

研究报告

家用冰箱冷藏室卫生现状调查及清洗效果评价

孙伟莲,龙科言,唐丽,黄维,吴媚,张遵真

(四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院,四川成都 610041)

摘要:目的 调查居民家用冰箱冷藏室微生物污染状况,并评价专业冰箱清洗对冰箱内微生物污染的改善效果。方法 在清洗前后,分别对成都市15台社区居民家用冰箱冷藏室的食物隔板、蔬菜框和门封条无菌采样,获得样品90份;检测样品细菌总数、真菌总数和大肠菌群以反映冰箱内卫生状况,同时进行大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏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冰箱清洗效果。结果 清洗前,冰箱内细菌总数范围为 $2.4\times 10^3\sim 1.4\times 10^5$ CFU/cm²,清洗后细菌总数范围为0~230 CFU/cm²;食物隔板、蔬菜框和门封条的细菌清除率分别达到99.90%、99.89%、99.81%。清洗前,冰箱内真菌总数范围为0~750 CFU/cm²,清洗后真菌总数范围为0~58 CFU/cm²;食物隔板、蔬菜框和门封条的真菌清除率分别为99.40%、96.99%、99.41%。清洗前,冰箱冷藏室内大肠菌群平均检出率为64.44%,金黄色葡萄球菌平均检出率为13.33%,沙门菌平均检出率为2.22%,未检出单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌;清洗后,大肠菌群检出率为13.33%,均未检出金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌。结论 本研究的家用冰箱冷藏室清洗前细菌和真菌数量较大,且存在金黄色葡萄球菌和沙门菌污染,专业清洗后冰箱卫生状况明显改善,极大地降低了食品安全隐患。

关键词:家用冰箱;冷藏室;微生物污染;清洗效果

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2024)02-0133-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2024.02.004

Hygiene status and cleaning effect evaluation of freezers in domestic refrigerators

SUN Weilian, LONG Keyan, TANG Li, HUANG Wei, WU Mei, ZHANG Zunzhen

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

Abstract: Objective To investigate the current status of microbial contamination in domestic freezers and evaluate the microbial improvement effects of professional refrigerator cleaning. **Methods** Samples were collected aseptically from the food dividers, vegetable frames, and door seals of 15 household refrigerators before and after cleaning in Chengdu City. A total of 90 samples were obtained. The total number of bacteria, fungi, and coliforms in the samples was determined to reflect the sanitary conditions of the refrigerator. Coliform bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* were isolated and cultured to determine the contamination status of these pathogenic bacteria. The effect of refrigerator cleaning was analyzed comprehensively according to microorganism detection and clearance rates before and after cleaning. **Results** Before cleaning, the total number of bacteria in the refrigerator ranged from 2.4×10^3 to 1.4×10^5 CFU/cm². After cleaning, the total number of bacteria ranged from 0 to 230 CFU/cm². The bacterial clearance rates of the food dividers, vegetable frames, and door seals were 99.90%, 99.89%, and 99.81%, respectively. Before cleaning, the total number of fungi in the refrigerator ranged from 0 to 750 CFU/cm². After cleaning, the total number of fungi in the refrigerator ranged from 0 to 58 CFU/cm². The fungal clearance rates for the partition, vegetable frame, and door seal were 99.40%, 96.99%, and 99.41%, respectively. Before cleaning, the average detection rates of coliform bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*, were 64.44%, 13.33%, and 2.22%, respectively; *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* were not detected. After washing, the average coliform bacteria detection rate was 13.33%; *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Yersinia enterocolitica* were not detected.

收稿日期:2023-01-10

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

作者简介:孙伟莲 女 在读研究生 研究方向为环境与健康 E-mail:1273780484@qq.com

通信作者:张遵真 女 教授 研究方向为环境毒理学 E-mail:zhangzunzhen@163.com

Conclusion This study revealed the presence of a high number of bacteria and fungi in the freezers of domestic refrigerators before cleaning, with *S. aureus* and *Salmonella* contamination. After professional cleaning, their sterility significantly improved, notably reducing potential food safety risks.

