

家用洗衣机卫生现状及清洗效果的实验研究

孙伟莲, 黄 维, 唐 丽, 吴 媚, 张遵真

摘要 **目的** 探究居民家用洗衣机微生物污染状况并评价专业洗衣机清洗对微生物污染的改善效果。**方法** 在清洗前、后分别对成都市 15 台社区居民家用洗衣机的内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤剂抽屜盒和洗涤水无菌采样, 共获得 150 份样本; 检测样品细菌总数、真菌总数和大肠菌群数以反映洗衣机卫生状况, 同时进行沙门氏菌、志贺氏菌和白色念珠菌的分离培养以反映致病菌污染状况; 依据清洗前、后微生物检出情况和清除率综合分析洗衣机清洗效果。**结果**

清洗前, 洗衣机内细菌总数范围为 $1.25 \times 10^3 \sim 1.19 \times 10^6$ CFU/cm²; 清洗后, 洗衣机内细菌总数范围为 0.01 ~ 375.00 CFU/cm²; 内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屜盒的细菌清除率分别为 99.93%、99.99%、99.99%、99.74%、99.86%。清洗前, 洗衣机内真菌总数范围为 $8.50 \sim 9.45 \times 10^3$ CFU/cm²; 清洗后, 洗衣机内真菌总数范围为 0 ~ 49.22 CFU/cm²; 内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屜盒的真菌清除率分别为 99.36%、99.74%、99.76%、99.51%、99.64%。清洗前, 洗衣机内大肠菌群数范围为 0 ~ 4.6×10^4 MPN/100 ml; 清洗后, 大肠菌群数均接近于 0。清洗前, 洗衣机内沙门氏菌平均检出率为 5.33%, 志贺氏菌平均检出率为 2.67%, 未检出白色念珠菌; 清洗后, 均未检出沙门氏菌、志贺氏菌和白色念珠菌。**结论** 本研究的家用洗衣机清洗前细菌和真菌数量较大, 且存在沙门氏菌和志贺氏菌污染, 专业清洗后洗衣机卫生状况明显改善。

关键词 洗衣机; 卫生现状; 微生物污染; 清洗效果

中图分类号 R 126

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2023)09-1572-08
doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2023.09.022

随着整体健康素养的提升, 人们对洗衣机的健康需求与日俱增, 中国已出台系列家用洗衣机健康功能相关标准。然而, 洗衣机复杂的内部结构使得清洗衣物时掉落的毛絮、皮屑、污垢等易于残留在内

筒外壁、过滤网、密封圈等部位, 为细菌滋生创造极佳的物质环境^[1-2]。有研究提示部分家用洗衣机内富含沙门氏菌、志贺氏菌、铜绿假单胞菌等多种致病微生物, 在清洗衣服时洗涤水的搅拌极有可能对衣物造成二次污染^[3-4]。有文献^[5-6]报道高校公用洗衣机内微生物污染严重, 而学界对家用洗衣机内部卫生状况关注较少, 为数不多的报道只检测了洗衣机中的细菌总数和真菌总数两个指标^[3, 7], 尚未进行致病菌检测, 不能全面了解居民家用洗衣机内微生物的污染状况。近年来, 家用电器清洗行业蓬勃发展, 目前尚无洗衣机清洗效果评价相关文章报道, 有必要深入探讨专业洗衣机清洗方式对改善微生物污染的实际效果。现以成都市居民家用洗衣机为研究对象, 从清洁度指标和致病菌指标两方面探究家用洗衣机内不同部位微生物污染状况, 并评价专业清洗对洗衣机微生物污染状况的改善作用, 以期规范专业家电清洗提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 实验对象 家用洗衣机纳入标准为: ① 购买 2 年及以上; ② 采样前 6 个月内一直处于正常使用状态; ③ 从未进行拆机清洗。根据方便抽样在成都市市区内选择 15 台符合纳入标准的洗衣机, 于 2022 年 5 月—10 月入户采样, 每台洗衣机设 5 个采样点, 分别为内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤剂抽屜盒、洗涤水。

1.2 试剂与仪器 平板计数琼脂、孟加拉红琼脂、乳糖胆盐培养基、伊红美蓝琼脂、乳糖发酵培养基、SS 琼脂、亚硫酸铋琼脂、麦康凯琼脂、志贺氏菌显色培养基、三糖铁琼脂、营养琼脂、沙氏培养液、白色念珠菌显色培养基、沙氏琼脂、硫代硫酸钠均购于北京陆桥技术股份有限公司, 家电清洗一体机(广东顺德蓝导电器科技有限公司, 佛山市)、涡旋混合仪(SCI-VS, 美国)、恒温培养箱(Thermo Fisher, 美国)、高压灭菌锅(厦门致微仪器有限公司)、90 mm 无菌培养皿(无锡耐思生命科技股份有限公司)等。

1.3 实验方法

2023-07-14 接收

基金项目: 四川省科技计划(编号: 2020YJ0232); 四川大学横向课题(编号: 22H0245)

作者单位: 四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院, 成都 610041

作者简介: 孙伟莲, 女, 硕士研究生;

