

活髓保存术在深龋露髓患牙治疗中的应用进展

张然, 黎淑芳 (通信作者*)

(右江民族医学院, 百色 广西 533000)

摘要: 活髓保存治疗旨在去净全部感染病灶后, 保留部分或全部健康的牙髓组织, 将生物材料覆盖牙髓断面, 并进行严密的冠部封闭, 保持牙髓处于健康状态并具有持续活力, 预防炎症向深部发展的一种微创治疗法。

关键词: 活髓保存; 深龋露髓; 生物材料

中图分类号: R781.05

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1671-3141.2022.56.009

本文引用格式: 张然, 黎淑芳. 活髓保存术在深龋露髓患牙治疗中的应用进展[J]. 世界最新医学信息文摘, 2022, 22(056): 51-55.

0 引言

相较传统的根管治疗, 活髓保存术复杂度和侵入性低, 疗程短, 可在保存牙髓活力和功能的同时, 使患牙无症状, 因其较高的成功率逐渐成为深龋露髓患牙的可能替代疗法^[1]。这些治疗包括间接盖髓术、直接盖髓术、活髓切断术。显然, 在临床牙髓暴露的情况下, 间接盖髓术并不适用。因此本文就直接盖髓术与活髓切断术在深龋露髓患牙治疗中的组织学基础、适应证选择、应用前景以及预后等影响因素方面做一阐述。

1 活髓保存的组织学基础

龋齿暴露前, 牙髓炎症伴随龋病发展。曾有学者对160颗未处理的龋坏牙齿进行组织切片观察, 结果显示, 当龋坏穿透釉质层, 牙髓内就会出现局部炎症反应。细菌未到达髓腔前, 坏死区并不明显, 一旦细菌向牙髓入侵, 便能在接近龋齿部位的牙髓处见到凝固或液化的坏死区域, 尽管面积很小, 但始终有细菌定植。随着龋齿加深, 坏死区逐渐扩大, 累积到更多的牙髓组织。在坏死区周围可见中性粒细胞、巨噬细胞和淋巴细胞等炎症细胞浸

润, 这些细胞将感染坏死组织与健康牙髓组织明显区分, 在坏死组织更外围可见到正常的牙髓组织。Ricucci等人对接受实验性活髓切断术的19颗牙齿进行切片后发现, 12颗患牙在组织学上被视为愈合, 露髓孔处均已被健康牙髓组织和不规则的矿化组织修复^[2]。临床上, 这些病理变化可发生在完全没有疼痛的情况下, 因此, 若能在牙髓炎症局限时期, 去净所有感染物质, 基于牙髓强大的自身修复潜能, 通过在健康的牙髓断面覆盖性能优良的盖髓材料, 创造出一个有利于修复的环境, 牙髓炎症终会消退^[3]。

2 活髓保存术适应证的选择

活髓保存治疗多适用于龋源性露髓, 牙髓炎症局限且可逆时。诊断为不可复性牙髓炎的患牙通常认为难以保存活髓。最近越来越多的研究表明, 牙髓疾病的临床诊断应重新评估, 因为临床症状和牙髓感觉测试并不能全面地反应牙髓组织的病理状态^[4], 组织学研究提示临床虽诊断为不可复性牙髓炎, 但其炎症范围通常并不涉及整个牙髓。Alqaderi^[5]等人对治疗因龋所致牙髓炎的患牙行活髓切断的系统回顾分析表明, 使用该方法术后成功率较高, 即便

