂时的根尖周组织破坏^[6]，需予以鉴别。

对于复杂病变，在平衡诊断价值与辐射摄入风险后，可选择性使用CBCT检查^[7]。

5.4 诊断

根据患者疼痛史、临床检查（牙齿叩痛、异常松动、牙龈肿胀或牙髓活力异常）和影像学检查，或结合根管探查，判断牙髓病变已波及全根髓，患牙为以下诊断时可行根尖诱导成形术：

- a) 牙髓坏死；
- b) 不可复性牙髓炎；
- c) 急性根尖周炎；
- d) 慢性根尖周炎。

5.5 知情同意

由于患牙在治疗前的牙根发育状态和炎症程度不一，行根尖诱导成形术后并非所有病例的牙根均可发育成正常形态。应用根尖诱导成形术治疗患牙，可能出现根尖周炎症未彻底消除、长期根尖未封闭或钙化组织未形成等不良预后，以及患牙因牙根内外严重吸收而需拔除等情况。治疗前需向患儿及监护人提示相关风险，充分告知诊断、治疗计划、有无备选方案、疗程、费用、并发症（如疼痛、肿胀、牙体变色、牙折裂、牙根吸收等）和后续牙体修复需要等，签署知情同意书。

6 治疗通用技术

6.1 麻醉方式的选择

由于年轻恒牙根尖孔未完全封闭，并且根尖区可存在部分活髓组织，且多根牙可存在某一牙根或几个牙根牙髓坏死而其他根管内为活髓或残留活髓的情况，因此在清理炎症组织时可能引起患儿疼痛不适，应注意操作中对患儿疼痛的控制。由于儿童对疼痛耐受力较差，为减少疼痛对后续治疗的不良影响，可对患牙行局部麻醉。儿童常用的口腔局麻药包括酰胺类药物，如利多卡因、阿替卡因、甲哌卡因等，使用前应向监护人询问患儿的既往史和过敏史。

根尖诱导成形术操作过程中，常用的局部麻醉方式包括：局部浸润麻醉、传导阻滞麻醉和牙周膜注射麻醉等，髓腔内注射麻醉需要慎重选用。儿童上下颌骨骨质较疏松，使用局部浸润麻醉效果较好，且较传导阻滞麻醉更安全。麻药注射宜采用慢、稳、轻的方法，亦可使用计算机控制下的局部麻醉注射系统（computer-controlled local anesthesia delivery, C-CLAD）以减轻注射中压力过大引起的疼痛^[8]。对儿童使用口腔局部麻醉时，需要根据治疗情况合理控制麻醉的有效范围和持续时间，以减少麻醉后患儿软组织咬伤的风险，并完善术后医嘱。

6.2 术区隔离方法

常用的术区隔离方法包括橡皮障隔离术和棉卷隔湿法。

推荐优先使用橡皮障隔离术。橡皮障安置方法主要分为橡皮布优先法和布-橡皮障夹整体法。由于患儿张口度较小和张口时间短等特点，推荐采用后者以减少在患儿口内的操作时间。为避免操作过程中橡皮障夹滑脱造成误吞误吸，可在橡皮障夹安置牙线牵引^[9]。牙齿萌出不足或位置不正而无法安放橡皮障夹者，可不使用橡皮障夹，而改用橡皮障楔线。牙齿缺损过大而无法安放橡皮障夹者可通过制备假壁后再行橡皮障隔离术。不适用橡皮障的情况为：患有上呼吸道感染、鼻道狭窄或鼻部阻塞严重影响鼻呼吸者和乳胶过敏者^[10]。

在无法使用橡皮障隔离术时，推荐使用“四手操作”下棉卷隔湿法以保持术区干燥。放置棉卷时动作轻柔，避免引起患儿恶心呕吐，预防棉卷误吞误吸。

6.3 显微镜辅助操作技术

在具备显微镜和相应操作技术的情况下，建议在牙科显微镜下行年轻恒牙根尖诱导成形术。牙科显微镜能将根管系统放大，使术者更好地看清根管内部结构，便于清理根管内炎症组织，确认根尖孔位置，并将诱导药物或材料准确输送到预期区域。