Key words: Household refrigerator; cold storage; microbial contamination; cleaning effect

食源性疾病是全球最广泛的公共卫生问题之一,也是我国最大的食品安全问题^[1-2]。大量文献报道食源性疾病在家庭中暴发次数最多(占58.5%),其中因致病微生物污染造成的发病人数占家庭发病总人数的54%^[1,3]。在家中,人们已习惯将新鲜蔬菜瓜果或剩饭剩菜等各种食物储存于冰箱中,并认为冰箱是存储食物的“保险柜”。然而目前家用冰箱内部卫生状况实验研究不甚全面,现有报道仅针对家用冰箱内的卫生指示菌或致病菌进行检测,未能将两者结合探讨,无法详尽反映家用冰箱内的微生物污染状况。更为重要的是,已有国外研究提示冰箱内部的日常擦洗往往无法将微生物完全除尽^[4-7],残留的致病菌仍可能增加人体罹患食源性疾病的风险。尽管冰箱的低温环境会使大部分细菌处于休眠状态以延长食物保鲜时间,但并不能杀死由空气、食物或其他储藏物品带入的微生物,食物取出后细菌在室温条件下仍可以继续生长,更为重要的是,某些嗜冷菌依然能够在冰箱的低温环境中持续繁殖,若烹调或加热方式不当将大大增加家庭食源性疾病发生的风险。已有少数文献报道了我国家用冰箱中的微生物检测情况,结果不容乐观^[8-12],近年来,家用电器清洗行业蓬勃发展,但在我国尚缺乏统一、标准的家电清洗行业规范,家电清洁产品成分、清洁流程和实际清洁效果有待考证。经检索,尚未发现家用冰箱清洗效果评价相关文献报道,居民在购买冰箱清洗服务时仅可凭借商家宣传进行判断,无法了解实际清洗效果,有必要探讨专业清洗方式对改善冰箱微生物污染的实际效果。因此,本研究以成都市居民家用冰箱为研究对象,从清洁度指标和致病菌指标两方面探究家用冰箱冷藏室内不同部位微生物污染状况;同时,为居民家用冰箱提供专业清洗服务,评价专业家电清洗对冰箱微生物污染状况的改善作用,为规范专业家电清洗提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 采样对象

家用冰箱纳入标准:购买2年及以上;采样前6个月内一直处于正常使用状态;从未进行专业清洗。

根据方便抽样在成都市选择15台符合纳入标

准的社区居民家用冰箱,于2022年5~10月进行入户采样,每台冰箱的采样点设为3个,分别为冷藏室隔板、蔬菜框和门封条。

1.2 主要仪器与试剂

家电清洗一体机(四川快益点电器服务公司定制,委托广东顺德蓝导电器科技有限公司)、涡旋混合仪(SCI-VS)、恒温培养箱(Thermo Fisher)、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)。

平板计数琼脂、孟加拉红琼脂、乳糖胆盐培养基、7.5%氯化钠肉汤、亚硝酸盐脱氨酸增菌液、李氏菌增菌肉汤(LB1、LB2)、磷酸盐缓冲液、伊红美蓝琼脂、乳糖发酵培养基、血琼脂平板、Baird-Parker 琼脂平板、亚硫酸铋琼脂、SS琼脂、三糖铁琼脂、李斯特氏菌显色平板培养基、PALCAM 琼脂平板、CIN-1培养基平板、改良Y培养基、胰酪胨大豆酵母浸膏琼脂均购买自北京陆桥技术股份有限公司。

1.3 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。将无菌棉拭子于含25 mL 无菌生理盐水的采样管中沾湿,冰箱清洗前后分别在冷藏室隔板和蔬菜框的采样点放置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,清洗前后分别在顶部门封条和侧边门封条处用浸湿后的棉签来回涂抹,用尺子测量采样长度与宽度以计算实际采样面积。随后,剪去棉拭子手接触部位后置于含无菌生理盐水的采样管内冷藏保存,4 h内带回实验室检测。

关于清洗前后样本的采集,参考《消毒技术规范(2002)》及WS/T 797—2022《现场消毒评价标准》,清洗后的样本是在冰箱同一部件清洗前采样点附近的类似部位(即污染情况相似)进行棉签涂抹采样。

