

文章编号 1006-8147(2016)04-0347-05

论 著

水相合成 CdTe 量子点荧光光度法测定硫酸庆大霉素

庄布军¹, 黄琛², 张莉², 吴伯岳², 高卫真^{1,2}

(1.天津医科大学基础医学院药理学系, 天津 300070; 2.天津医科大学医学检验学院, 天津 300203)

摘要 目的: 基于 CdTe 量子点的荧光淬灭现象, 建立一种简便、经济和高灵敏度的检测硫酸庆大霉素的新方法。方法: 以巯基乙酸(TGA)为稳定剂, 在水相中合成 CdTe 量子点, 并用荧光分光光度计、红外光谱仪、透射电镜对其进行表征。实验过程中, 优化了 CdTe 量子点 TGA、镉、碲三者之间的比例, 考察了不同 pH 与回流时间对量子点荧光性质的影响。通过测定 CdTe 量子点荧光强度的下降, 实现了对硫酸庆大霉素注射液浓度的测定。结果: 合成了荧光发射峰在 607 nm、粒径在 4.0 nm 左右的 CdTe 量子点。硫酸庆大霉素对 CdTe 量子点的荧光有淬灭作用, 在 pH=7.4 的磷酸盐缓冲体系中, 硫酸庆大霉素的浓度在 0.10~2.00 mg/L 范围时, 量子点荧光强度比值与硫酸庆大霉素浓度符合 Stern-Volmer 方程且相关系数 $R^2=0.9989$ 。结论: 该方法灵敏度较高, 快速简便, 可用于硫酸庆大霉素浓度的测定。

关键词 量子点; 水相合成; 硫酸庆大霉素; 荧光检测

中图分类号 R9

文献标志码 A

Aqueous synthesis of CdTe quantum dots with fluorescence spectrophotometry for gentamicin sulfate detection

ZHUANG Bu-jun¹, HUANG Chen², ZHANG Li², WU Bo-yue², GAO Wei-zhen^{1,2}

(1. Department of Pharmacology, School of Basic Medical Sciences, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 2. School of Medical Laboratory, Tianjin Medical University, Tianjin 300203, China)

Abstract **Objective:** To prepare a facile and cost efficient method for the determination of gentamicin sulfate. **Methods:** The thioglycolic acid capped CdTe quantum dots were synthesized in aqueous phase. Transmission electron microscopy, infrared spectroscopy and fluorescence spectroscopy were used to characterize the particle size and shape, the surface chemical group and the fluorescence property of the quantum dots. During the experiment, proportion of TGA, Cd, Te among CdTe quantum synthesis process were optimized, and the optical stability and the effect of pH on the fluorescence intensity of CdTe quantum dots were also evaluated. **Results:** The fluorescence emission peak at 607 nm and the TEM images displayed CdTe at about 4.0 nm were synthesized. The fluorescence quenching effect of gentamicin sulfate on CdTe quantum dots was researched, and a new method for the detection of gentamicin sulfate using CdTe quantum dots as fluorescent probes was established. In the optimal conditions, CdTe quantum dots were successfully applied to the detection of gentamicin sulfate in water, and a linear relationship was obtained to cover the concentration range of 0.10~2.00 mg/L, with a correlation coefficient of 0.9989, which was best described by a Stern-Volmer equation. **Conclusion:** The proposed method can be used for the determination of gentamicin sulfate with satisfactory results.

Key words quantum dots; aqueous synthesis; gentamicin sulfate; fluorescence detection

庆大霉素是开发最早的氨基糖苷类抗生素之一。由于其较低的成本^[1]、较广的抗菌谱^[2]等良好的药效学特性^[3], 成为治疗革兰阴性杆菌感染常用的抗生素之一^[4]。但是使用硫酸庆大霉素的剂量过大会出现潜在的肾毒性^[5]和耳毒性^[6], 《中华人民共和国药典》中规定庆大霉素的有效血药浓度范围为 4~10 mg/L, 避免高峰血药浓度持续在 12 mg/L 以上和谷浓度超过 2 mg/L^[7]。因此, 需要监测硫酸庆大霉素的血药浓度, 以便给予患者合适的剂量, 以达到

