

中图分类号:R126.4 文献标识码:A 文章编号:1673-7830(2017)01-0035-04

【论著】

2012-2015 年北京市石景山区游泳池水质卫生监测

王明良 杨博 赵晓艳

【摘要】 目的 了解北京市石景山区游泳池水卫生状况,保障游泳者身体健康。方法 按照国家相关标准对石景山区游泳池水进行样品采集、检验和评价。结果 2012-2015 年共采集游泳池水样 762 件,合格 111 件,总合格率为 14.6%,其中游离性余氯、尿素和水温是游泳池水不合格的主要项目;各年总体合格率差异无统计学意义($\chi^2 = 7.74, P > 0.05$),但不同月份总合格率差异有统计学意义($\chi^2 = 14.94, P < 0.05$);不同类型游泳场所(宾馆饭店内设游泳池、学校内设游泳池和社会盈利性游泳池)尿素和细菌总数合格率差异有统计学意义(尿素 $\chi^2 = 55.67$, 细菌总数 $\chi^2 = 33.46, P < 0.001$),室内外水温和尿素合格率差异也有统计学意义(水温 $\chi^2 = 6.12$, 尿素 $\chi^2 = 3.96, P < 0.05$)。结论 石景山区游泳场所水质不合格项目主要为游离性余氯、尿素和水温,应加强对游泳场所的卫生监管,强化游泳池水的消毒工作,同时须注意定期换水以避免尿素超标。

【关键词】 游泳池水;水质;监测

Analysis of water hygiene monitoring in swimming pools in Shijingshan district of Beijing during 2012 to 2015

WANG Ming-liang, YANG Bo, ZHAO Xiao-yan

(Shijingshan District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100043, China)

【Abstract】 **Objective** To survey the hygienic quality of water in swimming pools in Shijingshan district of Beijing for sake of a healthy environment to swimmers. **Methods** Water samples were collected, tested and evaluated according to the national standard. **Results** 111/762 (14.6%) water samples were qualified during 2012-2015. Free residual chlorine, urea and water temperature are the main items. The qualification rate of water samples showed no statistical significance ($\chi^2 = 7.74, P > 0.05$) between years, whereas it was statistically significant monthly ($\chi^2 = 14.94, P < 0.05$). The qualification rates of urea ($\chi^2 = 55.67, P < 0.001$) and total bacteria ($\chi^2 = 33.46, P < 0.001$) were statistically significant in hotel, campus and other social swimming pools. And the qualification rate of water temperature ($\chi^2 = 6.12, P < 0.05$) and urea ($\chi^2 = 3.96, P < 0.05$) were significantly different between indoor and outdoor swimming pools. **Conclusion** Free residual chlorine, urea and water temperature are the main unqualified items of water samples of swimming pools in Shijingshan district. The improvement of the qualification rate of swimming pool water needs restrict health supervision as well as appropriate disinfection. The swimming pool water should be refreshed regularly to reduce excessive urea.

【Keywords】 Swimming pool water; Water quality; Monitoring

游泳是夏季大众极为喜爱的健身和娱乐项目,游泳池的水质直接关系到游泳者的身体健康,不洁的游泳池水可引起各种传染病的爆发^[1]。为了解辖区游泳池水的卫生状况及其变化趋势,北京市石景山区疾病预防控制中心于 2012-2015 年夏季对全区游泳场所进行监测,现将监测结果报道如下。

1 对象与方法

1.1 对象 辖区全部游泳馆共计 18 家,包括学校内

游泳馆 2 家,宾馆饭店内设游泳馆 6 家和社会盈利性游泳馆 10 家。其中 2 家游泳馆为室外游泳池,其余均为室内游泳池。不同年份因为游泳馆装修、关停等因素,个别月份个别的游泳馆监测数据可能有缺失。

1.2 监测频次 每年 5-10 月份,每月监测 1 次。其中 2014 年仅监测了 5-7 月份,2015 年监测了 5-9 月份。

1.3 采样方法 按照《公共场所卫生监测技术规范》,每个游泳馆采集不同位置的 3 个点,在远离池壁 1 m 的水面下 30 cm 采样,样品于采样后 4 h 内送达实验室进行检测。

作者单位:100043,北京市石景山区疾病预防控制中心

1.4 检测项目及方法 根据《游泳场所卫生标准》要求,监测项目包括水温、游离性余氯、浑浊度、pH 值、尿素、细菌总数和大肠菌群等 7 项指标。游离性余氯、浑浊度和 pH 值 3 项指标参照《生活饮用水标准检验方法》进行检测,其余指标按照《公共场所卫生标准检验方法》检测,其中游离性余氯为现场检测。评价方法按照《游泳场所卫生标准》对检测结果进行评价,全部项目均合格判定该样品合格,有 1 项及以上项目不合格判定为不合格样品。