1.4 冰箱清洗方法

冰箱清洗由某电器服务连锁有限公司实施,主要清洗步骤如下:首先将冰箱冷藏室隔板、蔬菜框、蛋架等部件一一拆卸,接着使用冰箱专用清洗剂(电器服务公司定制)和家电清洗一体机对各部件、四周内壁及门封条逐一清洗及高温消毒处理,最后组装好各部件并关闭冰箱门,使用家电清洗一体机通入臭氧(产值为300 mg/h)杀菌处理15 min。

1.5 微生物培养方法

1.5.1 样品处理

将含有采样棉拭子的采样管置于涡旋混合仪上混匀 30 s,使采样棉拭子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 4 个浓度梯度稀释,备用。

1.5.2 细菌和真菌培养

依据国家标准(表 1)分别进行细菌总数、真菌总

数、大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌、小肠结肠炎耶尔森氏菌的纯化培养。采用平板计数琼脂平板和孟加拉红琼脂平板分别进行细菌和真菌的培养与菌落计数;采用多管发酵法分离培养大肠菌群,经初发酵、分离培养和复发酵后报告大肠菌群检出情况;对金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌 4 种致病菌菌株分别进行增菌、平板划线分离培养及生化鉴定。

表 1 不同种类微生物检测方法的参考标准

Table 1 Reference standards for detection methods for different types of microorganisms

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	GB 4789.3—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数》
金黄色葡萄球菌	GB 14934—2016《食品安全国家标准 消毒餐(饮)具》
沙门菌	GB 4789.10—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验》
单核细胞增生李斯特菌	GB 4789.4—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 沙门氏菌检验》
小肠结肠炎耶尔森氏菌	GB 4789.30—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 单核细胞增生李斯特氏菌检验》
小肠炎耶尔森氏菌	GB 4789.8—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 小肠结肠炎耶尔森氏菌检验》

1.6 统计学分析

为了全面展示数据的分布情况,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})]进行描述。数据处理采用 SPSS 21.0 统计软件,经过正态性检验和方差齐性检验后,运用配对 t 检验完成清洗前后统计处理并进行相关分析,检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。检出率(%)=检出样本个数/采样个数 $\times 100\%$;清除率(%)=(清洗前平均值-清洗后平均值)/清洗前平均值 $\times 100\%$ 。

2 结果

2.1 家用冰箱内不同部位微生物污染情况

为了解家用冰箱冷藏室内不同部位的微生物污染状况,本研究对调查的 15 台家用冰箱的食物隔板、蔬菜框和门封条 3 个部位分别检测细菌总数和真菌总数,结果见图 1。经方差分析,3 个部位间细菌总数和真菌总数差异无统计学意义(F 分别为 0.39 和 2.00, P 分别为 0.68 和 0.14)。

2.2 清洗前后冰箱冷藏室内的细菌总数检测结果

清洗前后分别对 15 台家用冰箱食物隔板、蔬菜框

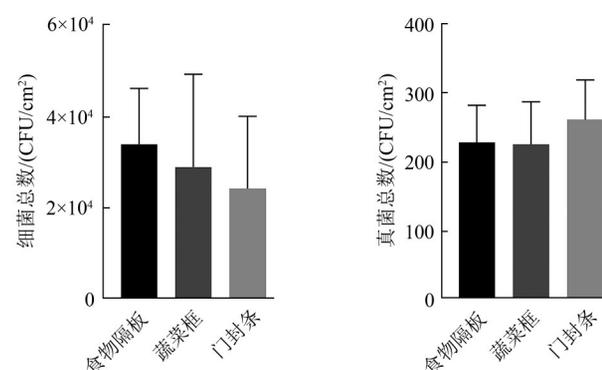


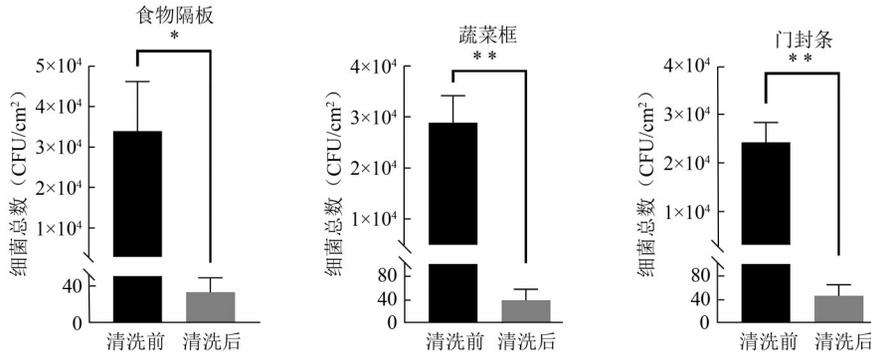
图 1 家用冰箱冷藏室内不同部位细菌和真菌分布情况
Figure 1 Distribution of bacteria and fungi in different parts of the refrigeration room of household refrigerators

