

高压蒸汽灭菌技术在镍钛根管器械中的应用及对性能的影响研究进展

曾红

(四川大学华西口腔医院 四川成都 610000)

【摘要】镍钛根管器械是目前口腔治疗中常用器械,因其超弹性及柔韧性等性能,有效提高根管预备效率。该器械主要优势在于材料性能,因此,在使用及消毒供应中心处理过程,需注意性能保护及检查,以免影响其应用价值。以器械清洗消毒为例,目前常用高压蒸汽灭菌技术,而其对器械性能的影响是研究重点。本文阐述了镍钛根管器械灭菌处理及性能影响的研究现状,并做如下综述。

【关键词】高压蒸汽灭菌技术;镍钛根管器械;器械性能

Research Progress on the Application of High-Pressure Steam Sterilization Technology in Nickel-Titanium Root Canal Instruments and Its Impact on Performance

Zeng Hong

(West China Hospital of Stomatology, Sichuan University Chengdu, Sichuan 610000)

[Abstract] Nickel-titanium root canal instruments are widely used in modern dental treatments. Their exceptional elasticity and flexibility significantly enhance root canal preparation efficiency. As these instruments primarily rely on material properties, special attention must be paid to performance preservation and inspection during use and sterilization processes at treatment centers to ensure their clinical value. Taking instrument cleaning and sterilization as an example, high-pressure steam sterilization technology remains the predominant method, with its impact on instrument performance being a key research focus. This paper reviews current studies on sterilization processes and performance effects of nickel-titanium root canal instruments, providing a comprehensive overview.

[Key words] High-Pressure Steam Sterilization Technology; Nickel-Titanium Root Canal Instruments; Instrument Performance

镍钛根管器械应用记忆金属材料,相比以往常用不锈钢材料,其弹性较高,尤其目前所用第四代材料、设计、加工工艺等均有提高,具有良好发展前景^[1]。既往有大量学者及临床实践中发现,此类器械的优势包括柔韧性、抗扭转折断、成形能力、抗腐蚀性等^[2]。在临床使用或清洗、消毒灭菌处理过程,可能导致其性能发生改变,从而影响临床应用价值。积极探寻器械性能影响因素,能够为器械质量管理提供指导。本文以器械使用、高压蒸汽灭菌为方向,总结相关研究资料,旨在为该方向各类研究、提高消毒供应中心口腔器械处理质量提供理论指导。

1 镍钛根管器械的临床应用

镍钛合金凭借独特物理及化学特征,成为根管治疗器械的理想材料。以超弹性特征为例,在根管预备中,利用冠线下技术,可以成形理想曲度的根管,有助于缩短根管准备时

间。该材料还具有记忆性特征,更适应根管冠部到根尖的解剖变化,有预防根管偏移的作用。目前,镍钛根管器械是口腔科疾病治疗中的主要工具,一般用于牙髓组织根管预备、清理、成形中,为后续根管消毒及填充治疗等做好准备。在根管预备过程,镍钛根管器械经旋转及往复运动可清理根管内壁被感染的牙髓组织,改变牙髓腔形态,为后续消毒及填充提供基础。某些患者根管解剖结构复杂,常规器械难以充分清理,而镍钛根管器械能够在弯曲、狭窄等复杂环境操作。镍钛根管器械包括手用与机用两种,顾超^[3]等学者对手用镍钛扩大锉与机用镍钛器械的应用价值进行对比分析,发现后者提高了小儿乳腺癌牙髓病根管治疗操作效率。史璐^[4]等对比了4中机用镍钛器械在根管预备中的应用价值,发现ProTaper Next的成形能力良好。田璐鸣^[5]等则发现ProTaper机用镍钛预备系统提高了后牙根管治疗效果。

2 口腔器械的高压蒸汽灭菌处理

2.1 口腔器械高压蒸汽灭菌必要性

所有非一次性医疗器械在使用后均需要接受严格清洗灭菌处理,达到合格标准后再次投入临床使用,其目的在于恢复器械无菌状态,预防医源性感染^[6]。对于口腔器械而言,人体口腔在微生物高度定植环境,因直接与外部环境接触,存在多种病原菌,包括细菌、病毒、真菌等,医疗器械在口腔内操作,容易被污染,因此,需要做好清洗灭菌处理^[7]。高压蒸汽灭菌室口腔器械核心灭菌方法,在高温作用下消除器械表面或腔内残留病原菌,确保其达到无菌状态。

2.2 高压蒸汽灭菌技术原理

该项技术的原理为,饱和蒸汽于高温高压状态下,具有较强穿透力、释放潜热特性,而该性可达到灭菌效果。仪器设备能形成密封环境,在压力逐渐升高下,蒸汽温度随之升高,用高温杀灭医疗器械上存在的病原菌^[8]。常规情况下,压力在 103.4kPa 情况下,蒸汽温度在 121.3℃左右^[9]。关于温度杀灭病原菌的作用机制,受高温影响,微生物体内蛋白质、核酸等生物大分子变性、凝固,促使微生物死亡。蒸汽与医疗器械接触过程中,释放潜热,促使器械自身温度逐渐升高,也能发挥灭菌作用。该项技术采用的是湿热灭菌,与干热灭菌相比,优势在于灭菌速度快、效果可靠。