张遵真, 女, 教授, 博士生导师, 责任作者, E-mail: zhang-zunzhen@163.com

1.3.1 采样方法 参照《中华人民共和国卫生部消毒技术规范》(2002年版)规定的方法进行采样:将无菌棉签于含25 ml 无菌0.9%氯化钠溶液的采样管中沾湿,清洗前、后分别在洗衣机内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤剂抽屉盒的采样点放置5 cm × 5 cm 无菌规格板,对规格板内区域进行S型涂抹采样,横竖交叉来回涂抹5次后剪去棉签柄部与手接触的部位,置于采样管内冷藏保存;清洗前、后分别将洗衣机内注水至最高水位,启动洗衣机运转10 min,保证洗涤水在内筒中充分搅动,停机后立即用50 ml 无菌离心管取25 ml 洗涤水,加入25 μl 浓度为100 g/L的硫代硫酸钠,冷藏保存;所有样本于采样4 h内带回实验室检测。

1.3.2 清洗方法 采用专业清洗服务行业对洗衣机最常用的拆卸清洗方法,由四川快益点电器服务连锁有限公司实施,清洗效果不受洗衣机类型、使用年限、使用频率等因素的影响,主要清洗步骤如下:首先将洗衣机过滤网、密封圈、内筒外壁等部件一一拆卸,接着使用洗衣机清洗剂(公司定制,上海绿漫庭科技有限公司生产)和家电清洗一体机产生的高温高压蒸汽(140 ℃)对各部件逐一清洗及高温消毒处理,最后组装好各部件打开洗衣机快速清洗模式排出污水3次。

1.3.3 微生物培养方法

1.3.3.1 样品处理 将采样管置于涡旋混合仪上混匀30 s,使采样棉签上的微生物与采样液充分混匀,形成菌悬液;然后根据实验需求对菌悬液进行 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 四个浓度梯度稀释,备用。

1.3.3.2 细菌和真菌培养 依据国家标准(详见表1)对5个采样点分别进行细菌总数、真菌总数、大肠菌群、沙门氏菌、志贺氏菌、白色念珠菌的纯化

培养。

1.4 统计学处理 数据处理采用SPSS 21.0 统计软件,满足正态分布和方差齐性的数据采用百分位数(第25百分位数(P_{25})、第50百分位数(P_{50})、第75百分位数(P_{75}))、均数及95%置信区间(95% CI)进行描述并运用配对t检验完成清洗前、后统计处理,否则,采用四分位数(第一四分位数(Q_1)、第二四分位数(Q_2)、第三四分位数(Q_3))进行描述并运用Wilcoxon符号秩检验完成清洗前、后统计处理,检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。检出率(%) = 检出样本个数/采样总数 × 100%;清除率(%) = (清洗前平均值 - 清洗后平均值)/清洗前平均值 × 100%。

2 结果

2.1 洗衣机基本情况 共调查成都市市区内15台家用洗衣机,其中9台波轮式洗衣机,6台滚筒式洗衣机;3台洗衣机使用年限为3~5年,9台洗衣机使用年限为6~8年,3台洗衣机使用年限为8年以上;7台洗衣机摆放在阳台,7台洗衣机摆放在洗手间,1台洗衣机摆放在门厅。

清洗前,洗衣机内筒外壁上均附着了不同厚度的水垢,水垢的厚度随着洗衣机使用年限以及使用频率的增加而增加;过滤网中残留大量絮状物,主要为衣物纤维、纸屑碎片、毛发等;滚筒洗衣机的密封圈内有泥沙状残留物,多为洗涤水的沉淀物;洗涤剂抽屉盒内壁附着黑色污物(图1)。清洗后,各部位均无肉眼可见的污渍(图1)。

2.2 家用洗衣机内不同部位微生物污染情况 为了解家用洗衣机内不同部位的微生物污染状况,对调查的15台家用洗衣机的内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒五个部位分别检测细菌总数、真菌总数和大肠菌群,检出率均为100.00%,结果见图2。经方差分析后的Tukey法两两比较,过滤网和密封圈细菌总数远高于内筒外壁、洗涤水和洗涤剂抽屉盒($P<0.01$);洗涤剂抽屉盒中的真菌总数远高于洗涤水($P<0.05$);秩和检验显示过滤网内大肠菌群数远高于洗涤水($P<0.05$)。

2.3 清洗前、后洗衣机内细菌总数检出情况 清洗前75份样品中,洗衣机内细菌总数范围为 $1.25 \times 10^3 \sim 1.19 \times 10^6$ CFU/cm²,平均值 9.93×10^4 CFU/cm²;清洗后,洗衣机内细菌总数范围为0.01 ~ 375.00 CFU/cm²,平均值20.20 CFU/cm²;内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒的细菌