和门封条采集细菌培养样本 1 份,共 90 份。清洗前,冰箱内细菌总数范围为 $2.4 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^5$ CFU/cm²,平均值 2.9×10^4 CFU/cm²;清洗后,冰箱内细菌总数范围为 0~230 CFU/cm²,平均值 40 CFU/cm²;食物隔板、蔬菜框和门封条的细菌清除率分别为 99.90%、99.89%、99.81%(表 2)。经配对 t 检验,食物隔板、蔬菜框和门封条 3 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 分别为 2.78、5.52、5.91, P 分别为 0.016、0.000、0.000;图 2)。

表 2 清洗前后冰箱冷藏室内各部位细菌总数分布情况

Table 2 Distribution of the total number of bacteria in each part of the refrigerator room before and after cleaning

采样部位	样本量/个	细菌总数百分数/(CFU/cm ²)			平均值/(CFU/cm ²)	清除率/%
		P_{25}	P_{50}	P_{75}		
食物隔板	清洗前	15	5.0×10^3	1.3×10^4	4.5×10^4	99.90
	清洗后	15	3	8	39	
蔬菜框	清洗前	15	1.3×10^4	2.0×10^4	7.6×10^4	99.89
	清洗后	15	1	3	41	
门封条	清洗前	15	1.0×10^4	1.9×10^4	3.3×10^4	99.81
	清洗后	15	6	13	47	



注:*表示 $P<0.05$; **表示 $P<0.01$

图2 清洗前后家用冰箱冷藏室内不同部位细菌总数

Figure 2 The total number of bacteria in different parts of the refrigeration room of household refrigerators before and after cleaning

2.3 清洗前后家用冰箱冷藏室内的真菌总数检测结果

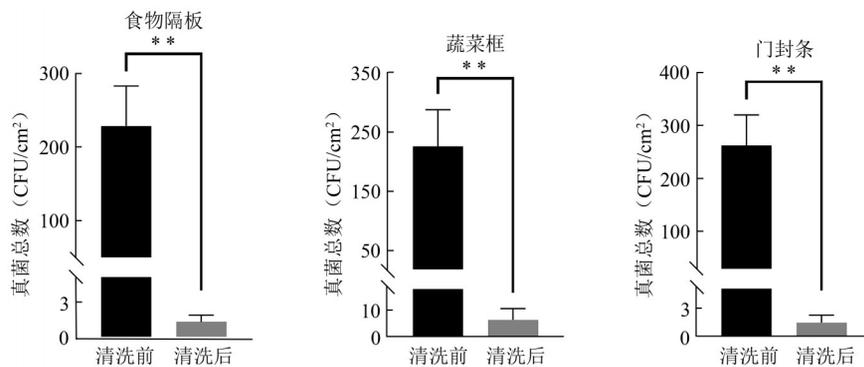
清洗前后分别在15台家用冰箱食物隔板、蔬菜框和门封条采集真菌培养样本1份,共90份。清洗前,冰箱内真菌总数范围为0~750 CFU/cm²,平均值240 CFU/cm²;清洗后,冰箱内真菌总数范围为

0~58 CFU/cm²,平均值3 CFU/cm²;食物隔板、蔬菜框和门封条的真菌清除率分别为99.40%、96.99%、99.41%(表3)。经配对t检验,食物隔板、蔬菜框和门封条3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 分别为4.23、3.53、4.50, P 分别为0.001、0.003、0.001;图3)。

表3 清洗前后冰箱冷藏室内各部位真菌总数分布情况

Table 3 Distribution of the total number of fungi in each part of the refrigerator room before and after cleaning

采样部位	清洗前/清洗后	样本量/个	真菌总数百分数/(CFU/cm ²)			平均值/(CFU/cm ²)	清除率/%
			P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅		
食物隔板	清洗前	15	50	180	370	230	99.40
	清洗后	15	0	0	3	1	
蔬菜框	清洗前	15	49	170	380	230	96.99
	清洗后	15	0	0	2	7	
门封条	清洗前	15	92	180	440	260	99.41
	清洗后	15	0	0	2	2	