基金项目: 2022年大学生创新创业训练项目 右江民族医学院自主项目。

对具有不可逆牙髓炎症状的患牙，依然可以通过活髓切断使炎症得到有效控制。

3 活髓保存术的临床应用

3.1 乳牙活髓保存治疗现状

在儿童牙科治疗中，活髓保存是一种相对保守的临床操作，通常用于患龋的乳磨牙，旨在保持牙列的完整，维护口面部复合体的适当功能。由于乳牙龋病存在进展速度快、自觉症状不明显的特点，多数学者不建议对龋病导致正常牙髓或可逆性牙髓炎的乳牙牙髓暴露行直接盖髓处理，对其则需要进行活髓切断术^[6]。Coll通过对乳牙活髓保存治疗现有文献进行meta分析发现，在随访24个月后，使用三氧化矿物凝聚体（MTA）进行活髓切断术后成功率和质量最高，是乳磨牙牙髓切开术的最佳药物选择^[7]。目前，非药物性活髓保存技术也在不断发展，通过在乳牙保髓术中应用激光，能够达到有效止血、消毒和加速伤口愈合的作用。相关研究显示，激光治疗成功率与药物性牙髓切断术相当，与此同时，激光在手术时间、患儿合作、易用性和疼痛方面也存在独特优势^[8]。美国儿童牙科协会（American Academy of Pediatric Dentistry, AAPD）制定的临床指南说明，活髓切断术是治疗重要乳牙牙髓暴露的首选方法，也是乳牙牙髓治疗中应用最广泛的一项技术，但在我国临床应用率仍然偏低。有学者在对我国21个省、自治区和直辖市的44家医疗机构做一项关于乳牙牙髓切断术临床应用现状调查显示，约有46.6%的调查对象有乳牙牙髓切断术的临床经验，但在有诊疗经验的医师中，只有17.39%在遇到合适适应证时会选择牙髓切断术^[9]。由于乳牙牙髓状态不易判断且术后并发症较多，如乳牙滞留、根尖周炎等，时常需要二次治疗，使得很多医生在首次治疗时就放弃较为保守的牙髓保存治疗^[10]。

3.2 年轻恒牙活髓保存治疗现状

年轻恒牙是已萌出但根尖形态尚未完全形成的恒牙，因为其矿化度低、渗透性强，使得龋病发展较易波及牙髓。学者们对于无症状露髓的年轻恒牙采取活髓保存以促进其牙根继续发育早已达成共识，但对于龋源性露髓、伴有不可逆性牙髓炎及根尖感染的年轻恒牙行活髓治疗还尚有争议^[11]。有专家提出，年轻恒牙因血运丰富，细胞成分高、组织再生修复能力强，即使在X线片上观察到明显的根尖透射影，也可能存在修复潜能。临床上，若在根管探查时感觉根方有阻力，患牙有明显疼痛感，或在局麻下依然感到不适，这些反应均说明有活髓组织存在，在治疗时则可采取更为保守的方法，以期获得更好的预后^[12]。Tsukiboshi^[13]对3例临床诊断为根尖周炎，但在探查时发现活髓组织存在的年轻恒牙采用活髓切断治疗，经过术后3-5年的观察，发现所有病例根尖透射影均消失并完成了根尖封闭。肖文^[14]等学者对13例牙髓病变的年轻恒牙行炎性活髓保存治疗，术后1年的随访表明全部病例均实现临床症状改善，9例初诊时根尖阴影的患牙实现根尖阴影消退。这些治疗的成功，也随之让临床医生面临一个问题，即诊断为牙髓坏死的年轻恒牙是否有必要去除所有的炎症牙髓，以进行牙髓血运重建？是否可以采取充分的化学预备去除根管间隙中坏死和感染部分，再通过生物材料覆盖剩余重要的牙髓组织达根管口处，利用年轻恒牙强大的组织修复再生能力完成根端的最终封闭。总之，针对根尖感染的年轻恒牙牙髓治疗时，是选择更加保守的保髓治疗还是近年来关注度较高的牙髓血运重建疗法，还需要大量的临床实验论证与更长时间的随访观察，对有明显感染的年轻恒牙治疗时，一定要权衡利弊，慎去除全部牙髓，尽量保存活髓或部分活髓，即便保髓失败，也可再行根尖诱导或牙髓再生^[11]。