表1 不同种类微生物检测方法的参考标准^[8-12]

| 微生物名称 | 检测标准 |
|-------|--|
| 细菌总数 | GB/T 18204.4-2013《公共场所卫生检验方法 第4部分:公共用品用具微生物》 |
| 真菌总数 | GB/T 18204.4-2013《公共场所卫生检验方法 第4部分:公共用品用具微生物》 |
| 大肠菌群 | GB4789.3-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》 |
| 沙门氏菌 | GB4789.4-2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》 |
| 志贺氏菌 | GB4789.5-2012《食品安全国家标准 食品微生物学检验 志贺氏菌检验》 |
| 白色念珠菌 | SN/T 2206.8-2013《化妆品微生物检验方法 第8部分:白色念珠菌》 |

清除率分别为 99.93%、99.99%、99.99%、99.74%、99.86% (详见表 2)。经配对 *t* 检验,内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒五个

采样部位清洗前、后细菌总数平均值差异均具有统计学意义(*t* 值分别为 6.03、3.67、2.46、4.83、4.42, *P* 值分别为 0.00、0.03、0.00;见图 3)。



图 1 清洗前、后洗衣机各部位卫生情况

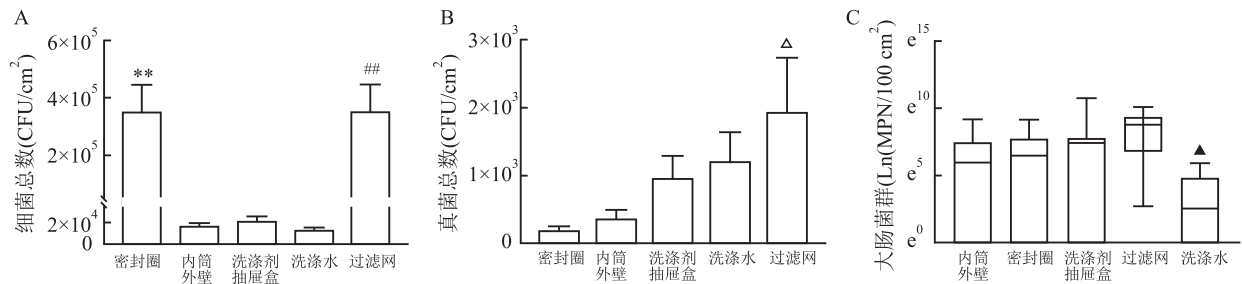


图 2 家用洗衣机内不同部位细菌、真菌、大肠菌群分布情况

A:不同部位细菌总数,与内筒外壁、洗涤剂抽屉盒、洗涤水相比,密封圈***P*<0.01、过滤网##*P*<0.01;B:不同部位真菌总数,与洗涤水相比,洗涤剂抽屉盒[△]*P*<0.05;C:不同部位大肠菌群数,与过滤网相比,洗涤水[▲]*P*<0.05

表 2 清洗前、后洗衣机内各部位细菌分布情况

| 采样部位 | 样本量 (个) | 细菌总数百分数(CFU/cm ²) | | | 平均值 (CFU/cm ²) | 95% CI (CFU/cm ²) | 清除率 (%) |
|-------------|------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|--|------------|
| | | <i>P</i> ₂₅ | <i>P</i> ₅₀ | <i>P</i> ₇₅ | | | |
| 内筒外壁 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 6.50 × 10 ³ | 1.50 × 10 ⁴ | 2.32 × 10 ⁴ | 1.64 × 10 ⁴ | (1.02 × 10 ⁴ , 2.22 × 10 ⁴) | 99.93 |
| 清洗后 | 15 | 0.21 | 2.25 | 9.75 | 11.20 | (-2.01, 24.45) | |
| 过滤网 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 3.16 × 10 ⁴ | 2.43 × 10 ⁵ | 7.07 × 10 ⁵ | 3.50 × 10 ⁵ | (1.46 × 10 ⁵ , 5.55 × 10 ⁵) | 99.99 |
| 清洗后 | 15 | 1.39 | 8.37 | 39.00 | 22.89 | (7.00, 38.77) | |
| 密封圈 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 9.06 × 10 ³ | 1.72 × 10 ⁴ | 5.39 × 10 ⁴ | 6.08 × 10 ⁴ | (7.81 × 10 ³ , 1.14 × 10 ⁵) | 99.99 |
| 清洗后 | 15 | 0.31 | 1.96 | 5.10 | 5.59 | (0.40, 10.78) | |
| 洗涤水(CFU/ml) | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 4.95 × 10 ³ | 1.00 × 10 ⁴ | 1.92 × 10 ⁴ | 1.25 × 10 ⁴ | (6.96 × 10 ³ , 1.80 × 10 ⁴) | 99.74 |
| 清洗后 | 15 | 2.76 | 24.50 | 40.00 | 32.49 | (13.76, 51.22) | |
| 洗涤剂抽屉盒 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 9.20 × 10 ³ | 1.52 × 10 ⁴ | 2.60 × 10 ⁴ | 2.12 × 10 ⁴ | (1.09 × 10 ⁴ , 3.15 × 10 ⁴) | 99.86 |
| 清洗后 | 15 | 0.24 | 2.36 | 7.50 | 28.83 | (-24.28, 81.93) | |