7 根尖诱导成形术的临床操作流程

7.1 开髓、根管预备与消毒

7.1.1 开髓

建议在橡皮障下常规开髓。开髓的位置和大小应使根管器械能循直线方向进入。

7.1.2 确定工作长度

年轻恒牙不适合使用目前常用的电子根尖定位仪测量根管工作长度，因此根管预备前，需参照术前X线片，结合根管探查估测根管工作长度，避免将根管器械超出根尖孔。如存留部分生活牙髓，建议在局部麻醉下进行操作。

7.1.3 根管预备与消毒

与发育完成的恒牙不同，年轻恒牙根管粗大、根管壁薄、根尖孔未封闭，根管预备主要采用化学方法去除根管内感染物质，避免过度机械预备切削根管内壁牙本质。根尖部的牙髓、牙乳头、上皮根鞘是根尖诱导形成的组织基础^[11]，操作时应尽量保护根尖部残存的生活牙髓及牙乳头等组织。建议使用新鲜配制的1.5%~3%次氯酸钠溶液+17%EDTA溶液反复交替冲洗，彻底去除根管内的感染组织^[12]。根据医疗条件，亦可选用1.5%~3%次氯酸钠溶液+生理盐水、3%过氧化氢溶液+生理盐水或2%氯己定反复交替冲洗^[13,14]。冲洗时注意不要加压，以免将感染物质推出根尖。超声配合根管消毒溶液荡洗可获得良好的清洁效果^[15]。

7.1.4 根管封药

干燥根管，封入消毒力强、刺激性小的药物如氢氧化钙制剂、抗生素糊剂等，严密封闭窝洞。根管封药时间为2~4周，直至患牙无症状、根管无渗出。对于急性根尖周炎的患牙，如渗出严重，可建立有效的引流，开放1 d~2 d^[16]，待渗出控制后暂封。若患者伴有间隙感染，则需要全身抗炎治疗并适当延长开放时间，待患牙叩痛减轻、松动度减小，以及牙龈肿胀减轻后再行封药，感染严重时可视情况换药。

7.2 根尖诱导成形术的药物选择与应用

7.2.1 根尖诱导药物的选择

根尖诱导剂的作用是控制根管内感染，消除根尖周组织炎症，恢复并促进根尖端牙髓、牙乳头的修复功能，从而达到使根尖继续发育或根端封闭的目的。氢氧化钙类制剂是目前根尖诱导的首选药物^[17]，现临床上多使用氢氧化钙碘仿糊剂^[18,19]。

7.2.2 根尖诱导药物的导入

根管封药后直至患牙无临床症状，清理根管时，根管内无明显渗出，即可开始放置根尖诱导药物。去除患牙冠方暂封物和根管内封药，再次进行根管冲洗。干燥根管后，将具有诱导根尖封闭作用的药物，按X线片和根管探查确定的根管工作长度导入至根尖，使诱导药物充满根管腔并接触根尖部组织，同时拍摄X线片，以确定诱导药物的充填情况。

7.3 冠方封闭

根管内放置根尖诱导药物后,使用玻璃离子水门汀或树脂材料严密充填窝洞以防止微渗漏。若牙齿缺损过大,同时需维持牙齿近远中向和垂直向的间隙,可选择应用过渡性修复(如玻璃离子水门汀、复合树脂、预成冠等^[20])。

7.4 定期检查

进行根尖诱导成形术治疗的患牙,每3~6个月进行一次复查^[21],直至根尖形成或根端封闭(6~24个月)^[22]。复查时,观察有无临床症状,如疼痛、肿胀、窦道形成及牙齿异常松动等;拍摄X线片,观察牙根继续发育、根尖周炎症控制和病变愈合情况,判断是否需要更换根管内药物。当X线片提示根尖周病变没有明显好转或者有扩大趋势,根管内药物不密实、不完整或出现明显吸收时,应及时更换根管内药物;若牙根继续发育,药物无明显吸收,可继续观察直至根尖封闭。

7.5 永久性根管充填

当根尖诱导成形术完成后,行永久性根管充填,并定期随访观察。

永久性根管充填的指征为^[3]:

- a) 无临床症状,包括患牙无明显松动、牙龈窦道闭合、根管内无渗出;
- b) X线片显示根尖周病变愈合,根尖闭合或根尖区钙化屏障形成;
- c) 根管内探查根尖端有钙化物沉积。