3.3 成熟恒牙活髓保存治疗现状

过去，对于深龋露髓的成熟恒牙，并不鼓

励使用活髓疗法，主要是基于使用氢氧化钙(CH)行活髓保存后并没有获得可观的临床效果。CH微渗漏高、易溶解，不能长期抵抗细菌的侵入，用其行活髓保存的术后成功率随时间推移而下降^[15]。近年来，随着盖髓剂的不断升级，通过在健康牙髓断面覆盖性能优良的盖髓材料可以有效隔绝外界刺激，更大程度的激发牙髓组织的再生潜能^[16]。一项使用不同材料行直接盖髓治疗恒牙牙髓暴露疗效的Meta分析显示，CH直接盖髓术后6个月时成功率为74%，1年时为65%，2-3年时为59%，4-5年时为56%。MTA在同一时间点的成功率分别为91%、86%、84%和81%。Biodentine在6个月时成功率为96%，1年时为86%，2-3年时为86%。长期的随访结果显示，不同时期使用MTA盖髓的成功率均高于CH，使用MTA和Biodentine的效果更好^[17]。这些盖髓剂的成功应用，为成熟恒牙活髓保存开启了新的时代，但最终疗效还需要更多的动物实验及长期、大样本的临床研究进一步评价。总而言之，保存活髓，促进牙髓-牙本质复合体的修复再生，是牙髓病治疗发展的必然方向^[18]。

4 活髓保存术预后影响因素

4.1 牙髓炎症状态

保存全部或部分健康牙髓的活力，促进组织修复愈合的疗效取决于牙髓组织的炎症程度。判断牙髓炎症状态的方法主要包括温度测验、电活力测验，通过评估牙髓内神经状况，间接确定牙髓健康情况，但此类测试方法依赖于患者的主观感受，存在诸多缺陷。随着辅助技术的不断升级，一系列非感觉性牙髓测试方法正逐渐兴起，成功提高了诊断的精确度^[19]。

4.1.1 牙髓血流测试

牙髓血流测试是通过特殊仪器来测定牙髓内的血流强度或血流量来确定牙髓活力，包括激光多普勒血流测试、血氧饱和度测试和

超声多普勒血流测试3种方法。血流测试无痛无创，易于被受检者尤其是儿童患者接受。因其不依赖患者主观感受，检查数值可由医生直接读取，与牙髓电活力测试和血氧饱和度测试相比，激光多普勒血流测试具有更高的敏感性(81.8%-100%)和特异性(100%)^[20]，现已成为国内外学者研究热点。但出于个体化性别、年龄及不同牙位存在的解剖学差异，临床上对血流量的测试仍缺少标准的参数，在这种相对昂贵的工具被用于临床之前，仍需要通过大量临床测试来得到一个相对标准的参考区间，以便临床解读结果^[21]。

4.1.2 显微镜下组织特征

临床医师可以通过显微器械辅助观察，以确定暴露牙髓组织状态，指导后续治疗策略。当满足以下四个条件时，可行直接盖髓：1) 暴露周围的牙本质完好；2) 在露髓孔表面观察到红色、均匀且充满血液的组织，没有黄色液化区或深色非出血区；3) 露髓孔处没有在进行去腐过程中移位的牙本质碎屑；4) 用温和的消毒剂冲洗后，在2-3分钟内即可止血。当在镜下见到暴露的牙髓组织明显充血，或在没有出血的情况下，露髓孔处的牙髓组织呈现淡黄色、深褐色等颜色改变，这些情况则需采用活髓切断术^[2]。牙髓切除的范围取决于牙髓腔的病变程度，并结合术中观察牙髓断面出血情况，如果出血量多且5分钟内不能有效止血，则提示炎症性牙髓组织未去净，应进一步切除剩余感染组织。甚至，有时活髓切断术中并不能取得健康的牙髓断面，则需要行根管治疗。即使初步临床诊断为“可逆性牙髓炎”，有时也需要进行根管治疗。临床检查结果不是适应证选择的唯一标准，主要还要依赖于术中显微镜下对牙髓组织的直接观察，出血与止血情况的综合判断。

4.1.3 牙髓炎症生物标志物

牙髓炎症的进展过程伴随一系列基因表达和蛋白含量的改变，这些基因蛋白可作为生物标记物发挥作用，用于辅助判断牙髓炎症

状态。Brizuela^[22]通过收集患龋牙齿的牙本质液并对标志物进行量化分析,结果发现酸性成纤维细胞生长因子(acidic fibroblast growth factor, aFGF)、IL-1 α 、IL-6和TIMP-1在可逆性牙髓炎与不可逆性牙髓炎之间的表达存在明显差异。此外,有关于牙髓炎临床诊断的相关炎症介质的meta分析显示,IL-8、MMP-9、TNF- α 、RAGE等在牙髓炎症发展过程中表达水平均有所增加,这些特异性炎性介质含量的改变对牙髓炎鉴别表现出积极意义^[23]。理论上,通过收集露髓孔处牙髓血液和牙本质液样本并检测其中关键生物标记物的含量,可以更加准确的反应出牙髓病理生理状态。但实际上在开发临床条件下有效的生物标志物分析和诊断方法仍有许多困难,该方法目前还仍处于试验阶段^[24]。

