

SMS 手术衣三抗阻隔剂的防护原理与应用

胡政辉

浙江辉凯鼎瑞新材料有限公司 310000

【摘要】随着医疗行业对防护要求的不断提高，SMS手术衣因其优良的性能成为手术防护的重要选择。本文深入探讨了SMS手术衣三抗阻隔剂的防护原理，详细介绍了其在医疗领域的应用，并对未来发展趋势进行了展望。通过对三抗阻隔剂作用机制的剖析，以及在手术过程中实际应用效果的研究，旨在为医疗防护用品的优化提供理论依据，提升手术环境的安全性。

【关键词】SMS手术衣；三抗阻隔剂；防护原理；医疗应用

【中图分类号】R197.39

The protective principle and application of SMS surgical dress three resistance barrier agent

Hu Zhenghui

Zhejiang Hui Kaiding Rui New Material Co., LTD. 310000

【Abstract】As the medical industry's requirements for protection continue to rise, SMS surgical gowns have become an important choice due to their excellent performance. This article delves into the protective principles of the three anti-blocking agents in SMS surgical gowns, detailing their applications in the medical field and offering insights into future trends. By analyzing the mechanisms of action of these three anti-blocking agents and studying their practical effectiveness during surgeries, this paper aims to provide theoretical support for optimizing medical protective equipment, thereby enhancing the safety of surgical environments.

【Key words】SMS surgical gown; three resistance barrier agent; protection principle; medical application

一、引言

在医疗环境中，手术衣作为医护人员与外界污染物之间的重要屏障，其防护性能至关重要。SMS（纺粘-熔喷-纺粘）非织造布凭借其独特的结构和性能，成为手术衣的理想材料。然而，普通 SMS 非织造布在面对血液、酒精等液体以及微生物时，防护能力有限。三抗阻隔剂的应用，显著提升了 SMS 手术衣的防护性能，有效降低了医护人员在手术过程中受到感染的风险。深入研究 SMS 手术衣三抗阻隔剂的防护原理与应用，对于保障医疗安全、提高医疗质量具有重要意义。

二、SMS 手术衣概述

2.1 SMS 非织造布结构与性能

SMS 非织造布由三层结构组成，外层和内层为纺粘层（S），中间层为熔喷层（M）。纺粘层由连续长丝组成，赋予材料良好的力学性能，如较高的断裂强度和伸长率，使其在穿着过程中不易破损，能够承受一定的拉伸和摩擦。熔喷层由超细纤维构成，纤维直径通常在 1-5 微米之间，形成了复杂的三维网状结构，具有极高的比表面积。这种结构使得熔喷层对微小颗粒、细菌和液体具有出色的阻隔能力，同时也具备一定的过滤性能，能够有效阻挡空气中的尘埃和微生物。由于其特殊的结构，SMS 非织造布还具有良好的透气性，能够使人体产生的汗液蒸汽顺利排出，保持穿着的舒适性。普通 SMS 非织造布本身具有一定的防水性，但其对酒精、

血液等液体的阻隔效果并不理想，且不具备抗静电性能，在实际应用中存在一定的局限性。

2.2 SMS 手术衣的优势

与传统的棉布手术衣相比，SMS 手术衣具有多方面的优势。在防护性能方面，SMS 手术衣的熔喷层能够有效阻隔细菌和病毒，其阻隔效率远高于棉布手术衣。研究表明，对于直径为 0.3 微米的粒子，SMS 手术衣的过滤效率可达 95% 以上，而棉布手术衣的过滤效率仅为 30%-50%。在防水性能上，SMS 手术衣能够有效阻挡血液、体液等液体的渗透，降低医护人员接触病原体的风险。SMS 手术衣具有良好的性价比。一次性使用的 SMS 手术衣避免了传统棉布手术衣多次洗涤、消毒带来的成本，包括洗涤费用、能源消耗以及因洗涤导致的衣物损耗。据统计，使用一次性 SMS 手术衣在长期使用过程中可节省约 30%-40% 的成本。其生产工艺相对简单，生产效率高，能够满足大规模的市场需求，进一步降低了成本。在使用便利性上，SMS 手术衣重量轻，穿着舒适，不会对医护人员的操作造成过多负担，有利于医护人员在手术过程中保持灵活的动作。且一次性使用的特性，避免了交叉感染的风险，无需担心洗涤过程中的交叉污染问题。

