

导尿管表面润滑性处理方法介绍和摩擦系数测试

【摘要】在临床治疗中，导尿管需要或长期或短期与机体组织接触，每次插入或拔出组织时，病人会有不同程度的灼烧疼痛感，易引起相应的粘膜损伤，甚至组织发炎。这主要由于导尿管表面材质与肌体组织的摩擦系数较大。本文介绍了几种导尿管表面润滑性处理方法，通过摩擦系数测试对各种方法进行了验证，认为PVP涂覆的润滑效果最佳，稳定持久，适合临床使用。

【关键词】导尿管、PVP、石蜡油、摩擦系数测试

【作者】济南兰光机电技术有限公司

Lubrication Processing Methods and Coefficient of Friction Test of Catheter Surface

Abstract

In process of clinical treatment, the catheter contacts with the tissues of organism for a short term or long term. The patient may feel the burning pain when the catheter is inserted or pulled out from the tissues, which may cause damage to the mucous membrane or even tissue inflammation. The cause for those problems is the high coefficient of friction between the catheter surface and the tissues. This article is to introduce the lubrication processing methods and coefficient of friction test of the catheter surface. Through the processing and COF test, it could be concluded that the PVP coating has excellent and stable performance in lubrication of catheter surface which is suitable for clinical applications.

Key Words

Catheter, PVP, Paraffin Oil, Coefficient of Friction Test

Author

Labthink Instruments Co., Ltd

医用导管是连接人体内外管控制品的总称，通过静脉导管、插管、导尿管等形式，广泛应用于投药、灌流、排液等临床领域。其中，导尿管是临床应用中不可或缺的医疗器械，它的出现，使一些危险性大、操作复杂的传统诊疗手段找到了理想的替代方法，进而提升了医疗水平和患者愈后体质及生理机能的康复。

导尿管表面润滑性处理

在临床治疗中，导尿管需要或长期或短期与机体组织接触，每次插入或拔出组织时，病人会有不同程度的灼烧疼痛感，易引起相应的粘膜损伤，甚至组织发炎。这主要由于导尿管表面材质与肌体组织的摩擦系数较大，对此，科研人员和医护人员采用了多种手段对导尿管的表面进行润滑处理，以减轻患者医源性痛苦。

一、石蜡油或络合碘外涂

石蜡油是矿物油的一种，用棉球蘸取一定量涂抹在导尿管表面，使之具有良好的润滑作用。但在临床应用中，这种方法存在几点风险：1、棉球涂抹增加了细菌的感染几率；2、石蜡油不被粘膜吸收，如操作不慎误入气管或渗入组织，易引起其他病症。因此，这种润滑方法逐渐被行业所淘汰。络合碘涂抹是近些年的新尝试和新研究。络合碘即为碘伏，是由碘和非离子表面活性剂络合而成的，是一种无毒、无味的传统杀菌剂。同时，它又是一种水溶性试剂，较强的粘膜渗透性使之作为导尿管润滑剂使用时兼具杀菌功效，防止细菌经导尿管携带入膀胱，降低泌尿系统感染的几率。这种外涂的方法简单易行，成本较低，但存在两点共同的弊端：1、无法使导尿管每个部位得到充分润滑；2、在插管过程中，润滑剂与尿道不断摩擦、持续损耗，增加了导尿管与尿道的摩擦伤害。

二、硅胶涂层

硅胶涂层导尿管主要是用可固化的硅胶弹性体通过浸渍、喷雾或刷抹等方法粘附在导尿管表层上，形成一层硅胶弹性体润滑膜。经实践检验，反复浸渍的方法效果最好，可以有效控制涂层的总厚度及各部位的均匀性。当涂层达到规定厚度后，将导管置于室温25℃、10-50%RH条件下固化16小时，七天内该润滑膜达到理想的特性。这种采用硅胶涂层的导尿管可减少插入时与机体组织的摩擦和损伤，降低感染的风险。

三、水溶性润滑涂层

这种方法首先将稳定的聚合物溶液涂覆在导尿管表层，烘干后，将与之不发生化学反应的亲水聚合物作为表层键合在稳定聚合物涂覆层上，再次烘干后即可成为固态水溶性润滑涂层。聚合物溶液宜选择具有较强附着性的纤维素酯类作为基材，增加涂层与导管表层的牢固性。亲水聚合物的选择关系到涂层润滑效果的好坏，聚乙烯吡咯烷酮（PVP）作为一种水溶性高分子化合物，多年的临床应用证实了其具有良好的生理相容性和溶解性，适宜作为导尿管的润滑层。在干态情况下，经水溶性润滑涂层的导尿管与普通导尿管无异，当涂层与水性液体接触时，PVP分子迅速吸收水分形成亲水凝胶层且不会脱落，插管时起到充分润滑作用。经实验证明，随着PVP涂覆含量的增加，导管表面的摩擦系数逐渐减小，这是由于PVP含量增加，与导尿管表面缠结的PVP分子越多，吸水后形成的水凝胶层越厚，水分子的凝聚减少了导管基材与外界组织的摩擦面积，摩擦系数相应降低。采用这种方法，除了使导尿管对尿道的摩擦力得到最大程度的降低、减少了患者疼痛和感染的几率外，安全性也大幅提升。

在PVP涂覆过程中，PVP的含水量会对润滑效果产生一定影响。由于自身特性和吸潮的原因，PVP原料的含水量在3%~5%，经行业专家验证，当含水量超过1%时，涂覆易出现不均匀的现象，导致润滑性不理想。因此建议涂覆前对PVP原料进行干燥处理，使其含水量控制在合理的范围内。