1.5 统计学方法 使用 Excel 2013 进行数据的录入和整理,应用 SPSS 19.0 进行统计分析,低于方法检出限的用检出限数值的一半进行计算。不同年份、不同月份、不同类型游泳场所合格率的比较使用卡方检验,

以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 总体情况 2012 - 2015 年石景山区共检测游泳池水样 762 件,合格 111 件,合格率仅为 14.6%,不同年份合格率比较差异无统计学意义($\chi^2 = 7.74, P > 0.05$)。浑浊度和大肠菌群合格率均为 100%。pH 值合格率为 97.6%,检出范围为 5.82 ~ 8.49。细菌总数合格率为 91.6%,最大值为 3 200 cfu/mL。尿素合格率为 65.6%,最高值达 35.0 mg/L。水温合格率为 65.5%,检出范围为 19.4 ~ 33.9 ℃。游离性余氯合格率最低,仅为 29.7%,检出范围为 0.02 ~ 75.10 mg/L (表 1)。

表 1 2012 - 2015 年石景山区游泳池水部分指标监测情况

年份	检测件数	细菌总数			尿素			水温			游离余氯			合计	
		达标数	达标率/%	最大值/cfu·mL ⁻¹	达标数	达标率/%	最大值/mg·L ⁻¹	达标数	达标率/%	范围/℃	达标数	达标率/%	范围/mg·L ⁻¹	达标数	达标率/%
2012	246	233	94.7	1 800	182	74.0	31	164	66.7	23 ~ 33.9	87	35.4	0.02 ~ 5	48	19.5
2013	219	198	90.4	3 200	144	65.8	29	144	55.8	19.4 ~ 31.3	51	23.3	0.05 ~ 75.1	24	11.0
2014	114	112	98.2	1 700	66	57.9	32	72	63.2	20 ~ 31.5	27	23.7	0.02 ~ 3.5	16	14.0
2015	183	155	84.7	2 900	108	59.0	35	119	65.0	20.7 ~ 31.7	61	33.3	0.05 ~ 38	23	12.6
合计	762	698	91.6	3 200	500	65.6	35	499	65.5	19.4 ~ 33.9	226	29.7	0.02 ~ 75.1	111	14.6

2.2 不同类型游泳池监测结果比较 根据单位经营项目及游泳人群,可以将游泳场所分为宾馆饭店内设游泳池、学校内设游泳池和社会盈利性游泳池 3 种。对 3 种类型游泳池水的合格率进行比较,结

果显示各类型游泳池的尿素和细菌总数合格率差异有统计学意义,3 类游泳池的水温、pH 值、游离性余氯以及全项的合格率均相近且差异无统计学意义(表 2)。

表 2 2012 - 2015 年石景山区各类型游泳池水合格情况

场所类型	检测件数	水温		pH 值		尿素		游离性余氯		细菌总数		全项	
		合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%
宾馆饭店内设泳池	300	182	60.7	300	100.0	234	78.0	79	26.3	291	97.0	50	16.7
社会盈利性泳池	435	299	68.7	429	98.6	240	55.2	141	32.4	388	89.2	55	12.6
学校内设泳池	27	18	66.7	27	100.0	27	100.0	6	22.2	19	70.4	6	22.2
χ^2 值	—	5.13		4.55		55.67		3.89		30.46		3.63	
P	—	0.077		0.103		<0.001		0.143		<0.001		0.163	

社会盈利性游泳池尿素的合格率最低,仅为 55.2%,尿素最高值达 35 mg/L,为国家标准值的 10 倍。对不同类型游泳池水尿素合格率进行两两比较,学校内设游泳池和社会盈利性游泳池($\chi^2 = 20.94, P < 0.017$),宾馆饭店内设游泳池和学校内设游泳池($\chi^2 = 7.44, P < 0.017$),宾馆饭店内设游泳池和社会盈利性游泳池($\chi^2 = 40.40, P < 0.017$)尿素合格率差异均有统计学意义,3 种类型游泳池水尿素合格率关系为:学校内设游泳池 > 宾馆饭店内设游泳池 > 社会盈利性游泳池。对 3 种类型游泳池的细菌总数合格率进行两两比较,学校内设游泳池和社会