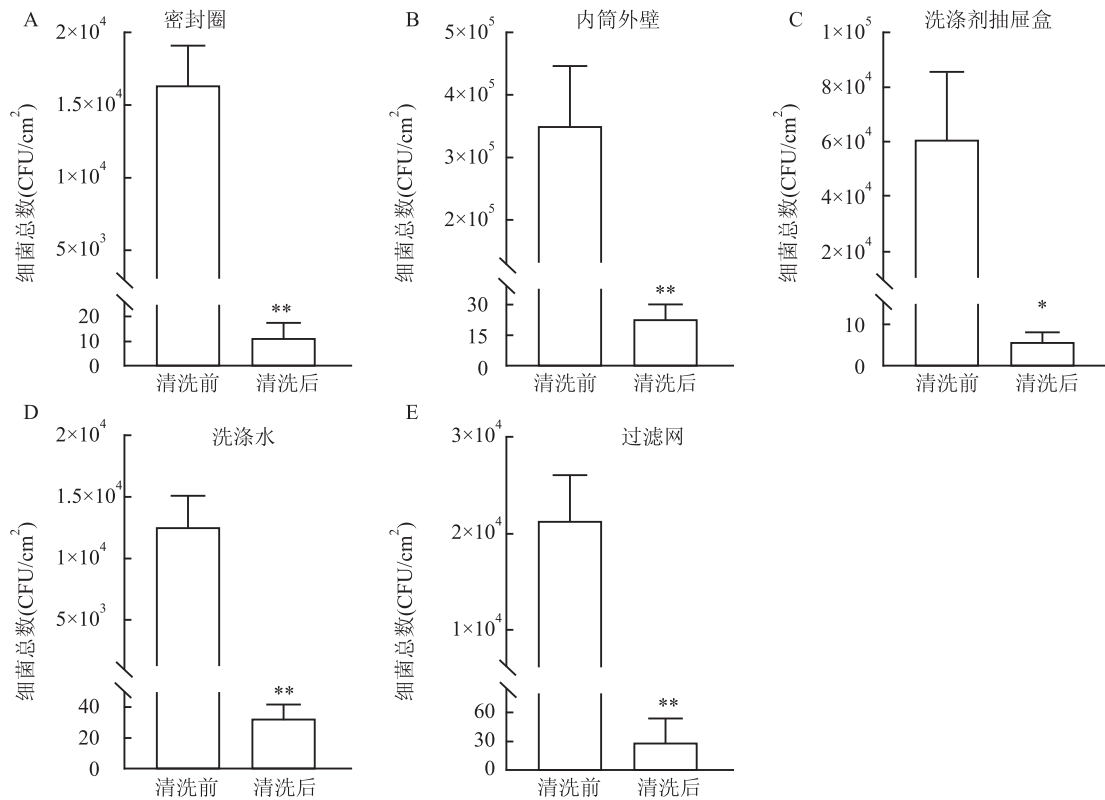


图3 清洗前、后家用洗衣机内不同部位细菌总数
与清洗前比较: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

2.4 清洗前、后洗衣机内真菌总数检出情况 15 台家用洗衣机清洗前真菌总数范围为 $8.50 \sim 9.45 \times 10^3$ CFU/cm², 平均值 925.00 CFU/cm²; 清洗后, 洗衣机内真菌总数范围为 $0 \sim 49.22$ CFU/cm², 平均值 3.11 CFU/cm²; 内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒的真菌清除率分别为 99.36% 、

99.74% 、 99.76% 、 99.51% 、 99.64% (详见表 3)。经配对 t 检验, 内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒五个采样部位清洗前、后真菌总数平均值差异均具有统计学意义 (t 值分别为 2.76 、 2.75 、 2.93 、 2.55 、 2.39 , P 值分别为 0.02 、 0.02 、 0.01 、 0.02 、 0.03 ; 见图 4)。

表3 清洗前、后洗衣机内各部位真菌分布情况

| 采样部位 | 样本量 (个) | 真菌总数百分数(CFU/cm ²) | | | 平均值 (CFU/cm ²) | 95% CI (CFU/cm ²) | 清除率 (%) |
|-------------|------------|-------------------------------|----------|----------|-------------------------------|----------------------------------|------------|
| | | P_{25} | P_{50} | P_{75} | | | |
| 内筒外壁 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 37.50 | 150.00 | 615.00 | 356.90 | (80.93, 632.80) | 99.36 |
| 清洗后 | 15 | 0.01 | 0.75 | 5.25 | 2.28 | (0.59, 3.97) | |
| 过滤网 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 186.10 | 658.30 | 1 658.00 | 1 205.00 | (267.50, 2.14×10^3) | 99.74 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0.28 | 1.96 | 3.16 | (-0.59, 6.91) | |
| 密封圈 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 208.30 | 384.60 | 1 414.00 | 960.80 | (259.50, 1.66×10^3) | 99.76 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0.44 | 2.25 | 2.32 | (-0.48, 5.13) | |
| 洗涤水(CFU/ml) | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 30.00 | 50.00 | 194.00 | 173.50 | (28.31, 318.60) | 99.51 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 1.00 | 1.50 | 0.85 | (0.48, 1.23) | |
| 洗涤剂抽屉盒 | | | | | | | |
| 清洗前 | 15 | 277.80 | 450.00 | 961.50 | 1 929.00 | (195.50, 3.66×10^3) | 99.64 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0.56 | 3.30 | 6.94 | (-1.32, 15.21) | |