注:*表示 $P<0.05$; **表示 $P<0.01$

图3 清洗前后家用冰箱冷藏室内不同部位真菌总数

Figure 3 Total number of fungi in different parts of the refrigeration room of household refrigerators before and after cleaning

2.4 清洗前后冰箱冷藏室内致病菌检测结果

为了解家用冰箱肠道致病菌污染状况,清洗前后分别对15台家用冰箱食物隔板、蔬菜框和门封条采样后进行大肠菌群、金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌分离培养。清洗前45份样本中,大肠菌群平均检出率为64.44%(29/45),金黄色葡萄球菌平均检出率为13.33%(6/45),沙门菌平均检出率为2.22%

(1/45),未检出单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌;冰箱冷藏室内不同部位的致病菌检出率不同,食物隔板、蔬菜框、门封条上大肠菌群的检出率分别为66.67%(10/15)、60.00%(9/15)、66.67%(10/15),3个部位金黄色葡萄球菌的检出率分别为20.00%(3/15)、13.33%(2/15)、6.67%(1/15),沙门菌仅在蔬菜框中检出1例;清洗后,大肠菌群检出率为13.33%(6/45),各部位均未检出

金黄色葡萄球菌、沙门菌、单核细胞增生李斯特菌和小肠结肠炎耶尔森氏菌(图4)。

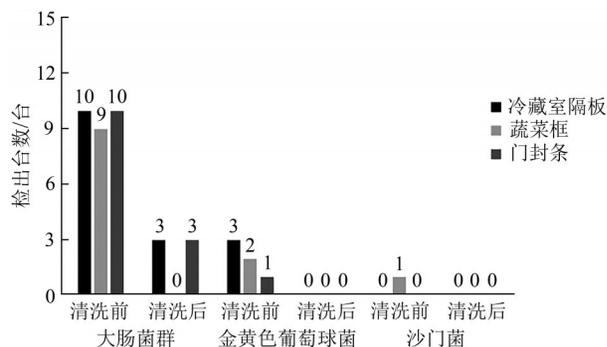


图4 清洗前后家用冰箱冷藏室内不同部位致病菌检出情况

Figure 4 Detection of pathogenic bacteria in different parts of the refrigerator room before and after cleaning

3 讨论

本研究对成都市15台家用冰箱进行入户采样与微生物培养,结果显示清洗前冷藏室内细菌总数平均值为 2.9×10^4 CFU/cm²,真菌总数平均值为240 CFU/cm²,与我国北京市^[8]和南京市^[9]家用冰箱冷藏室内细菌总数和真菌总数相近。目前国内外尚无冰箱内卫生指标的限值标准,参照GB 37488—2019《公共场所卫生指标及限值要求》规定的公用茶具细菌总数 <5 CFU/cm²、洁具类细菌总数 <300 CFU/25 cm²,此次检测的家用冰箱内细菌总数远远超过公共场所规定的茶具和洁具标准,说明我国居民家用冰箱微生物污染状况不容乐观。其中,冰箱门封条的卫生状况最容易被忽视,在采样时发现多数家庭冰箱门封条的缝隙中存在霉斑污迹,实验结果也提示门封条的真菌总数高于食物隔板和蔬菜框。不难理解,门封条的结构与用途较为特殊,居民一般不大可能自行拆卸清洗,直接擦拭清洗时也很难将缝隙中的污垢完全清除,相比之下,专业清洗公司便独具优势,清洗人员利用专业拆卸工具与清洗工具将门封条凹槽中的污渍充分刷洗干净,再利用高压蒸汽进行消毒处理进一步杀灭微生物,清洗效果大大提高,本研究培养结果也显示专业清洗后门封条的真菌总数大大减少(表4)。更令人担忧的是,在家用冰箱中检测出了金黄色葡萄球菌和沙门菌,这两种致病菌生命力强,易附着在肉类、蛋类、水产类等食物上,能够在寒冷条件下生存,是常见的食源性致病菌^[13-14]。本研究仅在蔬菜框中检出1例沙门菌,在询问冰箱使用习惯时发现该家庭经常将购买的鸡蛋直接放置于蔬菜框中,未进行任何包装处理,极有可能导致附着在蛋类表面的沙门菌污染冰