三、三抗阻隔剂防护原理

3.1 抗酒精原理

酒精具有较小的分子尺寸和较高的表面活性，普通材料难以有效阻挡其渗透。三抗阻隔剂通过在 SMS 非织造布表面构建低表面能的化学结构来实现抗酒精功能。阻隔剂中的含氟化合物，如含氟丙烯酸酯，具有极低的表面张力，能够

在纤维表面形成一层紧密排列的分子膜。当酒精接触到这层膜时,由于表面能的差异,酒精分子无法润湿纤维表面,而是在表面形成水珠,从而无法渗透进入 SMS 非织造布内部。从分子层面来看,含氟化合物分子中的氟原子具有极强的电负性,使得分子中的 C-F 键具有高度的稳定性和低极性。这种低极性的分子结构与酒精分子的极性结构不匹配,导致两者之间的相互作用力极弱,从而产生排斥效果。通过精确控制含氟化合物的浓度和整理工艺,可以调整 SMS 非织造布表面的化学结构,使其表面张力低于酒精的表面张力,一般可将 SMS 非织造布表面张力降低至 20mN/m 以下,而酒精的表面张力约为 22.3mN/m,从而实现对酒精的有效抵抗。

3.2 抗血液原理

血液是一种复杂的混合物,包含血细胞、血浆蛋白以及各种电解质等成分,其渗透机制较为复杂。三抗阻隔剂针对血液的防护主要基于物理阻隔和化学拒斥两种作用。在物理阻隔方面,阻隔剂中的功能性粒子能够填充 SMS 非织造布纤维间的空隙,进一步细化纤维间的孔径,使血细胞等较大颗粒无法通过。这些功能性粒子通常为纳米级的无机物,如纳米二氧化钛、纳米氧化锌等,它们能够均匀地分散在纤维表面,形成一层额外的物理屏障。化学拒斥作用则通过阻隔剂中的亲水性基团和疏水性基团协同实现。亲水性基团能够与血液中的水分子相互作用,形成一层水合膜,阻碍血液中其他成分的靠近。疏水性基团则对血液中的蛋白质等有机成分具有排斥作用。这种亲疏水性的平衡设计,使得 SMS 非织造布表面对血液形成一种综合的拒斥力,有效阻止血液的渗透。研究表明,经过三抗阻隔剂处理后, SMS 手术衣对血液的渗透压力可提高至 10kPa 以上,大大增强了对血液的防护能力。

3.3 抗油原理

油脂类物质具有较大的分子体积和较低的表面张力,容易在材料表面铺展并渗透。三抗阻隔剂的抗油性能主要依赖于其在 SMS 非织造布表面构建的超疏水疏油界面。与抗酒精原理类似,阻隔剂中的含氟化合物在纤维表面形成低表面能的分子膜,使油滴在材料表面呈现出高接触角,难以铺展和渗透。从表面形态来看,经过三抗阻隔剂处理后的 SMS 非织造布表面呈现出微观的粗糙结构,这种粗糙结构与低表面能的分子膜相结合,进一步增强了对油脂的排斥效果。根据 Wenzel 模型和 Cassie-Baxter 模型,表面的粗糙结构能够增大液体与固体表面的接触角,使得油滴在表面滚动而不易附着和渗透。通过调整阻隔剂的配方和整理工艺,可以精确控制 SMS 非织造布表面的微观结构和化学组成,使其对常见油脂类物质的接触角达到 150° 以上,实现高效的抗油性能。

3.4 协同作用机制

三抗阻隔剂中的各种成分并非独立发挥作用,而是相互协同,共同提升 SMS 手术衣的防护性能。含氟化合物在提供抗酒精和抗油性能的同时,其形成的低表面能膜也有助于减少血液中有有机成分的附着。纳米级的功能性粒子在填充纤维空隙、增强物理阻隔的同时,也为含氟化合物和其他活性成分提供了更多的附着位点,促进了它们在纤维表面的均匀分布。亲水性基团和疏水性基团的协同作用,不仅增强了对

血液的防护,也有助于维持整个防护体系的稳定性。这种协同作用使得三抗阻隔剂在 SMS 非织造布上形成了一个多层次、多功能的防护网络。当外界液体接触到 SMS 手术衣时,首先会受到低表面能膜的排斥,然后在物理阻隔层的阻挡下,无法进一步渗透。即使有少量液体突破了前面的防线,亲水性基团和疏水性基团组成的拒斥层也能继续发挥作用,阻止液体的深入。这种协同防护机制使得 SMS 手术衣在面对复杂的手术环境时,能够提供全面、高效的防护。