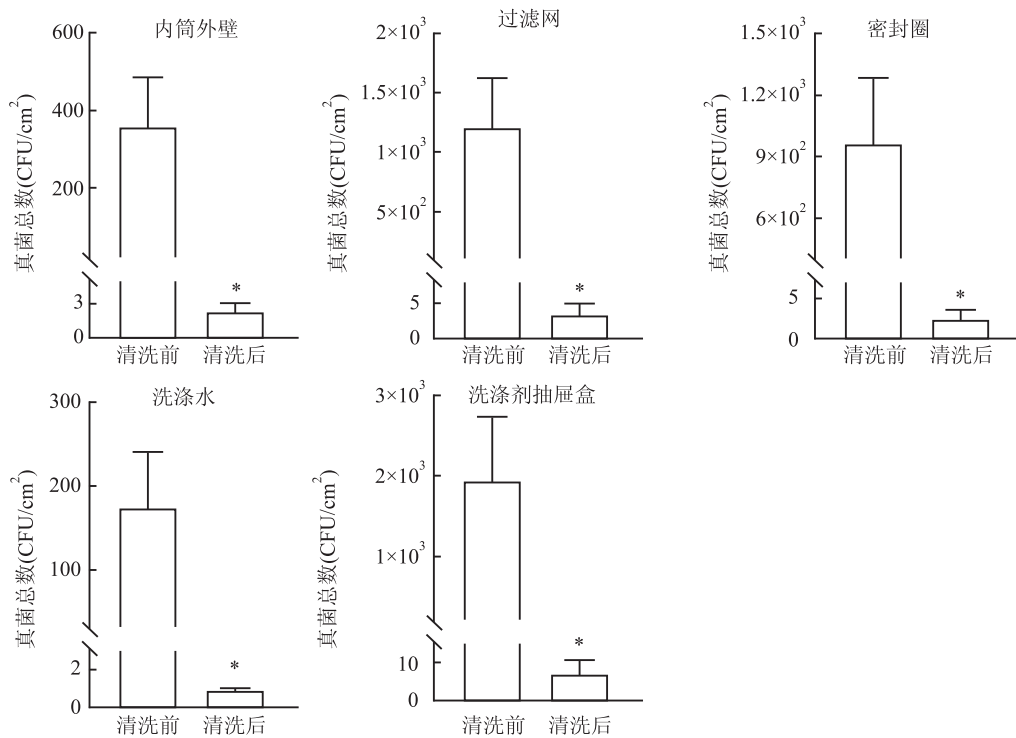


图4 清洗前、后家用洗衣机内不同部位真菌总数
与清洗前比较: * P < 0.05

2.5 清洗前、后洗衣机内大肠菌群检出情况 为了解家用洗衣机肠道致病菌污染的可能,清洗前、后分别对 15 台洗衣机内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒采集一份样本,共 150 份。如表 4 所示,清洗前,不同洗衣机的冷藏室内大肠菌群差异较大,范围在 0 ~ 4.60 × 10⁴ MPN/100 ml;清洗后,大肠菌群数均接近于 0,说明清洗对大肠菌群的清除效果良好。经 Wilcoxon 符号秩检验,内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒五个采样部位

表 4 清洗前、后洗衣机内各部位大肠菌群分布情况

| 采样部位 | 样本量 (个) | 大肠菌群数四分位数 (MPN/100 ml) | | |
|---------------|------------|------------------------|----------------|----------------|
| | | Q ₁ | Q ₂ | Q ₃ |
| 内筒外壁 | | | | |
| 清洗前 | 15 | 0 | 300.00 | 1 500.00 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 过滤网 | | | | |
| 清洗前 | 15 | 0 | 0 | 210.00 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 密封圈 | | | | |
| 清洗前 | 15 | 0 | 360.00 | 2 300.00 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 洗涤水 | | | | |
| 清洗前 | 15 | 0 | 23.00 | 110.00 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0 | 3.60 |
| 洗涤剂抽屉盒 | | | | |
| 清洗前 | 15 | 0 | 940.00 | 2 300.00 |
| 清洗后 | 15 | 0 | 0 | 0 |

清洗前、后大肠菌群数差值均有统计学意义(Z 值分别为 2.94、3.41、2.95、2.67、2.84, P 值分别为 0.00、0.00、0.00、0.01、0.00;见图 5)。

2.6 清洗前、后洗衣机内致病菌检出情况 为了解家用洗衣机致病菌污染状况,清洗前、后分别对 15 台洗衣机内筒外壁、过滤网、密封圈、洗涤水和洗涤剂抽屉盒采样后进行沙门氏菌、志贺氏菌和白色念珠菌分离培养。清洗前 75 份样本中,沙门氏菌平均检出率为 5.33% (4/75),志贺氏菌平均检出率为 2.67% (2/75),均由不同洗衣机中检出,未检出白色念珠菌;清洗后,各部位均未检出沙门氏菌、志贺氏菌和白色念珠菌(表 5)。