良好的治疗作用及较少的不良反应^[8-9]。目前对硫酸庆大霉素浓度检测常用的方法有高效液相色谱法^[10]、液相色谱-质谱联用法^[11]等, 但这些方法存在仪器昂贵、操作复杂等缺点^[12]。因此建立快速、简便、灵敏的硫酸庆大霉素检测方法, 对保障用药安全具有重要意义。荧光分光光度法具有灵敏度高、选择性强以及方法简便等优点, 现已广泛应用于食品检验、化学、医学、药物分析、冶金、生命科学和环境科学等多个领域^[13]。半导体纳米晶体, 又称为量子点, 具有独特的光学与电子特性、较大的比表面积以及量子尺寸效应而成为备受关注的纳米材料^[14-16]。与传统的有机荧光材料相比, 量子点具有优异的耐光漂白性, 窄而对称的发射光谱以及宽的吸收光谱^[17]。近年来, 量子

基金项目 国家自然科学基金青年基金资助项目(21205087); 天津医科大学科学基金资助项目(2011KY11)

作者简介 庄布军(1991-), 男, 硕士在读, 研究方向: 纳米材料在药物检测方面的应用; 通信作者: 高卫真, E-mail: weizhengao33@163.com。

点作为一种高灵敏度、高选择性及较为经济的发光传感器广泛用于医药卫生与环境检测,如检测有毒金属^[18]、农药^[19]、爆炸物^[20]、药品^[21]以及一系列生物分子^[22]。本研究基于硫酸庆大霉素对量子点的荧光猝灭作用,建立一种快速、简便、灵敏的测定方法。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 实验试剂 所用化学试剂至少为分析纯,水为娃哈哈纯净水。所用试剂及其来源:无水乙醇、Te粉、 KBH_4 、 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 、 NaOH (天津市光复科技发展有限公司,天津),TGA(上海萨恩化学技术有限公司,上海),硫酸庆大霉素(上海晶纯生化科技股份有限公司,上海),硫酸庆大霉素注射液(江苏康宝制药有限公司,江苏),磷酸盐缓冲液(PBS,0.02 mol/L, pH=7.4,配制:用500 mL水溶解8.500 g NaCl ,5.543 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$,0.260 g $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 调pH至7.4,密闭保存于室温待用)。

1.1.2 实验仪器 F-380荧光分光光度计(天津市港东科技股份有限公司,天津),HT7700型透射电子显微镜(日立高新技术公司,日本),TENSOR27傅立叶变换红外光谱仪(Bruker公司,德国)。

1.2 方法

1.2.1 CdTe量子点的制备 在安瓿瓶中依次加入38 mgTe粉、100 mg KBH_4 、3.0 mL水,密闭环境下室温搅拌反应,直至黑色Te粉消失,得到无色透明的 KH_2Te 溶液。在100 mL三颈烧瓶中依次加入2.0 mL 0.1 mol/L的 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 水溶液、不同体积的TGA、37.0 mL水,在磁力搅拌下滴加1.0 mol/L NaOH 溶液调节pH。用氩气将该溶液在密闭体系中脱氧,然后在适当的搅拌速度下,向上述溶液中加入新制备的无色 KH_2Te 溶液,加热至沸并冷凝回流一定时间,即可得到CdTe量子点。

1.2.2 CdTe量子点的表征 取回流3 h的CdTe量子点母液,用倍比稀释法将量子点母液($C=86.4 \text{ mg/L}$)稀释一千倍,滴加制样。采用TEM对量子点的形貌进行表征。取2 mg干燥好的CdTe量子点,加入138 mg KBr ,在研钵中沿同一方向研磨均匀至无大颗粒状固体出现,之后进行压片,置于傅立叶变换红外光谱仪进行光谱扫描。

1.2.3 硫酸庆大霉素标准溶液和注射液的配置 于电子天平上称量100 mg硫酸庆大霉素溶于10.0 mL水中,配置成硫酸庆大霉素初浓度 $C_0=1.0 \times 10^4 \text{ mg/L}$ 。待溶液分散均匀后,再取1.0 mL硫酸庆大霉素溶液加入9.0 mL水于比色管中定容至10.0 mL,配置成硫酸庆大霉素浓度 $C_1=1000 \text{ mg/L}$,采用倍比稀释法依