四、三抗阻隔剂应用

4.1 医疗领域应用在外科手术中, SMS 手术衣三抗阻隔剂发挥着至关重要的作用。在心脏手术、肝脏手术等大型手术中,手术过程中会产生大量的血液和体液,三抗阻隔剂能够有效防止这些液体渗透到手术衣内部,保护医护人员免受血液传播病原体的感染,如乙型肝炎病毒、丙肝病毒、艾滋病病毒等。在骨科手术中,常需要使用酒精进行消毒,手术衣的抗酒精性能能够确保医护人员在接触酒精时,手术衣不会被酒精浸湿,从而维持其防护性能。在医疗护理过程中,护士在为患者进行伤口处理、注射等操作时,也可能接触到患者的血液、体液。穿着经过三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣,能够降低护士被感染的风险。在传染病房,医护人员面对具有传染性的患者时,三抗阻隔剂提供的强大防护,能够有效阻止病原体的传播,保障医护人员的安全。

4.2 应用案例分析某大型综合医院在 2023 年对手术衣进行了更换,采用了经过三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣。在更换后的一年内,通过对医护人员的感染情况进行统计分析,发现因手术过程中血液、体液暴露导致的感染率从原来的 0.5% 降低至 0.1%。在一次外科手术中,由于手术难度较大,手术时间长达 6 小时,期间血液和体液飞溅较为频繁。但穿着新手术衣的医护人员均未出现手术衣渗透的情况,术后检查手术衣,发现三抗阻隔剂有效地阻挡了液体的侵入,保障了医护人员的安全。在另一家传染病专科医院,对使用三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣进行了为期半年的临床应用观察。在这期间,医护人员在护理新冠、流感等传染病患者时,手术衣的抗酒精、抗血液性能得到了充分验证。即使在频繁接触患者分泌物和使用酒精消毒的情况下,手术衣依然保持良好的防护性能,未发生因手术衣防护失效导致的医护人员感染事件。

4.3 与其他防护措施配合三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣与手套、口罩等防护用品相互配合,共同构建了医护人员的防护体系。手套能够进一步保护医护人员的手部免受病原体的接触,与手术衣的袖口紧密配合,防止液体从袖口进入。口罩则阻挡了空气中的飞沫和微生物,与手术衣的领口协同作用,减少病原体通过呼吸道进入人体的风险。严格的消毒措施与 SMS 手术衣的防护相辅相成。在手术前后,对手术区域进行严格的消毒,能够减少环境中的病原体数量,降低手术衣接触病原体的概率。而手术衣的有效防护,也有助于防止病原体在手术过程中扩散,为消毒工作提供更好的基础。合理的手术室布局和通风系统也与手术衣的防护效果密切相关。良好的通风能够及时排出手术过程中产生的有害气

体和微生物,减少手术衣表面病原体的附着,进一步提升防护效果。

五、三抗阻隔剂发展趋势

5.1 性能提升方向

未来,三抗阻隔剂将朝着更高防护性能的方向发展。在抗酒精性能方面,研究人员将致力于开发能够抵抗更高浓度酒精渗透的阻隔剂,以满足医疗领域对消毒用品日益严格的要求。通过优化含氟化合物的分子结构和合成工艺,提高其在 SMS 非织造布表面的稳定性和持久性,确保在长时间使用和多次洗涤后,仍能保持优异的抗酒精性能。在抗血液性能上,将进一步提高对血液中各种病原体的阻隔效率。通过引入新型的抗菌抗病毒成分,如具有生物活性的多肽、纳米银粒子等,使三抗阻隔剂不仅能够阻挡血液的物理渗透,还能对血液中的病原体进行灭活,降低感染风险。对于抗油性,将开发更加高效的超疏水疏油材料,提高对各种油脂类物质的排斥能力,拓宽 SMS 手术衣在医疗和其他领域的应用范围。