表 5 家用洗衣机清洗前各部位致病菌检出情况

| 采样部位 | 致病菌 | 样本总数 (个) | 检出样本数 (个) | 检出率 (%) |
|--------|------|-------------|--------------|------------|
| 内筒外壁 | 沙门氏菌 | 15 | 1 | 6.67 |
| | 志贺氏菌 | 15 | 0 | 0 |
| 过滤网 | 沙门氏菌 | 15 | 2 | 13.33 |
| | 志贺氏菌 | 15 | 1 | 6.67 |
| 密封圈 | 沙门氏菌 | 15 | 0 | 0 |
| | 志贺氏菌 | 15 | 1 | 6.67 |
| 洗涤水 | 沙门氏菌 | 15 | 1 | 6.67 |
| | 志贺氏菌 | 15 | 0 | 0 |
| 洗涤剂抽屉盒 | 沙门氏菌 | 15 | 0 | 0 |
| | 志贺氏菌 | 15 | 0 | 0 |

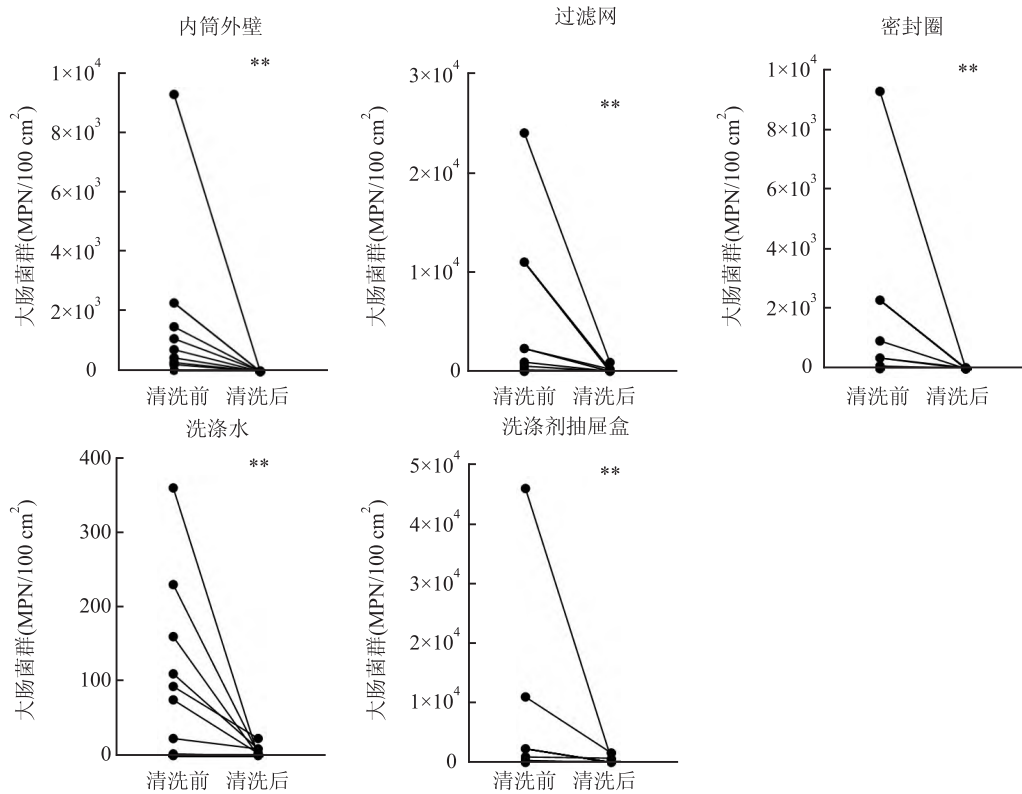


图5 清洗前、后家用洗衣机内不同部位大肠菌群数与清洗前比较: ** $P < 0.01$

3 讨论

由于国内外尚无洗衣机的卫生标准,本研究参照 GB37488-2019《公共场所卫生指标及限值要求》^[13]规定洁具类细菌总数 $< 300 \text{ CFU}/25 \text{ cm}^2$ 、真菌和大肠菌群不得检出,结果显示洗衣机内细菌总数远远超过公共场所洁具标准,且真菌和大肠菌群检出率较高。其中,过滤网和密封圈的细菌总数远远高于其他三个部位 ($P < 0.01$),在采样时观察到大多数洗衣机过滤网中有团状残留物(图1),主要为衣物纤维、纸屑碎片、毛发灰尘等附着在衣物上的细小残渣结合而成;滚筒洗衣机的密封圈是家庭清洁洗衣机最容易忽略也最不易洗净的地方,日积月累残留大量水垢脏物(图1),促进微生物滋生。本文检测的清洗前洗涤水细菌总数平均为 $1.25 \times 10^4 \text{ CFU}/\text{ml}$ 、真菌总数平均为 $173.50 \text{ CFU}/\text{ml}$,说明肉眼观察无明显脏污的洗涤水在搅拌过程中会将微生物从洗衣机内部冲洗下来,有研究^[7]发现即便衣物漂洗第四遍的洗涤水中细菌总数也可高达 4.50×10^3 个/ml。更令人担忧的是,在家用洗衣机中检测出沙门氏菌和志贺氏菌,这两种致病菌是常见的肠道病原微生物,多通过消化道感染引起胃肠反应,然

