

干热消毒对聚四氟乙烯驻极体膜电荷储存稳定性的影响

王小平, 江 键*, 宋茂海, 李 蕾, 宋诚荣

(第二军医大学基础医学部数理教研室, 上海 200433)

[摘要] **目的:**通过对表面电势 V_s 衰减和开路热刺激放电(open-circuit thermally stimulated discharge, TSD)电流以及准静态压电 d_{33} 系数测量,研究干热消毒对聚四氟乙烯(PTFE)多孔膜电荷储存稳定性的影响。**方法:**将 PTFE 多孔膜分别在室温、150℃和 250℃下通过恒压电晕充电制备成驻极体;分别于 150℃、250℃中干热消毒 150 min;用补偿法、热刺激放电法和准静态法分别测量样品的 V_s 、TSD 电流和 d_{33} 。**结果:**经 150℃和 250℃干热消毒 150 min, 250℃制备的驻极体保留了初始值的 91%和 70%, TSD 电流谱呈现出与 V_s 和 d_{33} 随时间变化类似的实验规律;而以常温制备驻极体的 d_{33} 分别降至其初始值的 48%和 15%。**结论:**高于消毒温度下制备的 PTFE 多孔膜驻极体具有良好的电荷稳定性,宜采用干热法消毒。

[关键词] 干热消毒;聚四氟乙烯;驻极体;表面电势;压电性

[中图分类号] R 318.08 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2005)01-0080-03

Effect of dry heat antiseptis on charge storage stability for porous polytetrafluoroethylene films

WANG Xiao-ping, JIANG Jian*, SONG Mao-hai, LI Lei, SONG Cheng-rong (Department of Physics and Mathematics, College of Basic Medical Sciences, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

[ABSTRACT] **Objective:**To investigate the effect of dry heat antiseptis on charge storage stability of porous polytetrafluoroethylene(PTFE) films by measuring the isothermal surface potential(V_s) decay, open-circuit thermally stimulated discharge (TSD), and piezoelectric d_{33} coefficient. **Methods:** Porous PTFE films were prepared by constant voltage corona charging at room temperature, 150℃ and 250℃, respectively. PTFE electrets were treated by dry heat antiseptis at 150℃ and 250℃ for 150 min; V_s , TSD current and d_{33} were measured by the compensation, open-circuit TSD methods and quasi-static, respectively. **Results:** The piezoelectric d_{33} coefficient of porous PTFE electret charged at room temperature decayed to 48% and 21% by dry heat antiseptis at 150℃ and 250℃, respectively. However, the d_{33} of electrets charged at 250℃ decayed to 91% and 70%, respectively. **Conclusion:** The porous PTFE electrets charged at 250℃ has good charge storage stability and is suitable for the method of dry heat antiseptis.

[KEY WORDS] dry heat antiseptis; porous polytetrafluoroethylene; electret; surface potential; piezoelectricity

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2005, 26(1): 80-82]

聚四氟乙烯 (polytetrafluoroethylene, PTFE) 薄膜是一种重要的高绝缘性有机聚合物驻极体材料。经单轴拉伸形成的这类多孔膜,由于具有突出的电荷储存能力、优异的生物相容性、良好的透气率和柔顺性,使得这类新结构 PTFE 薄膜在生物医学工程和临床治疗方面显示出诱人的前景,利用 PTFE 驻极膜研制的伤骨愈膜等医疗产品已广泛应用于临床^[1]。我们曾研究了紫外消毒对其电荷储存稳定性的影响^[2],本研究将进一步探讨高温干热消毒对 PTFE 多孔驻极膜电荷储存稳定性的影响。

1 材料和方法

1.1 材料 PTFE 多孔膜(用 PTFE 树脂通过在受控温度下经单向机械拉伸形成,膜厚 40 μm ,孔径 50%,孔径 1~5 μm ,上海塑料研究所)。样品分别为双裸面和单面蒸镀厚度约 100 nm 的圆形电极