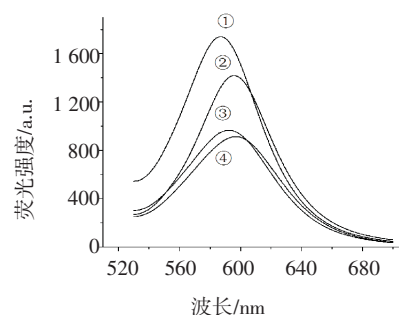
次稀释成硫酸庆大霉素浓度 $C_2=100 \text{ mg/L}$, $C_3=10 \text{ mg/L}$ 备用。取硫酸庆大霉素浓度 $C_3=10 \text{ mg/L}$ 依次配置不同的硫酸庆大霉素浓度($C=0.10, 0.20, 0.50, 1.50, 2.00 \text{ mg/L}$)。取1支2 mL 8万单位(80 mg)的硫酸庆大霉素注射液,采用倍比稀释法依次稀释,至终浓度 $C_4=10 \text{ mg/L}$ 备用。

1.2.4 硫酸庆大霉素的检测 将得到的量子点用无水乙醇进行纯化、离心、干燥,用水复溶,制得量子点水溶液。向比色管中依次加入2.0 mL PBS、0.7 mL CdTe量子点($C=86.4 \text{ mg/L}$)、不同浓度的硫酸庆大霉素,然后用水定容至5.0 mL,于室温下放置40 min,以480 nm为激发波长测定530~700 nm范围内的荧光光谱。

2 结果

2.1 CdTe量子点的制备及条件优化

2.1.1 TGA与Cd的比例对量子点生长的影响 为获得高性能的CdTe量子点,本工作考察了TGA与Cd比例对量子点荧光性能的影响。我们固定 $[\text{Cd}]=2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$,依次调节 $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]=1.0, 1.2, 1.8, 2.4$ 。从图1可知,当 $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]=1.0, 1.2$ 时,量子点具有较高的荧光强度。从图2可知当 $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]=1.0$ 时,硫酸庆大霉素的浓度在0.10~0.50 mg/L之间时与量子点荧光强度比值不符合Stern-Volmer方程。



$[\text{TGA}]/[\text{Cd}]=\text{①}1.0, \text{②}1.2, \text{③}1.8, \text{④}2.4$

图1 $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]$ 比对量子点荧光光谱的影响

Fig 1 Effect of the $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]$ ratio on fluorescence spectra of the CdTe quantum dots

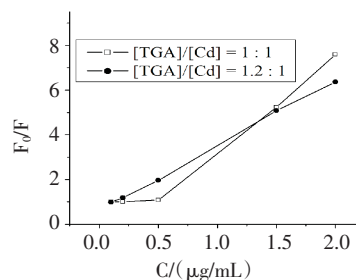
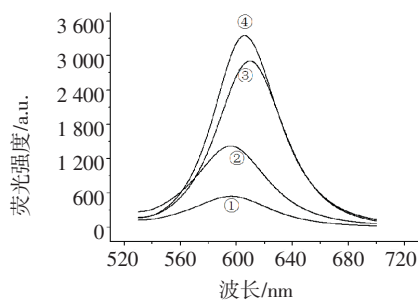


图2 硫酸庆大霉素对不同 $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]$ 比的量子点荧光强度比值的影响

Fig 2 Influence of the concentration of added gentamicin sulfate on the fluorescence intensity ratio of CdTe quantum dots with different $[\text{TGA}]/[\text{Cd}]$ ratio

2.1.2 Cd、Te 比例对量子点生长的影响 为考察 Cd 与 Te 比例对量子点生长的影响,我们固定 $[TGA]/[Cd]=1.2$, $[Cd]=2.0 \times 10^{-4}$ mol/L, 改变 KHTe 的加入量,使 $[Cd]/[Te]=2, 4, 6, 8$ 。由图 3 可知,随着 $[Cd]/[Te]$ 比例的增加,荧光强度增强。Cd 与 Te 的物质的量比为 8:1 的量子点在合成过程中产生暗红色沉淀,有可能是量子点生长速度过快突破纳米尺度,形成 CdTe 体材料的原因。一个星期内 Cd 与 Te 的物质的量比为 6:1, 回流不同时间的量子点也出现不同程度的沉淀,而 Cd 与 Te 的物质的量比为 4:1、2:1 时的量子点相对稳定,没有沉淀产生。