4.2 盖髓材料的选择

盖髓材料在活髓保存中至关重要。性能优良的盖髓材料可有效隔绝外部刺激并诱导成牙本质细胞在露髓孔周围形成新的牙本质桥,从而封闭露髓孔以保护健康牙髓。CH是临床上应用时间最长的盖髓剂,效果稳定、价格低廉,但所诱导形成的牙本质桥存在隧道样缺陷,无法严密封闭牙髓。MTA是目前公认的盖髓材料,具有良好的抗菌性和密封能力,但同时也存在着价格高、凝固时间长、可能导致牙冠变色等问题。近年来,iRoot BP Plus、Biodentine、TheraCal LC、BioAggregate等新型生物材料逐渐走入临床视野,展现出了光明的前景^[16]。大量体外研究证实,MTA、Biodentine、iRoot BP Plus对牙髓细胞的细胞毒性更低,具有更好的生物活性和组织诱导性^[25]。TheraCal LC作为一种光固化、树脂改良硅酸钙材料,与MTA和Biodentine相比,其具有优越的密封能力,能够有效减少边缘渗漏。但由于有树脂基质的存在改变了TheraCal LC的凝固机制和钙离子的流动,导致其钙释放能力减低,形成的牙本质桥厚度较少,且多

数伴有轻度慢性炎症。虽然充分的生物活性、优异的处理性能和最终与修复体的良好结合可以证明使用TheraCal LC作为盖髓试剂是合理的,但由于其可能会对牙髓产生不利的影响,目前在临床使用仍有局限^[26]。

4.3 规范的临床操作

规范的临床操作对牙齿功能的发挥和远期生存具有重要意义。术前应全面评估牙髓状态,合理选择治疗策略。在操作过程中严格遵循无菌操作,辅助使用龋齿检测染料或激光,结合显微镜下观察出血情况以便进一步判断牙髓活力。若术中能够有效止血,通过选择生物活性材料严密覆盖牙髓组织断面并即刻对冠部进行永久封闭,以提高创面的愈合与修复^[27]。研究显示大多数病例活髓保存术后的失败都在前3个月内^[28],故应对患者进行长期的随访,建议随访时间为术后1、3、6、12、24、36及48个月,有条件的可以结合血流仪监测术后牙髓血运状况,有助于进一步评估术后疗效及决定下一步治疗方案。

5 小结

近年来,人们爱牙意识的不断增强,越来越多的深龋患者在就诊时体现出保髓的强烈意愿。活髓保存治疗优点众多,节约就诊时间与成本的同时也避免了根管治疗后带来的牙根折裂等风险。如何获得活髓保存的成功与长期良好预后,不仅要依靠生物材料的发展,还需要临床医生做到对活髓保存适应证的严格把控。通过术前对牙髓状态的综合评估,术中规范的诊疗操作,与术后的长期随访观察,多数情况下,龋源性露髓患牙的活髓保存治疗均能获得可观的预后。

参考文献

- [1] Leong D, Yap AU. Vital pulp therapy in carious pulp-exposed permanent teeth: an umbrella review[J]. Clin Oral Investig,2021,25(12):6743-56.

