

过氧乙酸在内镜领域的应用

王江 高文颖 刁盈盈

山东威高药业股份有限公司 山东 威海 264209

摘要: 本文旨在探讨并利用过氧乙酸(PAA)消毒剂的卓越消毒效能以及相对较低的腐蚀性。为了寻求更优的过氧乙酸应用方案,我们将对过氧乙酸的反应机理、作用原理、对内镜材料的潜在腐蚀性及未来应用前景进行深入研究,以丰富和提升我们对内镜消毒领域的理解。

关键词: 过氧乙酸, 消化内镜, 消毒, 腐蚀性

The application of peroxyacetic acid in the field of endoscopy

Jiang Wang Wenying Gao Yingying Diao

Shandong Weigao Pharmaceutical Co., Ltd. Shandong Weihai 264209

Abstract: This article aims to explore and utilize the excellent disinfection efficacy and relatively low corrosiveness of peroxyacetic acid (PAA) disinfectant. In order to seek better application solutions for peroxyacetic acid, we will conduct in-depth research on the reaction mechanism, action principle, potential corrosiveness to endoscopic materials, and future application prospects of peroxyacetic acid, in order to enrich and enhance our understanding of the field of endoscopic disinfection.

Keywords: Peroxyacetic acid, digestive endoscopy, disinfection, corrosiveness

前言:

随着医疗技术的进步,消化内镜已成为临床诊断和治疗中不可或缺的工具。然而,随之而来的内镜清洁和消毒问题也尤为重要。内镜是一种用于最小侵入式检查 and 治疗的医疗器械,它的复杂结构给消毒和灭菌带来了特殊的挑战。虽然传统的消毒方法,如使用高温高压蒸汽和化学消毒剂,可以有效地杀灭病原体,但这些方法可能会损坏内镜的精密部件,或者在某些情况下无法实现彻底消毒。因此,寻找一种既能高效消毒又能减小对设备损害的消毒方法变得至关重要。在这种情况下,过氧乙酸因其出色的消毒效果和较低的腐蚀性而成为一个有吸引力的选择。作为一种高效且广谱的消毒剂,过氧乙酸在消化内镜领域的应用潜力正在被逐渐认识到。

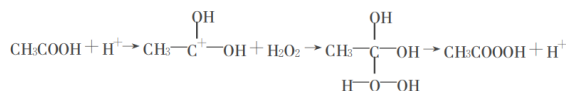
一、过氧乙酸消毒剂的作用原理

过氧乙酸(PAA)是一种高效的消毒剂,其杀菌能力主要来源于其强氧化性,可以有效地杀灭多种微生物。理解过氧乙酸的作用原理对于实际应用至关重要,并有助于推动更安全、更高效的消毒策略的发展。

过氧乙酸通过释放活性氧,与微生物细胞内的生物大分子发生反应。首先,过氧乙酸的强氧化性能够破坏微生物细胞膜的完整性,导致细胞内物质泄漏,从而杀死微生物。其次,过氧乙酸能够与微生物的蛋白质、核酸和酶等生物大分子发生反应,破坏其结构和功能,进一步杀死微生物。此外,过氧乙酸还能够抑制微生物的代谢活动,阻止其生长和繁殖。

总的来说,过氧乙酸消毒剂的作用原理主要是通过其强氧化性破坏微生物细胞膜和生物大分子的结构,杀死微生物并抑制其生长和繁殖。这种消毒剂具有广谱、快速、高效的特点,适用于各种场合的消毒工作。^[1]

二、过氧乙酸的反应机理



过氧乙酸(PAA),也被称为过醋酸或过乙酸,是一种具有强氧化性质的弱酸性氧化剂。它的分子式是 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$,并且其结构可以表示为 CH_3COOOH 。这种化学物质在消毒和杀菌方面特别有效,这归功于它的强氧化能力,能够破坏微生物的细胞结构并杀灭它们。

在生产过氧乙酸的过程中,通常需要使用较高浓度的过氧化氢作为主要原料。然而,如果没有催化剂的存在,冰醋酸与过氧化氢的反应速度会非常慢,这就限制了过氧乙酸的快速和高效生产。