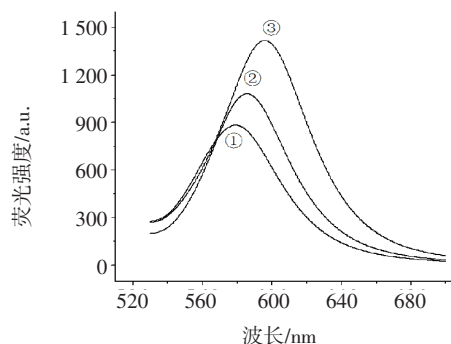


$[Cd]/[Te]=① 2, ② 4, ③ 6, ④ 8$

图 3 $[Cd]/[Te]$ 比量子点荧光光谱的影响

Fig 3 Effect of the $[Cd]/[Te]$ ratio on fluorescence spectra of the CdTe quantum dots

2.1.3 pH 对量子点生长的影响 为研究 pH 对量子点生长的影响,我们固定 $[TGA]/[Cd]=1.2$, $[Cd]=2.0 \times 10^{-4}$ mol/L, $[Cd]/[Te]=4$, 通过向反应体系中加入不同体积的 NaOH 溶液, 调节反应 $pH=8.0, 10.0, 12.0$ 。由图 4 可知,随 pH 的增加,量子点最大发射波长发生明显红移,在 $pH=12.0$ 时量子点峰值较高。



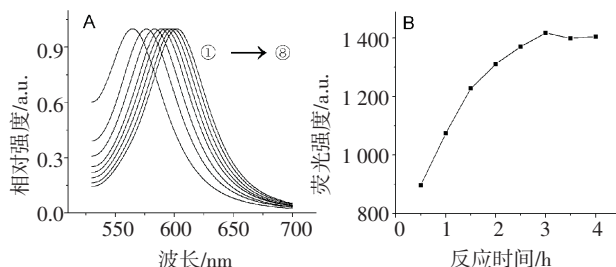
$pH=① 8.0, ② 10.0, ③ 12.0$

图 4 pH 对量子点荧光光谱的影响

Fig 4 Effect of the pH on fluorescence spectra of the CdTe quantum dots

2.1.4 回流时间对量子点生长的影响 我们固定 $[TGA]/[Cd]=1.2$, $[Cd]=2.0 \times 10^{-4}$ mol/L, 使 $[Cd]/[Te]=4.0$,

$pH=12.0$, 考察回流时间对量子点生长的影响。由图 5A 可知,随着时间的增加 CdTe 量子点的最大吸收波长发生明显红移。同时,随着回流时间的增加,量子点荧光强度逐渐增强,在 3 h 时荧光峰值达到最大,3 h 后其荧光强度又随回流时间的增加开始减弱 (图 5B)。



反应时间①~⑧: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 h

图 5 回流时间对荧光光谱(A)和荧光强度(B)的影响

Fig 5 Effect of the reaction time on fluorescence spectra (A) and fluorescence intensity (B)

2.2 量子点的形貌及光学性质 从图 6 可以看出, CdTe 量子点呈球形, 纳米粒子大小均匀, 平均粒径为 4.0 nm 左右。从图 7 中可以看到羧基在 3401 cm^{-1} 处的强吸收峰以及羰基在 1563 cm^{-1} 与 1383 cm^{-1} 位置处的双振动吸收峰, 这说明 TGA 已成功的包覆在 CdTe 量子点表面。

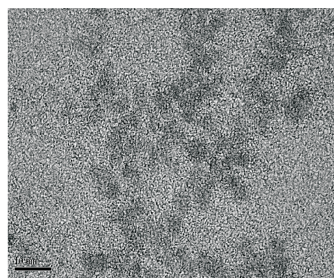


图 6 量子点的透射电镜图 (标尺: 10 nm)

Fig 6 The TEM images of CdTe quantum dots (Scale bar: 10 nm)