[用于开路热刺激放电(open-circuit thermally stimulated discharge, TSD)电流实验]。为使实验过程中所有样品具有相近的结构形貌特征,实验样品全部取自同卷膜材。

1.2 驻极体制备 样品置于自制圆柱形铝制恒温炉(范围:室温~500℃;波动度:±2℃)中,分别于室温、150℃和 250℃进行无栅恒压电晕充电(F140-II 高压静电发生器,上海复旦中学),电晕电压-35 kV,针-膜间距 6.5 cm,充电时间 2~300 s 不等,制成负极性驻极体备用。

1.3 干热消毒 将室温和 250℃条件下充电 5 s 制备的 PTFE 多孔膜驻极体按文献[3]提供的参数和程序,分别置于 150℃和 250℃恒温炉中干热消毒 150 min,其中选取 8 个时间点(5、10、15、20、40、

[作者简介] 王小平(1960-),男(汉族),讲师。

* Corresponding author. E-mail: JJiang@smmu.edu.cn

60、90、150 min), 分别测定表面电势 V_s 和压电 d_{33} 系数。选取室温 (RT) 和 250°C 充电的 PTFE 多孔膜在消毒前和经 250°C 干热消毒 20 min 后, 进行开路 TSD 电流谱测定。

1.4 表面电势、开路热刺激放电电流谱和压电系数测定 用补偿法测定充电样品的表面电势 V_s (Isoprobe[®], Electrostatic voltmeter, 244 型, USA); 用热释电法测量 TSD 电流。实验是在一个装有温控程序的电炉 (Heraeus T5 402EK, Germany) 内以 3°C/min 从室温至 380°C 以线性升温完成; 用准静态法测量充电样品的准静态压电 d_{33} 系数 (ZJ3-3A 型, 中国科学院声学研究所)。

2 结果

2.1 充电参数对 PTFE 多孔膜 V_s 和压电 d_{33} 系数的影响 图 1 显示, 在材料、充电方式以及充电电压一定的条件下, PTFE 驻极体形成时的 V_s 和 d_{33} 是和充电时间以及充电时的温度紧密关联的; 约在 10 s 的充电时间内, V_s 和 d_{33} 呈现出线性上升趋势, 在经历了一峰值后, 逐渐趋于饱和。充电时间一定, V_s 和 d_{33} 随充电温度的升高而有所下降。

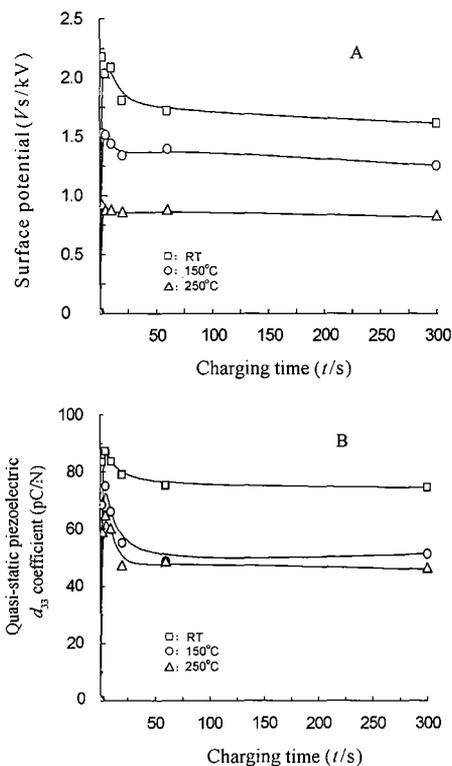


图 1 V_s (A) 和 d_{33} (B)