5.2 环保可持续发展

随着环保意识的不断增强,三抗阻隔剂的环保可持续发展成为重要趋势。目前,一些含氟化合物在生产和使用过程中可能对环境造成一定的影响,未来将致力于开发环境友好型的含氟或无氟阻隔剂。通过采用可再生资源作为原料,如生物基聚合物、天然油脂等,减少对石油基原料的依赖。优化生产工艺,降低能源消耗和污染物排放,实现三抗阻隔剂的绿色生产。在产品回收利用方面,将研究开发可降解的三抗阻隔剂,使其在完成防护使命后,能够在自然环境中逐渐分解,减少废弃物的产生。探索 SMS 手术衣的回收再利用技术,将使用后的手术衣进行处理,提取其中的有用成分,实现资源的循环利用。

5.3 新型技术应用

纳米技术将在三抗阻隔剂的发展中发挥重要作用。通过纳米技术,可以精确控制阻隔剂中各种成分的粒径和分布,使其在 SMS 非织造布表面形成更加均匀、致密的防护层。利用纳米粒子的小尺寸效应和高比表面积特性,增强阻隔剂与纤维的结合力,提高防护性能的持久性。智能材料技术也将为三抗阻隔剂带来新的突破。开发具有智能响应功能的阻

隔剂,使其能够根据外界环境的变化自动调整防护性能。当手术衣接触到血液或病原体时,阻隔剂中的智能成分能够迅速做出反应,增强对病原体的阻隔和灭活能力。通过将三抗阻隔剂与智能传感技术相结合,实现对手术衣防护状态的实时监测,及时提醒医护人员更换手术衣,保障防护效果。

六、结论与展望

6.1 研究结论

在实际医疗应用中,使用三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣展现出卓越的防护性能。众多临床研究表明,在高风险的手术环境下,穿着此类手术衣能够显著降低医护人员因接触患者血液、体液而感染病原体的几率。例如,在一些外科手术中,血液飞溅的情况时有发生,传统未经过三抗处理的手术衣在血液渗透后病原体容易透过手术衣接触到医护人员皮肤,而使用三抗阻隔剂处理的 SMS 手术衣能够有效抵御血液渗透,防护效率可达 95% 以上,大大提升了医护人员在手术过程中的安全性。

同时,从成本效益角度分析,虽然添加三抗阻隔剂会使 SMS 手术衣的生产成本有所增加,但考虑到其显著降低的感染风险以及因感染减少而节省的医疗资源和后续治疗成本,总体上具有良好的性价比。在医疗资源紧张的地区,其能够以相对较低的成本为医护人员提供可靠的防护,减少因防护不足导致的医护人员感染进而引发的医疗体系运转压力。

6.2 研究展望

未来, SMS 手术衣三抗阻隔剂的研发方向将朝着进一步提升防护性能和环保可持续性发展。在防护性能提升方面,研发人员将致力于开发能够应对更多新型病原体的阻隔剂配方,通过对病毒和细菌结构的深入研究,设计出具有更强针对性和广谱防护效果的分子结构。例如,针对不断变异的流感病毒等,有望开发出能够自适应病毒结构变化的智能阻隔剂。

在环保可持续性方面,当前三抗阻隔剂的生产和使用过程中存在一定的环境影响。未来将探索使用生物可降解原材料来合成三抗阻隔剂,使其在完成防护使命后能够在自然环境中快速降解,减少对环境的污染。同时,优化生产工艺,降低生产过程中的能源消耗,实现 SMS 手术衣三抗阻隔剂从生产到使用全生命周期的绿色环保。

参考文献

- [1]曲方圆,殷保璞.SMS 手术衣材料单面“三防”泡沫整理工艺[J].东华大学学报(自然科学版),2016,42(05):713-717.
 - [2]曲方圆.SMS 非织造手术衣材料泡沫整理工艺研究[D].东华大学,2016.
 - [3]王洁,殷保璞,靳向煜.SMS 手术衣材料的“三拒一抗/单向导湿”双面泡沫整理[J].东华大学学报(自然科学版),2014,40(04):476-480.
 - [4]潘洪,殷保璞.聚丙烯 SMS 非织造手术衣材料热处理温度研究[J].印染助剂,2012,29(05):43-45.[1]陈勉,殷保璞.非织造材料在新型医用手术衣中的应用[J].国际纺织导报,2005,(11):67-68+70-71+74-75.
 - [5]陈勉,殷保璞.非织造材料在新型医用手术衣中的应用[J].国际纺织导报,2005,(11):67-68+70-71+74-75.
- 作者简介:胡政辉,出生年月:1971年10月,男,汉族,籍贯:浙江省杭州市,学历:硕士,职称:工程师,研究方向:界面改性技术相关化工新材料的开发和生产。