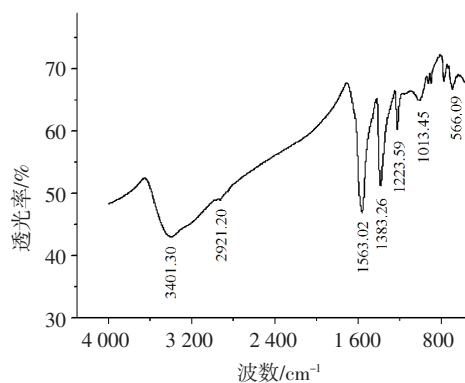
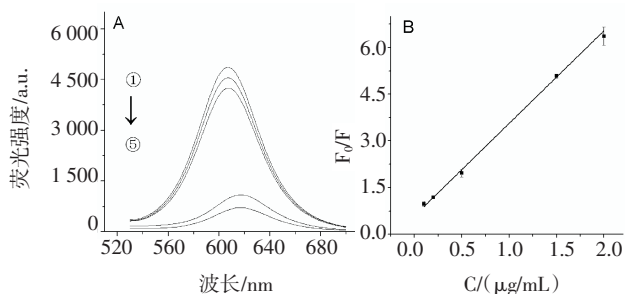


图 7 量子点的傅立叶变换红外光谱图

Fig 7 FT-IR spectra of CdTe quantum dots

2.3 量子点对硫酸庆大霉素的荧光响应 在 pH=7.4 的磷酸盐缓冲体系中检测,于室温下放置 40 min。不同浓度硫酸庆大霉素的加入对 CdTe 量子点荧光发射光谱的影响见图 8。由图 8A 可知,随着硫酸庆大霉素浓度的增加,量子点的荧光峰值显著降低并发生明显红移。由图 8B 可知,校正曲线($y=0.5952x+2.9726$)的线性范围为 0.10~2.00 mg/L, $R^2=0.9989$ 。



硫酸庆大霉素浓度①~⑤:0.10,0.20,0.50,1.50,2.00 mg/L

图 8 不同浓度硫酸庆大霉素对 CdTe 量子点荧光光谱 (A) 和荧光强度比值 (B) 的影响

Fig 8 Influence of the concentration of added gentamicin sulfate on the fluorescence spectra (A) and on the fluorescence intensity ratio (B) of CdTe quantum dots

2.4 硫酸庆大霉素的检测 在荧光分光光度计上选择激发波长 480 nm、发射波长 530~700 nm 进行荧光扫描,并测定最大发射波长下的荧光强度,再将最大荧光强度代入校正曲线中计算硫酸庆大霉素标准品以及硫酸庆大霉素注射液浓度,结果列于表 1。

表 1 硫酸庆大霉素检测结果

Tab 1 Results for determination of gentamicin sulfate

样品浓度/ (mg/L)	硫酸庆大霉素标准品		硫酸庆大霉素注射液	
	本法测定值/(mg/L)	RSD/%	本法测定值/(mg/L)	RSD/%
0.20	0.21	3.77	0.19	4.28
1.00	1.00	1.42	0.99	1.89
1.50	1.44	1.29	1.51	3.60

3 讨论

笔者首先对 CdTe 量子点的水相合成过程进行改进,优化 CdTe 量子点稳定剂(巯基乙酸,TGA)、Cd 及 Te 三者之间的比例、pH 及回流时间等条件,制备了荧光性能优良、化学性质稳定的 CdTe 量子点。由图 1、2 可知,稳定剂 TGA 过量会降低量子点的荧光强度,过低又会影响量子点荧光强度比值与硫酸庆大霉素浓度的线性关系,因此本实验最终选取的比例为[TGA]/[Cd]=1.2。由图 3 可知,随着[Cd]/[Te]比例的增加,荧光强度增强而量子点稳定性变

