

# ATP 荧光检测法检测医院电梯按钮表面细菌总数

刘天钊<sup>1</sup> 李晓青<sup>2</sup> 刘俊江<sup>2</sup> 张艳玲<sup>2</sup> 梁 岩<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(北京大学深圳医院 深圳 518036)

<sup>2</sup>(中国科学院深圳先进技术研究院食品安全及环境技术研究所 深圳 518055)

**摘 要** 使用 ATP 荧光快速检测法测定了北京大学深圳医院 16 部电梯按钮表面的细菌总数。按照 GB15982-2012 评价标准评价,消毒前合格率为 72.92%,消毒后合格率为 93.75%。ATP 发光强度对数值与表面细菌总数对数值线性关系为  $y = 1.12048x - 0.66611$ , 相关系数  $R^2 = 0.95797$ 。分析主要影响因素为人员类型及人流量。ATP 荧光检测法能够快速、准确对医院电梯按钮表面细菌总数进行测定,可以有效反映医院公共卫生状况,防止交叉感染。

**关键词** 电梯; 表面细菌总数; ATP 荧光; 医院清洁

**中图分类号** R 187 **文献标志码** A

## Detection of Surface Microbial Count on Elevator Buttons of Hospital Using ATP Bioluminescence Method

LIU Tianzhao<sup>1</sup> LI Xiaoqing<sup>2</sup> LIU Junjiang<sup>2</sup> ZHANG Yanling<sup>2</sup> LIANG Yan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Peking University Shenzhen Hospital, Shenzhen 518036, China)

<sup>2</sup>(Laboratory for Food Safety and Environmental Technology, Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, China)

**Abstract** Microbial count on surface of buttons in 16 elevators in Peking University Shenzhen Hospital was detected using ATP bioluminescence method. The quantification significantly correlated with the pour plate method ( $y = 1.12048x - 0.66611$ ,  $R^2 = 0.95797$ ). According to the GB15982-2012 standard, about 72.92% unsterilized samples and 95.83% sterilization samples were acceptable. Factors affecting general hygiene condition in elevators were mainly people types and flux. In general, ATP bioluminescence method was demonstrated to be a reliable fast testing method for quantifying microbial contamination on surface of elevator buttons, which therefore could serve as a good indicator of public hygiene surveillance and management in hospitals. This is important for preventing cross-infection.

**Keywords** elevator; surface microbial count; ATP bioluminescence; hospital hygiene

## 1 引 言

电梯作为现代化医院的标志,能够为上下楼

人员提供方便、快捷、省时、省力的运输。在现代社会生活中,大家为了节省时间和体力,大多数人更倾向于选择乘坐电梯,因此电梯是医院流动人群相对集中的场所之一。医院的电梯日流量

收稿日期: 2015-02-03 修回日期: 2015-04-21

**作者简介:** 刘天钊, 硕士, 助理研究员, 研究方向为医院卫生管理; 李晓青, 硕士, 研究方向为食品科学; 刘俊江, 硕士, 研究方向为食品检测; 张艳玲, 博士, 研究方向为环境科学; 梁岩(通讯作者), 博士, 助理教授, 研究方向为环境科学、环境微生物/毒理、食品微生物等, E-mail: yan.liang@siat.ac.cn。

通常为 1000~3000 人, 主要包括患者、陪护人员、探视人员、医护人员以及行政人员<sup>[1]</sup>。在电梯各个部分中, 电梯按钮是人员接触最多却最容易被忽视的一个部分, 其中以上下楼键、开关门键及一楼键的使用频率最高, 是引起医院感染的一个重要传播媒介。北京大学深圳医院是深圳大型的三级甲等医院, 每日有大量人员流动, 因此评估电梯卫生状况对防止交叉感染有重要意义。目前医院每日会定时安排清洁工对电梯进行擦拭消毒, 使用的有机氯消毒液在众多报道中均有较好的杀菌效果。但由于不同电梯用途和使用率不同, 目前的消毒方式和消毒频率是否能够起到预期的作用尚不明确。此外, 目前针对电梯卫生的研究并不多, 且大多采用棉拭子法采样和平板菌落法检测, 采样和检测时间长, 不利于快速监控。三磷酸腺苷(Adenosine Triphosphate, ATP)生物荧光检测法作为一种新型的微生物快检方法, 其原理是对微生物体内 ATP 含量进行荧光检测, 通过相对发光强度(Relative Light Unit, RLU)对微生物含量进行定量。