随充电时间和充电温度的变化曲线

Fig 1 Curve of V_s (A) and d_{33} (B)

with charging time and charging temperature

RT: Room temperature

从图 1 可以看出, 在热处理前后当材料的力学顺度变化不明显的条件下, d_{33} 与 V_s 有着类似的变化趋势。而由公式 $\sigma = \epsilon_0 \epsilon_r V_s / \bar{r}$ (平均电荷重心 \bar{r} 可近似地看作常数^[4]), 多孔 PTFE 驻极体的电荷密度 σ 与其表面电势 V_s 之间存在着近似线性关系。因而, PTFE 驻极体表面电势 V_s 或压电系数 d_{33} 随时间的变化规律均反映了其电荷密度随时间的变化规律。

2.2 干热消毒对 PTFE 多孔驻极体准静态压电 d_{33} 系数的影响 结果显示, 干热消毒对室温下充电样品的 d_{33} 系数的影响较为显著: 经 150°C、250°C 消毒 5 min 后, d_{33} 已降至初始值的 60% 和 44%; 消毒 150 min 后降至初始值的 48% 和 15%。而 250°C 充电样品经干热消毒后则保持了较好的热稳定性: 经 150°C 和 250°C 的温度下消毒 150 min, 其 d_{33} 值还分别保留了 91% 和 70% (图 2)。

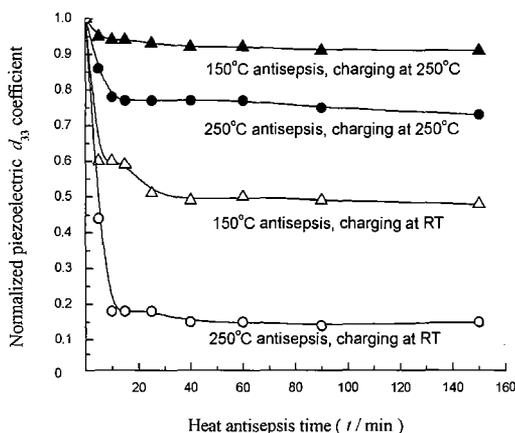


图 2 干热消毒对多孔 PTFE 驻极体 d_{33} 的影响

Fig 2 Effect of dry heat antiseptic on d_{33} of porous PTFE electrets

RT: Room temperature

2.3 干热消毒前后多孔 PTFE 驻极体的 TSD 电流谱 图 3 结果表明, 室温充电样品经干热消毒后 TSD 电流谱线和横坐标所围面积与消毒前相比显著减少, 因谱线与横坐标间所围面积对应于样品释放的电荷量, 故干热消毒导致室温下充电样品电荷量的大量损失。250°C 充电样品经干热消毒后, TSD 电流谱线和横坐标所围面积与消毒前相比略有减少, 同时放电电流峰向高温区迁移了约 50°C, 这表明高温充电有效提高了样品的电荷储存能力, 而干热消毒则进一步改善了其电荷的稳定性。