差,产生上述现象的原因可能是随着反应物[Te]的摩尔比例减少,部分[Cd]吸附在量子点表面,减少了量子点的表面缺陷,提高了量子点的发光效率,从而导致荧光强度增强,而且当[Te]的摩尔比例减少到一定浓度时过量的[Cd]又会使量子点表面悬空键增加而导致量子点变得不稳定。本实验选择荧光强度较高而又稳定的量子点用于检测,因此我们将 Cd 与 Te 的物质的量比定为 4:1。由图 4 可知,在 pH=12.0 时量子点峰值较高且放置一个星期未出现沉淀,稳定性良好,因此本实验选取 pH=12.0 作为最终的合成条件。由图 5A 可知,随时间的增加 CdTe 量子点的最大吸收波长发生明显红移,这是由于随着反应时间延长,CdTe 量子点粒径逐渐增大、表面缺陷减少,使得导带与价带间的能级差减小,从而使受激发电子跃迁回到基态所释放的能量减少而产生的;由图 5B 可知,回流时间在 3 h 时荧光峰值达到最大,因此我们最终选择 3 h 作为合成 CdTe 量子点的回流时间。之后用红外光谱仪、透射电镜对其进行表征,由图 6、7 可知成功包裹 TGA 的量子点呈球形且粒径大小均匀。由图 8A 可知,硫酸庆大霉素能有效淬灭 CdTe 量子点荧光,荧光强度淬灭和硫酸庆大霉素的浓度之间的关系符合 Stern-Volmer 方程。在此基础上,建立了一种灵敏、快速、简便检测硫酸庆大霉素的新方法;由图 8B 可知在最优检测条件下,CdTe 量子点检测硫酸庆大霉素浓度的线性范围为 0.10~2.00 mg/L, $R^2=0.9989$ 。采用高效液相色谱-蒸发检测器测定实验表明,硫酸庆大霉素对照品在 10~400 mg/L 范围内线性关系良好^[23],与常用的高效液相色谱法相比,该法检测硫酸庆大霉素浓度具有快速、简便、灵敏的优势,为硫酸庆大霉素的浓度检测提供了一种新方法。

参考文献:

- [1] Mishra P K, Ashoub A, Salhiyyah K, et al. Role of topical application of gentamicin containing collagen implants in cardiac surgery[J]. J Cardiothorac Surg, 2014, 9(1): 122
- [2] Draz E I, Abdin A A, Sarhan N I, et al. Neurotrophic and antioxidant effects of silymarin comparable to 4-methylcatechol in protection against gentamicin-induced ototoxicity in guinea pigs[J]. Pharmacol Rep, 2015, 67(2): 317
- [3] Vakulenko S B, Mobashery S. Versatility of aminoglycosides and prospects for their future[J]. Clin Microbiol Rev, 2003, 16(3): 430
- [4] Ahn J, You S J, Lee Y M, et al. Hypoxia-inducible factor activation protects the kidney from gentamicin-induced acute injury [J]. Plos One, 2012, 7: 48952
- [5] Jia P, Teng J, Zou J, et al. Intermittent exposure to xenon protects against gentamicin-induced nephrotoxicity[J]. Plos One, 2013, 8: 64329