在国外利用 ATP 荧光快速检测法监控微生物以及表面清洁度被越来越多的采用<sup>[2]</sup>。1996 年 Siragusa 等<sup>[3]</sup>发现了新型的微生物 ATP 荧光检测法用来检测家禽尸体上的微生物。Aycicek 等<sup>[4]</sup>利用 ATP 荧光快速检测法测定了医院厨房里器具表面的清洁度并跟传统的擦拭采样法进行了比较。其研究结果显示, ATP 荧光快速检测法能更迅速得出结果, 更利于卫生防控。本文利用 ATP 荧光快速检测法检测电梯表面细菌总数在外文文献中未见报道过。

与传统微生物检测方法相比, ATP 荧光检测法的测试时间短, 操作简便, 能够快速检测微生物的含量<sup>[5-7]</sup>。因此, 使用 ATP 荧光检测法能够快速了解电梯按钮上细菌污染的状况以及消毒效果的评估, 对于改善医院卫生环境、减少医院内交叉感染以及医院日常卫生控制有重要意义。

## 2 材料与amp;方法

### 2.1 材料

#### 2.1.1 实验对象

实验对象为北京大学深圳医院门诊部、肝炎肠道门诊、住院部、住院北楼、手术梯、行政楼、行政货梯共 16 个电梯消毒前和消毒后的内外按钮表面, 采样位置包括上楼、下楼、开门、关门、一层、二层、三层、四层一共 8 个按钮, 总面积为 90~120 cm<sup>2</sup>。

#### 2.1.2 检测设备

检测设备为 Clean-trace ATP 荧光检测仪及采样棒(美国 3M 公司)、PetriFilm 菌落总数测试片(美国 3M 公司)和恒温微生物培养箱(上海一恒仪器有限公司)。

### 2.2 方法

#### 2.2.1 样本采集

医院统一消毒时间为每日 14:00, 医院清洁人员使用 1/500 质量浓度的有机氯消毒液对物体表面进行擦拭。消毒前采样时间为 13:30, 消毒后采样时间为 14:30。按如下方式采样: 从 ATP 采样棒中取出棉签, 分别对 2.1.1 中的实验对象进行表面涂抹, 尽量涂抹充分均匀, 且每个样本涂抹的方式保持一致。将涂抹后的棉签插回采样棒中震荡 20 次使其充分反应。将采样棒放入 ATP 荧光检测仪中检测其发光强度 RLU 值, 记录检测结果, 同时记录测量采样面积, 完成一个样本的采集。在连续 3 个工作日的同一时间对消毒前和消毒后的实验对象分别采样, 消毒前后各 48 个样本, 总共 96 个样本。

#### 2.2.2 标准曲线

按照《GB15982-2012 医院消毒卫生标准》<sup>[8]</sup>中“物体表面微生物污染检查方法”, 使用沾有无菌生理盐水的无菌棉拭子进行涂抹采样, 迅速剪下棉拭子置于 10 mL 无菌生理盐水试管中送检, 得到细菌总数(Colony-Forming Units, CFU)

值。同时取 100  $\mu\text{L}$ ~1 mL 试管中的采样液进行不同梯度稀释后使用 ATP 荧光检测法检测, 得到对应的 RLU 值。将  $\lg(\text{CFU})$  和  $\lg(\text{RLU})$  进行线性分析, 得到对应的标准曲线公式。

### 2.2.3 结果计算

将 RLU 检测结果通过 2.2.2 中标准曲线计算得到 CFU 值, 即样品总表面的细菌总数, 除以实际采样面积(以  $\text{cm}^2$  为单位)即单位面积的细菌总数。

### 2.2.4 结果评价

《GB15982-2012 医院消毒卫生标准》中规定 IV 类环境物体表面平均菌落总数不得超过 10  $\text{CFU}/\text{cm}^2$ , 按照该限值对 2.2.3 结果进行判定。

### 2.2.5 人员类型

与医院清洁人员、医护人员沟通, 了解不同电梯的使用人群类型。

### 2.2.6 人流量评估

随机选取 3 日于 10:30 在样本电梯一楼门口, 统计 15 分钟内进入电梯的人数, 统计结果最终取平均值。

## 3 结果与分析

### 3.1 标准曲线

按照 2.2.2 方法获得 CFU 值与其对应 RLU 值。使用 Origin Pro 8.0 软件进行分析, RLU 值的对数与 CFU 值的对数呈显著线性相关, 线性方程  $y=1.12048x-0.66611$ , 相关系数  $R^2=0.95797$ , 如图 1。

### 3.2 样本检测结果

对 16 个不同电梯的按钮消毒前后的细菌总数使用 ATP 荧光检测法进行检测, 结果见图 2。消毒前检测结果表明, 门诊部电梯、手术电梯、住院北楼检测结果较高, 最高达到了 12.13  $\text{CFU}/\text{cm}^2$ , 消毒前 48 个样本中合格率为 72.92%。消毒后大部分检测结果均远低于《医院消毒卫生标准》中