3 高压蒸汽灭菌技术在镍钛根管器械中的应用效果

3.1 高压蒸汽灭菌技术的应用方法

口腔器械清洗灭菌过程中,需要根据器械材质、特性等选择适合方法,以镍钛根管器械为例,属于耐高温且耐湿的器械,适合采取高压蒸汽灭菌方法。灭菌前要做好一系列准备工作,如充分清洗,清理器械表面污染物,确保后续灭菌时蒸汽与器械表面充分接触。清洗后对器械应用适合材料包装,标准为蒸汽可穿透、灭菌后无微生物二次污染风险,一般用医用皱纹纸、无纺布、纸塑包装袋等。开始灭菌操作后,根据器械类型调整灭菌温度、压力、时间。镍钛根管器械一般设置温度 121℃左右,时间在 15~20min^[10]。灭菌后,用物理、化学、生物监测技术检测灭菌是否合格,符合卫生标准后包装妥善存放,在灭菌效果保质期限内再次使用。

3.1 高压蒸汽灭菌技术的应用效果

镍钛根管器械的材料为镍钛合金,其微观结构是奥氏体与马氏体相的混合晶体,高压蒸汽穿透性强,能够满足螺旋刃沟槽、缝隙等灭菌需求,因此,整体应用效果良好。针对器械表面细菌,可达到完全灭菌效果,在 134℃温度设置下,灭菌 10 分钟便能够破坏细菌生物膜结构,从而达到杀灭效果。针对器械表面病毒,其灭活效率也超过 99.99%,蒸汽

冷凝热能直接破坏病毒衣壳蛋白,从而消除病毒^[11]。针对奶液芽孢,需延长灭菌时间,若温度在 121℃,时间应达到 20 分钟,若温度为 134℃,10 分钟能满足灭菌要求。镍钛根管器械螺旋槽是清洗难点,但高压蒸汽灭菌能够促使蒸汽作用到器械螺旋槽内,剥离螺旋槽内生物膜,发挥有效灭菌作用。

4 高压蒸汽灭菌技术对镍钛根管器械性能的影响

4.1 表面形态

据李向芬^[12]等研究发现,不同厂家生产的镍钛器械循环疲劳抗力存在差异,高压蒸汽灭菌处理能增加器械循环疲劳抗力,但会增加器械表面粗糙度。胡坤娥^[13]等研究也有此发现,高压蒸汽消毒镍钛锉粗糙度较高,但快速压力蒸汽灭菌消毒后对器械表面形态影响较小,因此,快速高压蒸汽灭菌是比较理想的灭菌方式。杨殿杰^[14]等研究发现,对镍钛器械多次高压蒸汽灭菌后,表面粗糙度有所增加,但疲劳折断性能稳定。通过以上研究资料可知,高压蒸汽灭菌可能造成镍钛器械表面粗糙度的改变。高温高压状态下,导致镍钛器械表面金属原子扩散及重新排列,表现为表面微观结构变化。器械表面粗糙度过高,在临床使用时会增加细菌与污垢附着率,不利于清洗,会增加灭菌不合格率。此外,根管预备时,表面粗糙可造成根管壁过度切削,不利于保护根管强度及完整性。表面影响还包括微裂纹,该裂纹变成应力集中点,器械使用时导致裂纹进一步扩大,有折断风险。

4.2 抗折断性能

吴倩雯^[15]等研究发现,常规超声-高压灭菌消毒在达到一定频率后,可能增加镍钛根管锉折断风险。赵溯锐^[16]等研究发现,高温高压蒸汽灭菌可能影响根管器械循环疲劳性能。王金婷^[17]等认为,高温高压消毒频率过高可能增加牙体根管治疗小器械损耗。镍钛器械折断的主要原因为循环疲劳,而以上研究资料显示,反复高压蒸汽灭菌容易影响器械循环抗力。高压蒸汽灭菌时,高温作用下导致镍钛合金材料内部残余应力被释放,发生力学性能变化。高压蒸汽灭菌达到一定频率后,器械表面微观缺陷增加,受循环应力影响出现裂纹,并呈进行性发展,从而降低器械循环疲劳寿命。从这一点来看,高温蒸汽灭菌频率与镍钛器械抗折断性能的改变密切相关。常规情况下,镍钛根管器械在早期少次高温蒸汽灭菌后,循环疲劳抗力有所升高,但在更多次灭菌后,逐渐下降,这与材料本身特性相关。