- [6] Aran J M, Darrouzet J, Erre J P. Observation of click-evoked compound VIII nerve responses before, during, and over seven months after kanamycin treatment in the guinea pig[J]. *Acta Otolaryngol*, 1975, 79(1/2): 24
- [7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典临床用药须知化学药和生物制品卷[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 518
- [8] Perletti G, Vral A, Patrosso M C, et al. Prevention and modulation of aminoglycoside ototoxicity (Review)[J]. *Mol Med Rep*, 2008, 1(1): 3
- [9] Dehne N, Rauen U, De Groot H, et al. Involvement of the mitochondrial permeability transition in gentamicin ototoxicity[J]. *Hear Res*, 2002, 169(1): 47
- [10] Brito SMO, Coutinho HDM, Talvani A, et al. Analysis of bioactivities and chemical composition of *Ziziphus joazeiro* Mart. using HPLC-DAD[J]. *Food Chem*, 2015, 186: 185
- [11] Rodriguez M, Cretoso D S, Euterpio M A, et al. Fast determination of underivatized gentamicin C components and impurities by LC-MS using a porous graphitic carbon stationary phase[J]. *Anal Bioanal Chem*, 2015, 407(25): 7691
- [12] 毛永强, 李卓然, 王继仁, 等. 基于 CdTe 量子点内滤效应同步荧光猝灭法测定四环素[J]. *分析测试学报*, 2015, 34(1): 96
- [13] 赵建, 刘璇, 文镜. 荧光分光光度计测定保健食品总抗氧化能力[J]. *食品科学*, 2010 (22): 301
- [14] Alivisatos A P, Johnsson K P, Peng X, et al. Organization of nanocrystal molecules' using DNA[J]. *Nature*, 1996, 382(6592): 609
- [15] Jacobs K, Zaziski D, Scher E C, et al. Activation volumes for solid-solid transformations in nanocrystals[J]. *Science*, 2001, 293(5536): 1803
- [16] Peng X, Manna L, Yang W, et al. Shape control of CdSe nanocrystals [J]. *Nature*, 2000, 404(6773): 59
- [17] Hu S, Zeng S, Zhang B, et al. Preparation of biofunctionalized quantum dots using microfluidic chips for bioimaging[J]. *Analyst*, 2014, 139(18): 4681
- [18] Yang Y, Mathieu J M, Chattopadhyay S, et al. Defense mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 against quantum dots and their released heavy metals[J]. *ACS Nano*, 2012, 6(7): 6091
- [19] Zhang K, Mei Q, Guan G, et al. Ligand replacement-induced fluorescence switch of quantum dots for ultrasensitive detection of organophosphorothioate pesticides[J]. *Anal Chem*, 2010, 82(22): 9579
- [20] Liu B, Tong C, Feng L, et al. Water-soluble polymer functionalized CdTe/ZnS quantum dots: A facile ratiometric fluorescent probe for sensitive and selective detection of nitroaromatic explosives [J]. *Chem-Eur J*, 2014, 20(8): 2132
- [21] Chantada-Vázquez M P, Sánchez-González J, Pea-Vázquez E, et al. Synthesis and characterization of novel molecularly imprinted polymer-coated Mn-doped ZnS quantum dots for specific fluorescent recognition of cocaine[J]. *Biosens Bioelectron*, 2016, 75: 213
- [22] Esteve-Turrillas F A, Abad-Fuentes A. Applications of quantum dots as probes in immunosensing of small-sized analytes[J]. *Biosens Bioelectron*, 2013, 41: 12
- [23] 国立娟. HPLC-ELSD 法测定硫酸庆大霉素含量的方法改进[J]. *黑龙江科技信息*, 2015 (20): 63

(2015-12-04 收稿)

文章编号 1006-8147(2016)04-0351-03

论 著

口鼻面罩弹力固定罩的研制及在无创正压通气早期应用观察

冯玉玺, 王冬梅, 付 唯, 赵永华, 汤 燕, 刘玲玲, 甄芳芳, 郑敏娜

(天津市滨海新区中医医院急诊科, 天津 300451)

摘要 目的: 观察口鼻面罩弹力固定罩在无创正压通气(NPPV)应用的安全性及效果。方法: 采用复合材料制成弹力固定罩。将 66 例行 NPPV 患者平均分为两组, 观察组使用弹力固定罩固定口鼻面罩, 对照组使用头带固定。NPPV 初始治疗及每 15 min 询问患者面部压迫感; 观察面罩气囊及固定带部分皮肤压痕, 漏气情况。记录 NPPV 初始治疗及每 15 min 患者的动脉血氧饱和度(SaO₂)、心率(HR)、呼吸(RR)情况。结果: 两组初始 NPPV 均有面部压迫感, 15 min 面部压迫感、面罩气囊及固定带皮肤压痕发生率观察组低于对照组($P < 0.05$), 漏气发生率低于对照组($P < 0.01$); 观察组 15、30 min 的 SaO₂、HR、RR 改善情况优于对照组($P < 0.01$), 45、60 min HR 降低优于对照组($P < 0.05$)。结论: 弹力固定罩提高了 NPPV 的安全性及疗效。

关键词 口鼻面罩; 弹力固定罩; 无创正压通气; 安全; 效果

中图分类号 R459.7

文献标志码 A

无创正压通气 (non-invasive positive pres-

作者简介 冯玉玺 (1967-), 男, 副主任医师, 研究方向: 急诊医学,
E-mail: fengyuxi1568@126.com。

sure ventilation, NPPV) 是目前治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重 (acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD) 并 II 型呼吸衰竭的常