3 讨论

驻极体主要是通过其内部空间的载流子所激发

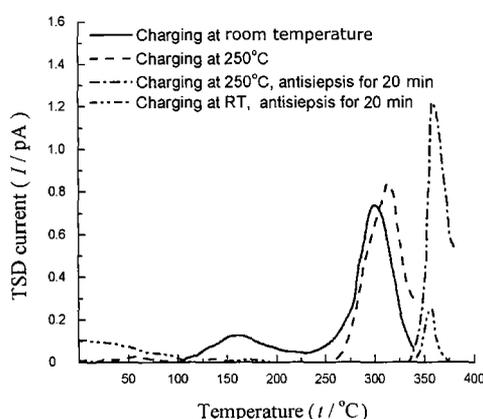


图3 PTFE多孔膜的开路TSD电流谱
Fig 3 Open-circuit TSD current spectra porous PTFE films

的外电场以及微电流来实现生物效应和临床治疗效果。从临床使用的角度出发,医用驻极体须有较强的外场效应和稳定的作用周期,即高密度的电荷分布和良好的电荷储存稳定性,这两者与驻极体的形成条件和使用中的环境因素密切相关。室温下电晕充电时,注入到PTFE多孔膜的绝大部分电荷仅能沉积于样品的表面和近表面,并且包括极高份额的浅阱和较浅阱捕获电荷^[5]。当将其置于高温环境下干热消毒时,由于热激发效应导致沉积于样品表面和浅能级捕获的载流子脱阱,脱阱电荷在驻极体内场作用下向背电极迁移,在迁移过程中大部分脱阱电荷与镜像电荷复合,只有一小部分被深阱再度捕获,宏观上表现为样品表面电势随消毒时间的延长而持续下降以及TSD电流谱线与横坐标所围面

积显著减少。因此对于室温制备的PTFE多孔膜驻极体不宜采用高温干热消毒方法,而可以选用紫外照射的消毒方法^[2]。

高温充电的驻极体表现出良好的热稳定性,是源于高温充电一方面阻止了充电期间浅阱对注入电荷的捕获;另一方面已注入浅阱的电荷由于热激发脱阱,在驻极体自身场作用下,在向背电极迁移过程中被部分地再捕获至较深的陷阱中,增加了捕获在深阱中电荷对浅阱电荷的浓度比^[5]。而干热消毒引起的脱阱电荷与镜像电荷复合的数量较室温充电大大减少,宏观上表现出经250°C充电样品保持了良好的电荷储存稳定性。

综上所述,常温下制备的PTFE多孔驻极膜不宜采用高温干热方式消毒;对高于消毒温度下经高温充电制备的PTFE多孔膜驻极体,尽管其面电荷密度要略低于常温驻极体,但在高温消毒中显示了良好的电荷储存稳定性。

[参考文献]

[1] 江 键,夏钟福.生物驻极体研究及其医学应用现状[J].第二军医大学学报,2001,22(5):401-404.
 [2] 王小平,宋茂海,江 键.紫外消毒对驻极体电荷储存稳定性的影响[J].第二军医大学学报,2004,25(3):335-337.
 [3] 张文福.医学消毒学[M].北京:军事医学科学出版社,2002. 18-27.
 [4] 夏钟福,马珊珊,朱伽倩,等.聚四氟乙烯多孔膜的压电活性及其稳定性[J].物理学报,2003,52(8):2075-2080.
 [5] 夏钟福.驻极体[M].北京:科学技术出版社,2001. 215-218.
 [收稿日期] 2004-06-18 [修回日期] 2004-09-20
 [本文编辑] 尹 茶

Arterial baroreflex function determines the survival time in lipopolysaccharide-induced shock in rats

Shen FM, Guan YF, Xie HH, Su DF (Department of Pharmacology, School of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

[ABSTRACT] Lipopolysaccharide(LPS) mimics many of the effects of septic shock. LPS-induced death has been attributed to systemic hypotension, hyporeactivity to vasoconstrictors, metabolic acidosis, and organ damage. However, there is no research directed to the involvement of the baroreflex sensitivity(BRS) in LPS-induced death. The purpose of this study was to evaluate the effect of BRS on the survival time after lethal LPS challenge. Four groups of rats were used. Each rat received an equivalent dose of intravenous LPS(50 mg/kg). It was found that the anesthetized sinoaortic-denervated(SAD) rats(representative of the lowest BRS, BRS=0.022 ± 0.015 ms/mmHg) survived the shortest time(36 ± 11.1 min). The conscious SAD rats(BRS=0.198 ± 0.035ms/mmHg) and the anesthetized sham-operated rats(BRS=0.304 ± 0.072 ms/mmHg) were alive a relatively long time(101 ± 11.5 min and 110 ± 12.4 min, respectively). The conscious sham-operated rats(BRS=0.943 ± 0.097 ms/mmHg) survived the longest time(148 ± 6.5 min). These results demonstrated that arterial baroreflex function determined the survival time in the LPS-induced lethal shock.

[Shock, 2004, 21(6):556-560]