4.3 切割效率

刘玉英^[18]等研究发现,清洗时间、消毒灭菌频率与镍钛根管锉物理性能影响作用密切相关。清洗时间越长、消毒灭

菌频率越高,则对镍钛根管器械损害更高,更容易对器械性能产生影响。谢广平^[19]的研究发现,消毒灭菌超过一定频率可能影响 ProTaper 镍钛根管锉抗拉强度。镍钛根管器械切割效率主要依赖于切削刃性能,但高压蒸汽灭菌会增加切削刃磨损,从而进一步影响切割效率。高压蒸汽灭菌的高温高压环境促使切削刃微观结构改变,也会降低其自身硬度及耐磨性。切削刃磨损严重,则镍钛根管器械切割效率下降,会延长根管预备时间,降低整体工作效率。此种影响程度主要受灭菌时间及频次影响,因此,对使用周期较长的镍钛根管器械应注意检查与维护,确保其性能可靠,

以免影响临床应用。

5 结 s 论

现有研究对镍钛根管器械应用、清洗灭菌技术等研究较多,在高压蒸汽灭菌对器械性能影响方面也取得一定成果。但就本次查阅的相关研究资料来看,仍然存在诸多局限,尤其在高温蒸汽灭菌处理口腔器械效果及影响因素、对镍钛器械性能影响作用机制方面有所欠缺。可将此作为未来研究方向,更为深入探讨器械性能影响因素以及防护措施。

参考文献:

- [1]金泓,王汇文,吴雨婷,等.银纳米粒子涂层根管镍钛器械的抗菌性能及生物相容性研究[J].口腔医学,2024,44(6):438-442.
- [2]SEVDE NUR ÜRGÜLÜO?LU, LEVENT AK?NC?, NESLIHAN ?IM?EK. Micro - computed tomography analysis of shaping ability of nickel - titanium instruments activated by continuous rotation or adaptive motion[J]. Australian endodontic journal , 2024, 50 (2): 334-340.
- [3]顾超,张红梅,孙红玲,等.手用镍钛扩大锉与机用镍钛器械下根管预备在小儿乳牙髓病根管治疗术中的应用价值观察[J].西部医学,2024,36(12):1834-1837.
- [4]史璐,周俊玲,吴双,等.4种机用镍钛器械预备模拟弯曲根管的成形能力比较[J].实用口腔医学杂志,2021,37(1):24-29.
- [5]田璐鸣,付颖.ProTaper 机用镍钛预备系统在后牙根管治疗中的应用效果[J].中国医学创新,2021,18(7):61-64.
- [6]P. MARCIN SOWA, JONAS FOOKEN, KELLY MCGOWAN, et al. Disposable and reusable instruments in dental health practice: A comparison of cost factors in a public provider organization in Queensland, Australia[J]. Community dentistry and oral epidemiology, 2023, 51 (5): 794-803.
- [7]赵真英,郭晋铎,邓丽云,等.高压蒸汽灭菌法用于麻醉喉镜的消毒效果观察[J].护理研究,2007,21(3):251-251.
- [8]周淑萍,李世杰,许晨耘,等.海口市社会办口腔医疗机构小型压力蒸汽灭菌器的使用现状调查及知识认知研究[J].中国医疗器械信息,2022,28(17):40-44.
- [9]刘波,安利容,张菊,等.成都市某区64家口腔诊所小型压力蒸汽灭菌器使用现状调查与分析[J].中国消毒学杂志,2020,37(7):550-552.
- [10]贾佳,王亚飞.口腔器械常用消毒灭菌方法效果比较[J].护理学杂志,2016,31(22):85-86.
- [11]韦曦,黄湘雅,曾志平,任邦鹏.手用 ProTaper 镍钛器械根管清理效果的扫描电镜研究[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2004,14(12):677-680.
- [12]李向芬,郑平,徐丽,等.高压蒸汽灭菌对3种机用镍钛器械形貌及抗力的影响[J].上海口腔医学,2015,24(6):690-695.
- [13]胡坤娥,李昀生,谭荣,等.两种压力蒸汽灭菌器多次高压灭菌对镍钛锉表面形貌影响的 AFM 研究[J].临床口腔医学杂志,2011,27(6):346-348.
- [14]杨殷杰,侯本祥,侯晓玫.高压蒸汽灭菌对 R-相镍钛锉表面形态及疲劳折断性能的影响[J].北京大学学报:医学版,2018,50(5):882-886.
- [15]吴倩雯,高春娜,宋霞萍,等.常规消毒对 ProTaper 镍钛根管锉抗拉强度的影响[J].口腔材料器械杂志,2021,30(4):214-217,234.
- [16]赵勃锐,胡欣,吴卉,等.高温高压蒸汽灭菌对不锈钢根管器械循环疲劳性能的影响[J].天津医药,2014,42(10):1037-1039.
- [17]王金婷,裴慧斌,韩斌.高温高压消毒对牙体根管治疗小器械损耗的影响[J].中华护理杂志,2003,38(1):61-62.
- [18]刘玉英,孙炜,刘琨,等.清洗时间和消毒灭菌率对镍钛根管锉物理性能的影响[J].中国实用护理杂志,2012,28(2):1-3.
- [19]谢广平.常规消毒对 ProTaper 镍钛根管锉抗拉强度的影响[J].口腔材料器械杂志,2021,30(4):214-217,234.