7.6 患牙修复

基于对根管治疗后薄弱牙体的保护和冠部的严密封闭,可选择性地对患牙进行过渡性修复以及择期的永久修复^[20,23]。

7.7 注意事项

根尖诱导成形术应遵循根管治疗术的基本原则,在根管预备、根管消毒和根管充填的过程中强调根管消毒并增加药物诱导环节。临床操作要点和注意事项有^[3]:

- a) 根尖诱导成形术治疗周期长、预后复杂多变,需告知患儿家长并签署知情同意书;
- b) 年轻恒牙根管壁薄,应尽量减少机械预备,而主要通过化学方法清除根管内感染物质;
- c) 正确把握工作长度,避免操作中损伤牙乳头及根尖周组织等;
- d) 掌握根管充填时机,通常在X线片显示根尖周病变愈合、牙根继续发育并形成根尖屏障,或根管内探查根尖端有钙化物沉积时为宜。

8 根尖诱导成形术牙根继续发育类型和疗效评价标准

8.1 牙根继续发育类型

1966年Frank使用传统氢氧化钙糊剂作为诱导药物观察牙根继续发育类型,将年轻恒牙根尖诱导成形术治疗后的牙根发育状况分为4型^[2,3]:

- a) 根尖继续发育、管腔缩小,根尖封闭;
- b) 根管腔无变化,根尖封闭;
- c) X线片未显示牙根发育,根管内探测有阻力,说明根尖处有钙化屏障;
- d) X线片见根端1/3处形成钙化屏障。

8.2 疗效评价标准

牙根形成类型不仅与年轻恒牙牙髓和根尖周炎症程度有关,也与发生病变时牙根发育阶段密切相关^[24]。根尖诱导成形术后,应在6~24个月内定期观察患牙根尖周炎症和病变愈合情况,以及牙根继续发育状况。疗效评价标准为:

- a) 成功:根尖周病变消失,牙根延长,管腔缩小,根尖形成或根端闭合;
- b) 好转:根尖周病变消失,牙根延长,根尖未完全形成或形成极不规则;
- c) 失败:牙根未能延长,或根尖周病变未见缩小或消失。

成功与好转病例视为有效，失败病例视为无效。根尖诱导成形术治疗成功的病例，牙齿根尖形成或根端封闭后可常规行永久性根管充填。对于治疗好转病例，根尖周病变消失但根尖尚未发育完成，可视情况更换根管内药物，促进牙根继续发育。对于治疗失败病例，患牙经根尖诱导后，牙根仍未继续发育，可改行根尖屏障术；当出现牙根严重吸收致牙齿松动时，则需拔除患牙。

9 根尖诱导成形术的局限性

尽管根尖诱导成形术治疗年轻恒牙牙髓坏死或根尖周病有较确切的疗效^[25, 26]，但仍存在以下不足：

- a) 治疗周期长；
- b) 复诊次数多，需要患儿及家长良好的依从性；
- c) 临时修复材料脱落或封闭性不佳导致根管内再感染，影响预后；
- d) 氢氧化钙制剂长期封药可能增加牙齿根折的风险^[27]。