箱内部。此外,在采样过程中观察到部分家庭冰箱中的物品随意摆放、生熟食混合放置,甚至有部分家庭直接将表面沾有泥土的马铃薯、红薯、葱苗等根茎类生菜直接放入蔬菜框中,充分说明目前人们的冰箱卫生使用习惯不良,有必要进一步对社区居民加强冰箱卫生的健康教育,倡导科学合理的冰箱使用方式,减少冰箱食物污染导致的食源性疾病风险。此外,家庭食源性疾病的发生与食物交叉污染密不可分,在食物存储、加工过程中,不恰当的冷藏处理、烹调方式、加热方式、生熟食混放等行为均有可能导致致病微生物在食物间相互污染,因此,教育与倡导人们养成良好的食品加工卫生习惯具有重要意义。

对比清洗前后家用冰箱冷藏室内的菌落总数以及致病菌的种类和数量,研究结果显示,专业冰箱清洗后冷藏室内细菌总数、真菌总数、大肠菌群及致病菌检出率均大大减少,食物隔板、蔬菜框和门封条的细菌清除率分别为99.90%、99.89%、99.81%,真菌清除率分别为99.40%、96.99%、99.41%,说明研究中采用的清洗方法有助于减少冰箱内的细菌和真菌,进而减少家庭食源性疾病发生的风险。臭氧对冰箱的杀菌效果与作用时间、臭氧浓度、冰箱内湿度等条件有关^[15],GB 28232—2011《臭氧发生器安全与卫生标准》明确指出臭氧对物品表面污染的微生物杀灭作用缓慢,在臭氧浓度60 mg/m³条件下,杀菌60~120 min才能达到良好消毒效果。本研究中采用300 mg/h臭氧杀菌的总时长仅15 min(释放臭氧75 mg),按照采样时冰箱冷藏室最大体积0.4 m³计算,理论上臭氧可以达到较好的杀菌作用,然而有近一半的采样部位在清洗后细菌总数仍超过公共场所卫生规范中对洁具类产品的限值(<300 CFU/25 cm²),分析原因可能是公司使用的臭氧发生器没有进行定期仪器校准,臭氧产值可能与设备标注的300 mg/h不一致。事实上,第一步清洗过程的洁净度不仅与降低微生物污染的风险大小密切相关,也对臭氧杀菌效果有至关重要的影响,若未充分洗净冰箱各部件表面污物,残留的大颗粒污物会阻碍臭氧与微生物的作用,影响臭氧杀菌效果。由此可见,无论是居民自己清洗还是由专业人员进行清洗,均需要注意将冰箱内各隐匿部位的污渍完全洗净,将非常有助于降低冰箱内微生物污染状况。此外,清洗服务公司仍需要进一步改善清洗方式,争取为人们提供更加完美的清洗服务;居民也应理性看待专业清洗服务,结合自身家庭条件合理选购,避免被商家的夸大宣传迷惑。

综上,本研究显示家用冰箱冷藏室内细菌总数和真菌总数数量巨大,且存在大肠菌群、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌污染;专业冰箱清洗效果明显,可以使细菌和真菌清除率高于99%,且无致病微生物检出。本研究采用臭氧消毒冰箱具有方便、无残留、环境友好等优点,值得推广,但臭氧消毒家用电器表面的最优条件仍然值得进一步研究。本文仅检测了成都市的15台家用冰箱,样本量有限,未来仍需在国内外范围内加强家用冰箱的卫生学监测,倡导人们养成科学的冰箱使用习惯,同时规范专业家电维修清洗操作,从而减少食源性疾病的风险。