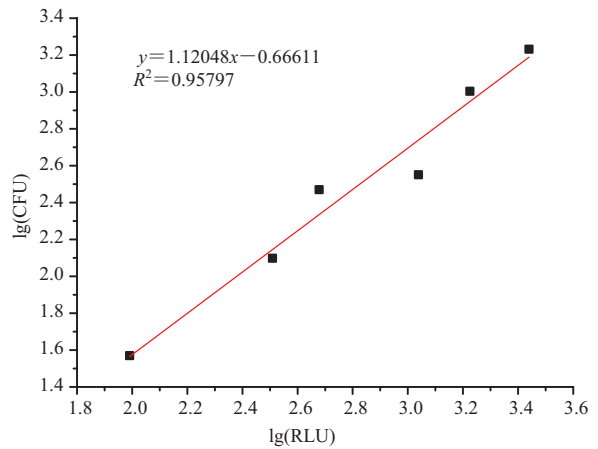


图 1  $\lg(\text{RLU})$  与  $\lg(\text{CFU})$  的线性关系

Fig. 1 Linear relationship between  $\lg(\text{RLU})$  and  $\lg(\text{CFU})$

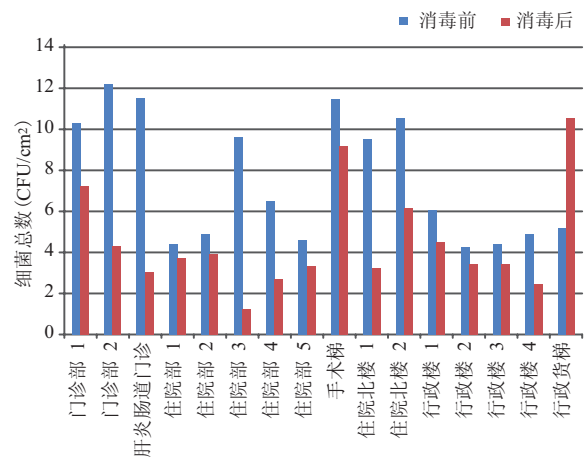


图 2 电梯按钮表面细菌总数检测结果

Fig. 2 CFU testing result of surface microbial count of elevator buttons

规定的细菌总数限值 10  $\text{CFU}/\text{cm}^2$  (如图中红线所示), 48 个样本中合格率达到 93.75%。消毒前后对比发现, 除行政货梯外, 所有的电梯按钮细菌总数均有明显的降低, 其中门诊部及住院部变化较大。

### 3.3 电梯使用人群类型及人流量

通过医院相关人员我们了解到, 不同区域电梯的乘坐人员类型和人流量均有着较大差异, 结果见表 1。电梯使用人员类型主要包括病患人员、陪同或探视人员、医护人员以及行政人员。

16 部电梯中, 门诊部和住院部的人群类型最为复杂, 几乎涵盖所有的人员类型, 而其人流量也远高于其他区域电梯, 门诊部 2 部电梯、住院部 3 号梯以及住院北楼 1 号梯的使用频率最高; 行政楼电梯则基本上为非患者使用; 行政货梯主要是搬运货物的人员使用。由结果可以看出, 细菌总数检测结果较高的电梯如门诊部及肝炎肠道门诊等, 其人员类型更复杂, 人流量也较其他电梯更高, 人员类型复杂程度及人流量与细菌总数基本呈正相关。

表 1 不同电梯使用人群类型及人流量比较

Table 1 Types and flow value of people using elevators

区域	总楼层	主要使用对象	人数/15 min
门诊部 1	8	1, 2, 3	83
门诊部 2	8	1, 2, 3	117
肝炎肠道门诊	8	1, 2, 3	53
住院部 1	13	1, 2, 3	60
住院部 2	13	1, 2, 3	47
住院部 3	13	1, 2, 3	82
住院部 4	13	1, 2, 3	36
住院部 5	13	1, 2, 3	30
手术梯	13	3	61
住院北楼 1	8	1, 2, 3	72
住院北楼 2	8	1, 2, 3	51
行政楼 1	7	2, 3, 4	35
行政楼 2	7	2, 3, 4	24
行政楼 3	7	2, 3, 4	23
行政楼 4	7	2, 3, 4	41
行政货梯	7	4	12

注: 1——病患人员; 2——病患陪同或探视人员; 3——医护人员;  
4——行政人员

## 4 讨论

医院公共卫生环境影响着病患、陪同人员以及工作人员的健康, 防止医院感染至关重要。据观察, 几乎所有人员在去二楼以上楼层时都会选择乘坐电梯, 因此电梯的使用频率相当高, 电梯按钮可以在一定程度上反映医院公共卫生状况。本研究通过使用 ATP 荧光快速检测法检测消毒前