导尿管摩擦系数测试

测试地点：兰光实验室

测试仪器：MXD-02摩擦系数仪

试样制备：取乳胶、PVC、PUR材质导尿管各36只。以乳胶导尿管为例，每12只一组分为3组，第一组为测试对照组，第二组进行PVP润滑处理，第三组进行石蜡油涂覆，每组6只入水浸泡30s，另6只入水浸泡24h。PVC和PUR材质导尿管同法制取试样。

测试方法：取测试对照组中入水浸泡30s的2只试样通过①试样夹紧装置固

定在②V型凹槽板上,向③储水槽注入水直至试样完全浸泡其中。将200g的④标准滑块轻放入于⑤试样上方,由⑥传感器连接杆拖动滑块沿箭头所示方向以100mm/min的速度运动,即可测出动摩擦系数,最终取6只试样的平均摩擦系数数值。同法测试另两种材质试样在不同浸泡时间下的摩擦系数。

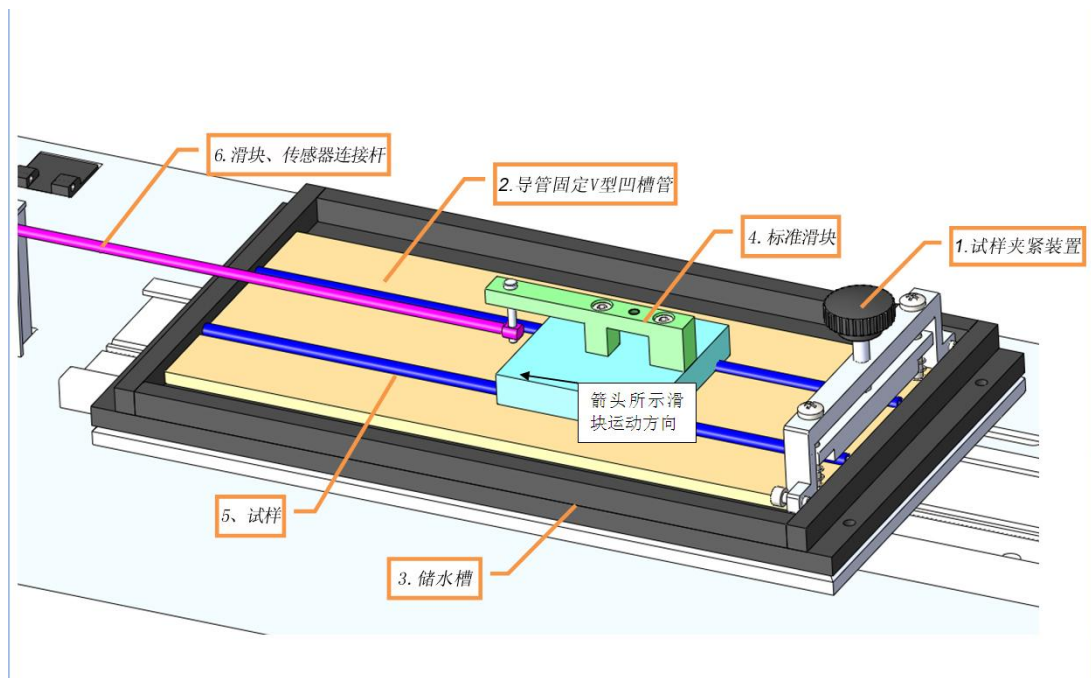


图1. 导尿管摩擦系数测试示意图

测试结果：

表1、三种材质导尿管不同润滑方式下的摩擦系数测试结果

导尿管 材质	普通导尿管		PVP处理导尿管		石蜡油	
	水中浸 泡30s	水中浸 泡24h	水中浸 泡30s	水中浸 泡24h	水中浸 泡30s	水中浸 泡24h

乳胶	0.3715	0.3715	0.0034	0.0034	0.1264	0.3103
PVC	0.2903	0.2903	0.0037	0.0037	0.0952	0.2358
PUR	0.4535	0.4535	0.0668	0.0668	0.1548	0.3981

基于本次测试结果分析：就润滑效果而言，PVP明显好于石蜡油。同样在水中浸泡30s，经PVP润滑处理过导尿管的摩擦系数较普通导尿管下降了85.27%~99.08%，而经石蜡油涂覆的导尿管摩擦系数较普通导尿管仅下降了65.87%~67.21%。就润滑涂层的牢固度而言，PVP同样优于石蜡油。在水中浸泡24h后，PVP涂覆的三种材质导尿管的摩擦系数与浸泡30s时的数据没有任何变化，而石蜡油涂覆的导尿管的摩擦系数均大幅上升了145.49%~157.17%，几乎等同于同样条件下普通导管的摩擦系数。就三种材质而言，乳胶和PVC材质的导尿管经PVP和石蜡涂覆后润滑效果优异，无明显差别，但PUR经润滑后效果相对较差，具体原因有待进一步分析。

上述测试表明，无论是润滑效果还是稳定持久性，采用PVP对导尿管表面进行润滑处理效果均优于石蜡油，利用此法制得的导尿管在使用中只需浸入无菌水中，迅速形成的亲水凝胶层异常润滑，极大降低了导尿管与肌体组织的摩擦系数和病患的插管痛苦，且无任何不良反应，因此，该法可视为导尿管表面润滑处理的理想方法。