参考文献

- [1] LI H Q, LI W W, DAI Y, et al. Characteristics of settings and etiologic agents of foodborne disease outbreaks - China, 2020 [J]. *China CDC Weekly*, 2021, 3(42): 889-893.
- [2] 苏涛,毛永杨,李智高,等.国内外食源性疾病预防与负担估计的研究进展[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(17): 5940-5946.
- SU T, MAO Y Y, LI Z G, et al. Research progress on foodborne disease surveillance and burden estimation at home and abroad [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2019, 10(17): 5940-5946.
- [3] 李红秋,贾华云,赵帅,等.2021年中国大陆食源性疾病预防监测资料分析[J]. *中国食品卫生杂志*, 2022, 34(4): 816-821.
- LI H Q, JIA H Y, ZHAO S, et al. Analysis of foodborne disease outbreaks in Chinese mainland in 2021 [J]. *Chinese Journal of Food Hygiene*, 2022, 34(4): 816-821.
- [4] BORRUSO P A, QUINLAN J J. Prevalence of pathogens and indicator organisms in home kitchens and correlation with unsafe food handling practices and conditions [J]. *Journal of Food Protection*, 2017, 80(4): 590-597.
- [5] EVANS E W, REDMOND E C. Domestic kitchen microbiological contamination and self-reported food hygiene practices of older adult consumers [J]. *Journal of Food Protection*, 2019, 82(8): 1326-1335.
- [6] MACÍAS-RODRÍGUEZ M E, NAVARRO-HIDALGO V, LINARES-MORALES J R, et al. Microbiological safety of domestic refrigerators and the dishcloths used to clean them in Guadalajara, Jalisco, Mexico [J]. *Journal of Food Protection*, 2013, 76(6): 984-990.
- [7] OSAILI T M, OBAID R S, ALOWAIS K, et al. Microbiological quality of kitchens sponges used in university student dormitories [J]. *BMC Public Health*, 2020, 20(1): 1-9.
- [8] 沈瑾,王佳奇,段弘扬,等.家用冰箱微生物污染现状调查 [J]. *中国消毒学杂志*, 2016, 33(1): 15-17.
- SHEN J, WANG J Q, DUAN H Y, et al. Investigation on status of microbial contamination of domestic refrigerators [J]. *Chinese Journal of Disinfection*, 2016, 33(1): 15-17.
- [9] YE K, WANG J, HAN Y, et al. Investigation on microbial contamination in the cold storage room of domestic refrigerators [J]. *Food Control*, 2019, 99: 64-67.
- [10] 沈瑾,王佳奇,李炎,等.冰箱冷藏室致病微生物现状调查 [J]. *环境卫生学杂志*, 2015, 5(6): 530-533.
- SHEN J, WANG J Q, LI Y, et al. Pathogenic microorganism contamination in domestic refrigerator [J]. *China Industrial Economics*, 2015, 5(6): 530-533.
- [11] 张鹏航,陆峥,赵春玲,等.2018年北京市社区居民冰箱食源性致病菌污染状况分析研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(9): 2509-2513.
- ZHANG P H, LU Z, ZHAO C L, et al. Analysis on the pollution status of food-borne pathogenic bacteria in refrigerator of community residents in Beijing in 2018 [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2019, 10(9): 2509-2513.
- [12] 郝民,宋衍燕,王恒伟,等.居民冰箱食源性致病菌病原学分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(7): 2686-2690.
- HAO M, SONG Y Y, WANG H W, et al. Etiological analysis of food-borne pathogenic bacteria in refrigerator of community residents [J]. *Journal of Food Safety & Quality*, 2021, 12(7): 2686-2690.
- [13] 李孟寒,李莹,闫琳,等.中国食源性金黄色葡萄球菌耐药及肠毒素特征[J]. *中国公共卫生*, 2019, 35(5): 574-578.
- LI M H, LI Y, YAN L, et al. Antimicrobial resistance and enterotoxigenicity characteristics of foodborne *Staphylococcus aureus* isolates in China [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2019, 35(5): 574-578.
- [14] 刘素可,张彪,路娟娥,等.沙门氏菌在食品中的生存策略及其防控的研究进展[J]. *食品科学*, 2022, 43(13): 218-226.
- LIU S K, ZHANG B, LU J E, et al. Progress in research on the survival strategies of *Salmonella* in foods and its prevention and control [J]. *Food Science*, 2022, 43(13): 218-226.
- [15] 丁年平,黄春喜,周卓为,等.臭氧发生器应用于冰箱的杀菌效果研究[J]. *家电科技*, 2012, 318(7): 73-75.
- DING N P, HUANG C X, ZHOU Z W, et al. Study on sterilization effect of ozone generator applied to refrigerator [J]. *China Appliance Technology*, 2012, 318(7): 73-75.