后 16 部电梯按钮表面的细菌总数, 消毒前合格率为 72.92%, 消毒后合格率为 93.75%。本研究检测结果明显好于大部分其他研究结果<sup>[1,9-13]</sup>, 表明北京大学深圳医院的清洁制度对于电梯按钮的卫生控制非常有效。消毒后的大部分检测结果均远低于标准限值, 说明有机氯消毒液适用于电梯按钮消毒。门诊部、住院部、行政楼的电梯消毒强度都较好, 但手术电梯和行政货梯的消毒强度还需加强。

影响电梯卫生状况的主要因素包括人员类型及人流量。门诊部人员类型最复杂且每天有着巨大的人流量, 住院部人员类型也较多但人流量适中, 行政楼的人员种类单一且人流量相对较少。医院目前对于所有的电梯基本上采用同样的消毒方式和消毒频率, 但由于其中一部分常用电梯的使用频率较高, 消毒后很快就可能回到消毒前的卫生状态。因此, 医院应该针对不同区域电梯的具体人员类型和人流量制定相应的清洁频率, 加强对门诊部和住院部区域电梯的清洁。

本研究使用 ATP 荧光快速检测法, 发光强度与细菌总数有较好的线性关系, 能够准确反映真实检测结果。传统检测法需要进行微生物培养, 通常需要 48~72 小时, 而 ATP 荧光快速检测法检测一个样本仅需要 3~5 分钟。因此, ATP 荧光检测法可以作为医院日常监控公共卫生环境的方法。

## 参考文献

- [1] 郭晨霞, 李万兰. 医院电梯微生物污染监测 [J]. 中华医院感染学杂志, 2012, 22(20): 4579-4579.
- [2] Favero MS, Gabis DA, Vesley D. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods [M]. Washington DC: American Public Health Association, 1984: 49-54.
- [3] Aycicek H, Oguz U, Karci K. Comparison of results of ATP bioluminescence and traditional hygiene

- swabbing methods for the determination of surface cleanliness at a hospital kitchen [J]. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 2006, 209(2): 203-206.
- [4] Siragusa GR, Dorsa WJ, Cutter CN, et al. Use of a newly developed rapid microbial ATP bioluminescence assay to detect microbial contamination on poultry carcasses [J]. *Journal of Bioluminescence and Chemiluminescence*, 1996, 11(6): 297-301.
- [5] 曹泽红, 李勇. ATP 生物荧光法在食品微生物检验上的应用 [J]. *彭城职业大学学报*, 2003, 18(5): 96-98.
- [6] 王茁. ATP 荧光微生物检测法在食品卫生监控领域中的应用与展望 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2004, 16(3): 266-267.
- [7] 史帅. ATP 荧光法快检系统实现细菌总数的快速检测 [J]. *食品安全导刊*, 2008, 3(1): 51-52.
- [8] GB15982-2012. 医院消毒卫生标准 [S].
- [9] 吴志坚, 欧阳育琪, 陈亚光. 医院电梯按钮细菌污染的调查 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2002, 12(10): 771-772.
- [10] 冯萍, 黄小慧. 医用电梯内环境细菌学监测与分析 [J]. *中华医院感染学杂志*, 2004, 14(3): 316-316.
- [11] 刘鲁霞, 查红, 冷琼芳. 医院电梯按钮细菌学调查及预防措施 [J]. *西南军医*, 2004, 6(5): 51-51.
- [12] 马宏. 医院电梯按钮细菌污染情况检测分析 [J]. *锦州医学院学报*, 2005, 26(3): 89-89.
- [13] 陈利. 医院电梯按钮的细菌污染调查 [J]. *实用医技杂志*, 2008, 15(16): 2172-2172.

### 勘误说明

因校对原因, 本刊 2015 年第 4 卷第 3 期第 55 页左栏公式 (3), 原文是  
“ $x = a_0^0 + a_1^0 X + a_2^0 Y + a_3^0 Z + a_4^0 X^2 + a_5^0 XY + a_6^0 XZ + a_7^0 Y^2 + a_8^0 YZ + a_9^0 Z^2$  (3)”, 现改为  
“ $x = a_0^0 + a_1^0 X + a_2^0 Y + a_3^0 Z + a_4^0 X^2 + a_5^0 XY + a_6^0 XZ + a_7^0 Y^2 + a_8^0 YZ + a_9^0 Z^2$  (3)”。特此说明。

《集成技术》编辑部