- [2] Ricucci D, Siqueira JJ, Li Y, et al. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure[J]. *J Dent*, 2019, 86: 41–52.
- [3] 揭育培, 吕品, 林竺. 恒牙牙髓切断术的研究进展[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2017, 27(06): 355–9.
- [4] Lin LM, Ricucci D, Saoud TM, et al. Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology[J]. *Aust Endod J*, 2020, 46(1): 154–66.
- [5] Alqaderi H, Lee CT, Borzangy S, et al. Coronal pulpotomy for cariously exposed permanent posterior teeth with closed apices: A systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent*, 2016, 44:1–7.
- [6] Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth[J]. *Pediatr Dent*, 2016, 38(6):280–8.
- [7] Coll JA, Seale NS, Vargas K, et al. Primary Tooth Vital Pulp Therapy: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *Pediatr Dent*, 2017, 39(1):16–123.
- [8] Nematollahi H, Sarraf SA, Mehrabkhani M, et al. Clinical and radiographic outcomes of laser pulpotomy in vital primary teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2018, 19(4):205–20.
- [9] 郑佳佳, 张笋, 葛立宏. 我国乳牙牙髓切断术临床应用现状调查[J]. *现代口腔医学杂志*, 2014, 28(05):296–9.
- [10] 王小竞. 乳牙的牙髓治疗[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2015, 8(09):513–7.
- [11] 蔡传宝, 王国庆, 雷志云. 牙髓保存治疗在年轻恒牙炎症牙髓中的治疗观察[J]. *临床口腔医学杂志*, 2017, 33(04):234–6.
- [12] 汪俊. 年轻恒牙牙髓保存治疗[J]. *中国实用口腔科杂志*, 2015, 8(09):518–21.
- [13] Tsukiboshi M, Ricucci D, Siqueira JJ. Mandibular Premolars with Immature Roots and Apical Periodontitis Lesions Treated with Pulpotomy: Report of 3 Cases[J]. *J Endod*, 2017, 43(9S):S65–74.
- [14] Xiao W, Shi WT, Wang J. Study of vital inflamed pulp therapy in immature permanent teeth with irreversible pulpitis and apical periodontitis[J]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 2022, 57(3):287–91.
- [15] Taha NA, About I, Sedgley CM, et al. Conservative Management of Mature Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure[J]. *J Endod*, 2020, 46(9S):S33–41.
- [16] 王子扬, 左恩俊. 生物材料在活髓保存中的应用[J]. *中国组织工程研究*, 2022: 1–7.
- [17] Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Endod J*, 2021, 54(4):556–71.
- [18] 吴补领, 罗奕菲, 徐稳安, 等. 恒牙牙髓炎的活髓保存治疗[J]. *口腔疾病防治*, 2021, 29(07):433–41.
- [19] 李修珍, 杨芳. 活髓切断术的非感觉性牙髓测试方法的应用评价[J]. *临床口腔医学杂志*, 2022, 38(02):123–5.
- [20] Ghouth N, Duggal MS, BaniHani A, et al. The diagnostic accuracy of laser Doppler flowmetry in assessing pulp blood flow in permanent teeth: A systematic review[J]. *Dent Traumatol*, 2018, 34(5):311–9.
- [21] 杨靖翠, 袁国华. 对牙髓活力测试方法的介绍与评价[J]. *口腔医学研究*, 2021, 37(03):195–9.
- [22] Brizuela C, Meza G, Mercade M, et al. Inflammatory biomarkers in dentinal fluid as an approach to molecular diagnostics in pulpitis[J]. *Int Endod J*, 2020, 53(9): 1181–91.
- [23] Zanini M, Meyer E, Simon S. Pulp Inflammation Diagnosis from Clinical to Inflammatory Mediators: A Systematic Review[J]. *J Endod*, 2017, 43(7):1033–51.
- [24] 高原, 朱晓东, 李梦圆, 等. 基于转录组RNA测序分析牙髓炎中的核心基因[J]. *口腔生物医学*, 2021, 12(02):110–4.
- [25] Sanz JL, Forner L, Llana C, et al. Cytocompatibility and Bioactive Properties of Hydraulic Calcium Silicate-Based Cements (HCSCs) on Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous Teeth (SHEDs): A Systematic Review of In Vitro Studies[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(12):3872.
- [26] Kunert M, Lukomska-Szymanska M. Bio-Inductive Materials in Direct and Indirect Pulp Capping—A Review Article[J]. *Materials (Basel)*, 2020, 13(5):1204.
- [27] 黄定明, 陆倩, 廖茜, 等. 活髓保存治疗之惑及解决之道[J]. *华西口腔医学杂志*, 2017, 35(03): 227–31.
- [28] Jang Y, Song M, Yoo IS, et al. A Randomized Controlled Study of the Use of ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Endocem as Direct Pulp Capping Materials: 3-month versus 1-year Outcomes[J]. *J Endod*, 2015, 41(8): 1201–6.