为了加快这一反应过程,在实际生产中,常常会添加催化剂。硫酸和金属盐类是常用的催化剂,而当前硫酸被认为是效果最佳的催化剂之一。通过使用这些催化剂,可以显著提高过氧乙酸合成的效率,从而满足工业和医疗领域对这种强效消毒剂的需求。

三、影响过氧乙酸的反应速率

影响过氧乙酸合成反应速率的因素多样,包括温度、催化剂以及原料的浓度等。

升高温度会增加分子的平均动能,导致更多的分子具有足够的能量来达到有效碰撞的能量阈值,从而加快反应速率。然而,过氧乙酸和过氧化氢(H_2O_2)都是热不稳定物质,在高温下容易分解。过氧乙酸的分解可以生成水和氧气,而 H_2O_2 分解可以释放氧气和水。不利于反应向正方向进行,因此反应温度不宜过高,因此,在选择反应温度时,需要平衡反应速度和反应物稳定性之间的关系,选择一个使产率最大化的最佳温度。一般以室温为宜。

过氧化氢是合成过氧乙酸的关键原料之一,其浓度直接影响到合成反应的速率和产率。根据化学动力学原理,提高反应物浓度会增加单位时间内有效碰撞的次数,从而提高反应速率。然而,过高的 H_2O_2 浓度也可能导致其在反应条件下的快速分解,减少了实际可用于合成过氧乙酸的 H_2O_2 量。高浓度的 H_2O_2 也可能带来安全风险,因为它是一种强氧化剂,容易引发危险的分解反应。

硫酸(H_2SO_4)是一种常用的催化剂,能够加速过氧乙酸的合成。它可以通过提供酸性环境来增加 H_2O_2 的亲电性,使其更容易与冰醋酸发生反应。硫酸还可以作为质子供体,促进过氧化氢和冰醋酸之间的质子转移,进一步加速反应速率。过量的硫酸可能会引起副反应或增加反应混合物的腐蚀性,因此在实际操作中应控制催化剂的用量。通常硫酸用量为反应物总体积的3%-5%有利于过氧乙酸生成。

四、过氧乙酸含量测定

含量测定 向100ml碘量瓶中加入2mol/L硫酸5ml,100g/L硫酸锰3滴,精密加入混匀的过氧乙酸稀释液5.0ml,摇匀并用0.01mol/L高锰酸钾溶液滴定至溶液呈粉红色。随即加10%碘化钾溶液10ml,摇匀并用0.01mol/L硫代硫酸钠滴定液滴定至淡黄色。加入5g/L淀粉溶液3滴(溶液变蓝),继续用硫代硫酸钠滴定液滴定至蓝色消失为滴定终点,记录硫代硫酸钠滴定液的总用量。

计算公式

$$\text{过氧乙酸浓度} X (\text{g/L}) = \frac{c \times V_{st} \times 0.03803}{V} \times 1000$$

公式中: X 为过氧乙酸含量, g/L; c 为硫代硫酸钠滴定液的浓度, mol/L; V_{st} 为滴定中用去硫代硫酸钠滴定液的体积, ml; V 为碘量瓶中所含有过氧乙酸样液体积, ml。

五、过氧乙酸消毒剂的稳定性

过氧乙酸作为一种强氧化性消毒剂,它的稳定性受多种因素影响,其中包括产品浓度、微量金属离子、杂质、光照和温度等。在常温下贮存过程中易自然分解,过热和遇金属杂质会分解更快。在高温或加热的情况下

急剧分解时甚至会引起爆炸。

微量金属离子如铁、铜和锰等可以催化过氧乙酸的分解反应,导致其迅速失活。这些金属离子通常来自原料不纯或设备腐蚀,因此使用高纯度原料和耐腐蚀材料制成的设备对保证过氧乙酸的稳定性非常重要。某些杂质可能与过氧乙酸发生反应,导致其分解或生成无效化合物。