而皮肤接触感染后也可能会出现搔痒、化脓、溃烂等症状。一些农村家庭使用洗衣机清洗萝卜、土豆、红薯等蔬菜,致病菌可能附着在蔬菜表面,增加食源性疾病的风险。可见,目前人们的洗衣机卫生使用习惯不良,有必要进一步加强对社区居民洗衣机卫生使用的健康教育,倡导科学合理的洗衣机使用方式,减少因洗衣机使用不当而传播疾病的风险。

对比清洗前、后家用洗衣机内的菌落总数以及致病菌的种类和数量,结果显示,专业洗衣机清洗后细菌总数、真菌总数、大肠菌群数及致病菌检出率均减少,说明本文采用的清洗方法有助于减少洗衣机内的细菌和真菌。近年来,有研究^[14]报道在使用含氧漂白剂清洁洗衣机后仍有 48.00% 真菌残留,提示普通清洁剂(丸)可能无法达到有效杀菌效果;尽管在使用含氯漂白剂清洗的洗衣机内没有检测到真菌^[14],需要注意的是含氯漂白剂具有强腐蚀性,不仅可以促进水中微生物耐药性的发生,还可能抑制水生生物的生长发育与活动能力,若长期使用强效化学试剂清洗洗衣机可能给生态环境带来威胁^[15]。相比之下,本研究中采用的高温高压蒸汽灭菌既可以达到良好的杀菌效果,也不会给人体健康及生态环境带来负面影响。考虑到洗衣机的间接清洗无法

将内筒外壁、过滤网、密封圈等部位的顽固污渍完全洗净,只有依靠专业人员拆卸后进行全面清洗灭菌才能达到有效清洁。因此,本文采用的清洗方式能够满足人们日常对洗衣机清洁的需求,在一定程度上值得推广。

综上所述,尽管研究只纳入成都市 15 台家用洗衣机,样本量小,实验结果清楚地表明家用洗衣机内细菌和真菌数量较大,且存在沙门氏菌和志贺氏菌污染。为维护洗衣机寿命以及衣物卫生,有必要对洗衣机进行定期清洗。高压蒸汽消毒洗衣机具有安全、无残留、环境友好等优点,对洗衣机内污垢的去除具有良好作用,在清洗效果和环境保护方面均优于一般漂白剂。未来仍需在全国范围内加强家用洗衣机的卫生学监测,倡导人们养成科学的洗衣机使用习惯和清洗习惯,同时规范专业洗衣机清洗操作。

参考文献

- [1] Jacksch S, Kaiser D, Weis S, et al. Influence of sampling site and other environmental factors on the bacterial community composition of domestic washing machines[J]. *Microorganisms*, 2019, 8(1): 30.
- [2] Jacksch S, Zohra H, Weide M, et al. Cultivation-based quantification and identification of bacteria at two hygienic key sides of domestic washing machines [J]. *Microorganisms*, 2021, 9(5): 905.
- [3] 李 炎, 梁 辰, 孙惠惠, 等. 普通民用洗衣机微生物污染状况[J]. *中国感染控制杂志*, 2016, 15(5): 313-6.
- [4] Tischner Z, Kredics L, Marik T, et al. Environmental characteris-

- tics and taxonomy of microscopic fungi isolated from washing machines[J]. *Fungal Biol*, 2019, 123(9): 650-9.
- [5] 杨欣宇, 马 锴, 葛云霄, 等. 郑州市某高校公用洗衣机细菌污染状况调查[J]. *上海预防医学*, 2019, 31(6): 490-2.
- [6] 李家青, 易铃浩, 张 露, 等. 贵阳市某高校公用洗衣机微生物污染状况调查[J]. *生物化工*, 2022, 8(1): 111-3,117.
- [7] 张晓华, 张学敏. 家用洗衣机微生物污染状况研究[J]. *环境科学与管理*, 2012, 37(8): 73-4,109.
- [8] 中国国家标准化管理委员会. 公共场所卫生检验方法[S]. 中华人民共和国国家标准 GB/T 18204.4-2013, 2013.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数[S]. 中华人民共和国国家标准 GB 4789.3-2016, 2016.
- [10] 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验[S]. 中华人民共和国国家标准 GB 4789.4-2016, 2016.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 志贺氏菌检验[S]. 中华人民共和国国家标准 GB 4789.5-2012, 2012.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 出口食品中白色念珠菌检测方法[S]. 中华人民共和国出入境检验检疫行业标准 SN/T 3970-2014, 2014.
- [13] 中国国家标准化管理委员会. 公共场所卫生指标及限值要求[S]. 中华人民共和国国家标准 GB37488-2019, 2019.
- [14] Hashimoto K, Fujii H, Kawakami Y. Genetic identification of dematiaceous fungi isolated from washing machine in Japan, and considering of fungal removal methods[J]. *Biocontrol Sci*, 2019, 24(2): 89-96.
- [15] 孙伟莲, 孙东雷, 黄 维, 等. 洗护用品中的抗菌成分对水生生态环境的危害作用[J]. *生态毒理学*, 2022, 17(6): 135-43.