近年来，随着材料和技术的革新，再生性牙髓治疗取得了较好的临床效果。因此，有条件的单位/医院可以优先开展再生性牙髓治疗。

参 考 文 献

- [1] HUANG G T. Apexification: the beginning of its end[J]. *Int Endod J*, 2009, 42(10):855-866.
- [2] 葛立宏, 邹静, 秦满. 儿童口腔医学[M]. 5版. 北京:人民卫生出版社, 2020.
- [3] 周学东, 陈智, 岳林. 牙体牙髓病学[M]. 5版. 北京:人民卫生出版社, 2020.
- [4] FUSS Z, TROWBRIDGE H, BENDER I B, et al. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents[J]. *J Endod*, 1986, 12(7):301-305.
- [5] JAFARZADEH H. Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review[J]. *Int Endod J*, 2009, 42(6):476-490.
- [6] HAMMARSTRÖM L, BLOMLÖF L, LINDSKOG S. Dynamics of dentoalveolar ankylosis and associated root resorption[J]. *Endod Dent Traumatol*, 1989, 5(4):163-175.
- [7] KÜHNISCH J, ANTONEN V, DUGGAL MS, et al. Best clinical practice guidance for prescribing dental radiographs in children and adolescents: an EAPD policy document[J]. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 2020, 21(4):375-386.
- [8] CHANG H, NOH J, LEE J, et al. Relief of Injection Pain During Delivery of Local Anesthesia by Computer-Controlled Anesthetic Delivery System for Periodontal Surgery: Randomized Clinical Controlled Trial[J]. *J Periodontol*, 2016, 87(7):783-789.
- [9] HOU R, ZHOU H, HU K, et al. Thorough documentation of the accidental aspiration and ingestion of foreign objects during dental procedure is necessary: review and analysis of 617 cases[J]. *Head Face Med*, 2016, 12(1):23.
- [10] 冯琳, 岳林. 橡皮障隔离技术的临床应用[J]. *中华口腔医学杂志*, 2019, 54(07):498-502.
- [11] DOMINGUEZ REYES A, MUÑOZ MUÑOZ L, AZNAR MARTÍN T. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors[J]. *Dent Traumatol*, 2005, 21(3):141-145.
- [12] AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. AAE Clinical Considerations for a Regenerative Procedure. (2021-05-18) [2024-06-05]. <https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2021/08/ClinicalConsiderationsApprovedByREC062921.pdf>.
- [13] WONG D T, CHEUNG G S. Extension of bactericidal effect of sodium hypochlorite into dentinal tubules[J]. *J Endod*, 2014, 40(6):825-829.
- [14] RÔÇAS I N, PROVENZANO J C, NEVES M A, et al. Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study[J]. *J Endod*, 2016, 42(6):943-947.
- [15] CĂPUTĂ P E, RETSAS A, KUIJK L, et al. Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review[J]. *J Endod*, 2019, 45(1):31-44. e13.
- [16] SIQUEIRA JF, JR. Microbial causes of endodontic flare-ups[J]. *Int Endod J*, 2003, 36(7):453-463.
- [17] FAVA L R, SAUNDERS W P. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications[J]. *Int Endod J*, 1999, 32(4):257-282.
- [18] AL KHASAWNAH Q, HASSAN F, MALHAN D, et al. Nonsurgical Clinical Management of Periapical Lesions Using Calcium Hydroxide-Iodoform-Silicon-Oil Paste[J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018:8198795.
- [19] 黄艳, 樊明文. Metapex 糊剂在根尖诱导成形术中的应用[J]. *口腔医学研究*, 2009, 25(06):776-777.
- [20] 陈智, 陈彬文. 根管治疗后牙体修复的治疗方案选择[J]. *华西口腔医学杂志*, 2015, 33(02):115-120.
- [21] AGRAFIOTI A, GIANNAKOULAS D G, FILIPPATOS C G, et al. Analysis of clinical studies related to apexification techniques[J]. *Eur J Paediatr Dent*, 2017, 18(4):273-284.

- [22] SHABAHANG S. Treatment options: apexogenesis and apexification[J]. J Endod, 2013, 39(3 Suppl):S26-29.
- [23] TRONSTAD L, ASBJØRNSSEN K, DØVING L, et al. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth[J]. Endod Dent Traumatol, 2000, 16(5):218-221.
- [24] LU H, LU J, GUO J, et al. Radiographic outcomes and prognostic factors in nonvital immature permanent teeth after apexification with modified calcium hydroxide paste: a retrospective study[J]. Clin Oral Investig, 2022, 26(7):5079-5088.
- [25] PEREIRA AC, OLIVEIRA ML, CERQUEIRA-NETO A, et al. Outcomes of traumatised immature teeth treated with apexification or regenerative endodontic procedure: a retrospective study[J]. Aust Endod J, 2021, 47(2):178-187.
- [26] CASEY SM, FOX D, DUONG W, et al. Patient Centered Outcomes among a Cohort Receiving Regenerative Endodontic Procedures or Apexification Treatments[J]. J Endod, 2022, 48(3):345-354.
- [27] ROSENBERG B, MURRAY PE, NAMEROW K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength[J]. Dent Traumatol, 2007, 23(1):26-29.
-