为了提高过氧乙酸的稳定性,常添加稳定剂。稳定剂是能够提高化学产品稳定性的物质。

通过控制浓度、排除金属离子和杂质的干扰、避免不当的光照和温度条件以及添加稳定剂,可以显著提高过氧乙酸的稳定性,确保其作为消毒剂的效果和安全性。

六、过氧乙酸消毒剂的腐蚀性

按照《消毒技术规范》中规定的方法测定所制备的过氧乙酸溶液对4种金属片(不锈钢、铜、铝、碳钢)的腐蚀性,金属片要求是圆形,直径24.0mm,厚1.0mm,穿一直径2.0mm小孔,表面积总值约为 9.8cm^2 (包括上、下、周边表面与小孔侧面)。

过氧乙酸消毒剂对内镜的腐蚀性是其应用中需要关注的问题。长时间或高浓度的过氧乙酸使用可能导致对内镜材料的损害,影响设备的性能和寿命。因此,在使用过氧乙酸消毒剂进行内镜消毒时,需要严格控制使用浓度和消毒时间,以避免对内镜造成不必要的损坏。

为了减轻这种腐蚀作用,研究人员和消毒技术专家开发了低腐蚀性的过氧乙酸制剂。通过加入适当的缓蚀剂,可以显著降低过氧乙酸对金属的腐蚀。缓蚀剂的作用机制通常包括形成保护膜以隔绝金属表面与过氧乙酸的直接接触,或者通过化学反应中和过氧乙酸的腐蚀作用^[4]。

在针对四种常用代表性金属片(可能包括铁、铜、铝和不锈钢等)的实验中,添加缓蚀剂的过氧乙酸复合制剂显示出比未添加缓蚀剂的过氧乙酸制剂明显更低的腐蚀性,同时保留了原有的杀菌效果。这一点对于需要维持严格卫生标准的医疗和工业应用尤为重要,因为它既保证了消毒的效果,又减少了设备维护成本和安全风险。

由表1可以看出,过氧乙酸对不锈钢的腐蚀性最低,不同品牌的消毒剂由于过氧乙酸的浓度、作用时间、PH值以及缓蚀剂的不同,对碳钢、铝、铜的腐蚀程度不同。未来,可以进一步深入研究过氧乙酸消毒剂对不同材质内镜的腐蚀机理,为优化消毒剂配方和提高内镜抗腐蚀性提供理论依据。同时,可以探索新型的、对内镜材质腐蚀性较小的消毒方法,以满足医疗领域对内镜清洗消毒的更高要求。^[5]

七、过氧乙酸消毒剂在内镜领域应用前景

消化内镜具有内部管道众多、管腔狭窄且结构精细的特点,这使得其制造成本较高。进行消化内镜操作时易损伤黏膜,特别是使用活检钳时,会破坏黏膜屏障,

表1 不同品牌的过氧乙酸腐蚀性

消毒剂	不锈钢	碳钢	铝	铜
A	基本无腐蚀	重度腐蚀	重度腐蚀	重度腐蚀
B	基本无腐蚀	基本无腐蚀	轻度腐蚀	轻度腐蚀
C	基本无腐蚀	中度腐蚀	基本无腐蚀	中度腐蚀
D	基本无腐蚀	轻度腐蚀	轻度腐蚀	轻度腐蚀
E	轻度腐蚀	中度腐蚀	中度腐蚀	重度腐蚀
F	基本无腐蚀	重度腐蚀	中度腐蚀	重度腐蚀

接触患者血液,若消毒灭菌不彻底,可导致多种疾病的传染与传播。因此,确保内镜的有效消毒以避免交叉感染至关重要,因为消毒不当可能导致患者间病原体传播,增加医疗相关感染的风险,并对医疗机构的声誉和经济状况产生负面影响。

选择适当的消毒剂对提高内镜消毒的合格率至关重要。有效的消毒剂可以减少和消除细菌生物膜的形成,这些生物膜是导致内镜相关感染的主要原因。因此,使用能够穿透并破坏生物膜的消毒剂对于控制这些感染具有重要意义。目前,消化内镜的消毒以化学消毒为主^[6]。戊二醛和邻苯二甲酰腐蚀性较小但有刺激性、致癌作用及浸泡时间长等特点,其他消毒剂均有不同的腐蚀性,且易挥发使浓度不稳定,只能一次性使用。过氧乙酸作