Experimental study on sanitary status and cleaning effect of domestic washing machines

Sun Weilian, Huang Wei, Tang Li, Wu Mei, Zhang Zunzhen

(West China School of Public Health/West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041)

Abstract Objective To explore the microbial contamination status of household washing machines and evaluate the improvement effect of professional washing machine cleaning on microbial contamination. **Methods** Before and after cleaning, samples were collected aseptically from the outer wall of the inner cylinder, filter, sealing ring, detergent drawer box and washing water of 15 household washing machines, thus, a total of 150 samples were obtained. The total number of bacteria, fungi and coliform were detected to reflect the hygiene status of the washing machine. At the same time, Salmonella, Shigella and Candida albicans were isolated and cultured to reflect the contamination status of pathogenic bacteria. According to the detection and clearance rate of microorganisms, the cleaning effects of washing machine were comprehensively analyzed. **Results** Before washing, the total number of bacteria in the washing machine ranged from 1.25×10^3 to 1.19×10^6 CFU/cm². After washing, the total number of bacteria in the washing machine ranged from 0.01 to 375 CFU/cm². The bacterial clearance rates of the outer wall of the inner cylinder, the filter, the sealing ring, the washing water and the detergent drawer box were 99.93%, 99.99%,

99.99% , 99.74% and 99.86% , respectively. Before washing , the total number of fungi in the washing machine ranged from 8.5 to 9.45×10^3 CFU/cm². After washing , the total number of fungi in the washing machine ranged from 0 to 49.22 CFU/cm². The fungal clearance rates of the outer wall of the inner cylinder , filter screen , seal ring , washing water and detergent drawer box were 99.36% , 99.74% , 99.76% , 99.51% and 99.64% , respectively. Before washing , the coliforms in the washing machine ranged from 0 to 4.6×10^4 MPN/100 ml. After washing , the number of coliform bacteria was close to 0. Before washing , the average detection rate of Salmonella in the washing machine was 5.33% , the average detection rate of Shigella was 2.67% , and no *Candida albicans* was detected. After washing , Salmonella , Shigella and *Candida albicans* were not detected. **Conclusion** There are a large number of bacteria and fungi in the household washing machine before cleaning , and there are Salmonella and Shigella contamination. After professional cleaning , the hygiene condition of the washing machine is significantly improved.

Key words washing machine ; current health status ; microbial contamination ; cleaning effect

(上接第 1571 页)

The mechanism of long non-coding RNA SNHG16 regulating the expression of miR-195-5p to promote the proliferation and migration of gastric cancer cells

Kang Juan¹ , He Jiao² , Ren Weihong²

(¹Henan University of Chinese Medicine , Zhengzhou 450046 ;

²The First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine , Zhengzhou 450000)

Abstract Objective To investigate the effect of lncRNA SNHG16 (SNHG16) on the proliferation and migration of gastric cancer cells and its molecular regulatory mechanism. **Methods** The expression of SNHG16 in gastric cancer tissue was retrieved based on online database and the downstream target gene of SNHG16 was screened. The interaction between SNHG16 and miR-195-5p was verified by bioinformatics analysis and double luciferase reporter gene experiment. The expression of SNHG16 , miR-195-5p and MYB in gastric cancer cells (HGC-27 , MKN-28) was detected by real-time fluorescent quantitative PCR (qRT-PCR) ; SNHG16 was knocked down to detect the expression of miR-195-5p or MYB ; The expression of MYB was detected by overexpression of miR-195-5p ; Western blot analysis was used to detect the protein expression level of MYB in each group. Knock down SNHG16 or overexpress miR-195-5p , and the proliferation and migration ability of gastric cancer cells (HGC-27 , MKN-28) were detected through cell proliferation and scratch test. **Results** The expression of LncRNA SNHG16 increased in gastric cancer tissues and gastric cancer cells (HGC-27 , MKN-28 , MKN-45 , NCI-N87). The results of double luciferase reporter gene experiment showed that psiCHECK2-SNHG16-WT and miR-195-5p mimic were transfected into HGC-27 at the same time , significantly inhibiting the luciferase activity of HGC-27 cells. The results of qRT PCR and WB experiments showed that knocking down SNHG16 in HGC-27 and MKN-28 cells upregulated miR-195-5p and inhibited the expression of MYB at the transcription and translation levels ; Overexpression of miR-195-5p in HGC-27 and MKN-28 cells inhibited MYB expression. The results of CCK8 proliferation test and cell scratch test showed that knocking down SNHG16 or overexpressing miR-195-5p could inhibit the proliferation and migration of HGC-27 and MKN-28 cells. **Conclusion** LncRNA SNHG16 can regulate the expression of MYB in gastric cancer cells through miR-195-5p , and the high expression of SNHG16 can promote the proliferation and migration of gastric cancer cells.

Key words lncRNA SNHG16 ; miR-195-5p/MYB ; gastric cancer cell ; proliferation ; migration