为一种消毒剂,具有多种优点,包括使用方便、消毒灭菌效果好、作用时间短和腐蚀性小等。这些特性使其成为内镜消毒的理想选择,因为它可以在短时间内有效杀灭广泛的微生物,同时对内镜的损害较小。过氧乙酸分为一元和二元过氧乙酸,一元过氧乙酸:它的主要优势在于使用方便。因为已经加入了稳定剂,用户可以直接按照规定的浓度进行稀释使用,无需自行混合。这种形式的过氧乙酸能快速消毒,简化了操作过程。二元过氧乙酸:其优点在于可以根据需要现场生成所需浓度的过氧乙酸,这在专业场合中非常有用。二元包装涉及将两种组分——经过处理的冰醋酸(A液)和过氧化氢溶液(B液)——在使用前混合。这样的设计可以确保过氧乙酸的新鲜度和有效性,同时降低了存储和运输过程中的风险。

随着纳米技术和生物技术等领域的快速发展,过氧乙酸消毒剂有望与这些先进技术结合,形成更为高效和环保的消毒产品。此外,随着纳米技术、生物技术等新兴领域的不断发展,过氧乙酸消毒剂有望与其他先进技术相结合,形成更高效、更环保的消毒产品。例如,纳米过氧乙酸消毒剂可以利用纳米材料的特殊性质,提高消毒剂的渗透性和杀菌效果;生物型过氧乙酸消毒剂则可以利用生物酶等天然成分,增强消毒剂的生物相容性和安全性。过氧乙酸消毒剂的性能将得到进一步提升,为内镜消毒提供更加安全、高效、环保的解决方案。

总 结:

过氧乙酸消毒剂在内镜领域的应用展现出显著的前景,这得益于其强效的消毒能力、快速的灭菌作用和较低的腐蚀性。为了最大化这一消毒剂的潜力,需要从多个方面进行努力:

(一) 深入研究消毒机理:了解过氧乙酸如何与微生物相互作用并杀灭它们,可以帮助改进配方和提高消毒效率。

(二) 优化消毒工艺:改进内镜的预处理、清洗和消毒流程能够确保有效移除物理污垢和生物负荷,为过氧乙酸的作用创造更佳条件。通过调整浓度、接触时间和温度等参数,可以提升过氧乙酸的消毒性能。

(三) 解决实际操作挑战:内镜的复杂结构和特殊材料要求精准的消毒方法。手工刷洗的变化性、内镜使用年限、内壁划痕、消毒液气泡阻断、未充分干燥可能导致的二次污染等问题都需要特别关注。

(四) 结合机洗与手工消毒:两种方式的结合使用可能会取得更好的消毒效果,同时应定期检测消毒剂的有效性并按时更换。

(五) 规范化管理:加强内镜消毒的规范管理,包括严格执行清洗消毒程序、监测消毒效果,并提升相关人员的操作技能和消毒意识。

参考文献:

- [1] 钟昱文,张磊.新型过氧乙酸及其在医院消毒中的应用[J].中国消毒学杂志,2019,36(7):543-546.
- [2] 王传虎,方荣生.过氧乙酸制备及稳定性研究[J].化学推进剂与高分子材料,2006,4(1):55-57.
- [3] 黎如尧,吴清平.过氧乙酸稳定方法研究进展[J].广东化工,2007,34(3):64-65.
- [4] 唐娜,陈玲,罗丹,胡英杰,陈晓敏,蔡文智.一种新型内镜专用过氧乙酸消毒剂的消毒效果及对金属腐蚀性的观察[J].Chinese Journal of Disinfection, 2019,36(2):96-98.
- [5] 温宪芹,董非,苏冠民,等.某一元过氧乙酸消毒液消毒效果研究[J].中国消毒学杂志,2018,35(5):384.
- [6] 何荣攀,周梦娇,毕正琴,等.一种过氧乙酸对消化内镜的消毒效果观察[J].中国消毒学杂志,2020,37(9):659-661.