盈利性游泳池($\chi^2 = 8.59, P < 0.017$),宾馆饭店内设游泳池和学校内设游泳池($\chi^2 = 35.64, P < 0.017$),宾馆饭店内设游泳池和社会盈利性游泳池($\chi^2 = 15.36, P < 0.017$)的细菌总数合格率差异均有统计学意义,3 种类型游泳池水细菌总数的合格率关系为:宾馆饭店内设游泳池 > 社会盈利性游泳池 > 学校内设游泳池。

2.3 室内外游泳池监测结果比较 对 2012 - 2015 年室内外游泳池监测结果进行分类统计,结果显示室内游泳池水温合格率显著高于室外($\chi^2 = 6.12, P < 0.05$),室外的尿素合格率则相对较高($\chi^2 = 3.96, P <$

0.05), pH 值、细菌总数及全项的合格率则差异无统计学意义($P>0.05$, 表 3)。

表 3 2012 - 2015 年石景山区室内外游泳池水合格情况

类型	检测件数	水温		pH 值		尿素		游离性余氯		细菌总数		全项	
		合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%
室内游泳池	729	484	66.4	729	100.0	474	65.0	220	30.2	668	91.6	105	14.4
室外游泳池	33	15	45.4	33	100.0	27	81.8	6	18.2	30	90.9	6	18.2
χ^2 值	—	6.12		—		3.96		2.17		0.021		0.36	
P 值	—	0.013		—		0.047		0.14		0.88		0.61	

2.4 不同月份游泳池水监测结果比较 对 2012 - 2015 年游泳池水监测结果按照月份进行分类统计,结果显示,不同月份的 pH 值、尿素和游离性余氯合格率变化不大,经 χ^2 检验差异均无统计学意义(pH 值 $\chi^2=7.15$, 尿素 $\chi^2=5.99$, 游离性余氯 $\chi^2=4.96$, $P>0.05$)。水温 8、9 月份合格率相对较低(55.6% ~ 59.0%), 10 月份合格

率较高(76.4%), 各月份比较差异有统计学意义($\chi^2=15.8$, $P<0.05$)。细菌总数也是 10 月份合格率较高(100%), 其他月份波动较大(85.7 ~ 96.5%), 各月份比较差异有统计学意义($\chi^2=20.00$, $P<0.05$)。综合考虑各项目的合格情况,不同月份全项合格率差异有统计学意义($\chi^2=14.94$, $P<0.05$, 表 4)。

表 4 2012 - 2015 年石景山区不同月份游泳池水合格情况

月份	检测件数	水温		pH 值		尿素		游离性余氯		细菌总数		全项	
		合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%	合格数	合格率/%
5	138	87	63.0	135	97.8	84	60.9	45	32.6	126	91.3	23	16.7
6	144	104	72.2	141	97.9	90	62.5	35	24.3	139	96.5	12	8.3
7	168	116	69.0	168	100.0	108	64.3	58	34.5	144	85.7	36	21.4
8	135	75	55.6	135	100.0	93	68.9	39	28.9	124	91.9	22	16.3
9	105	62	59.0	105	100.0	72	68.6	28	26.7	93	88.6	9	8.6
10	72	55	76.4	72	100.0	54	75.0	21	29.2	72	100.0	9	12.5
χ^2 值	—	15.8		7.15		5.99		4.96		20		14.94	
P 值	—	0.007		0.057		0.307		0.42		0.001		0.011	

3 讨论

3.1 2012 - 2015 年石景山区游泳池水总合格率低于北京市其他区县^[2-3], 且 2012 - 2015 年合格率无明显提升,说明该区的游泳池水卫生状况较为严峻,卫生监督部门应该加强游泳场所的监管力度,以保障游泳者的健康。监测表明游离性余氯、尿素和水温,其中游离性余氯合格率最低,仅为 29.7%,是造成该区游泳池水不合格的最主要因素。游离性余氯主要来自含氯消毒剂,其浓度受加氯量、接触时间、水温、pH 值和泳客量等因素的影响^[4]。游离性余氯不合格包括不达标和超标两种情况,经营者缺乏管理知识,甚至为了节约成本,没有按时、足量添加消毒剂可引起游离性余氯含量不足,同样的,经营者操作不规范,计量不准确,为了应付检查而大量投放消毒剂可引起游离余氯超标。游离余氯过低影响池水的消毒效果,不能有效控制传染病的传播,过高则会产生氯臭味,对皮肤和黏膜造成刺激作用。该区 2012 - 2015 年游泳池水监测结果显示,游离性余氯不合格样品中 35% 为不达标,65% 为超标,过量投放含氯消毒剂的情况更为严重。因此,各游泳场所应该设立专职、专业的人员负责池水的消毒工作,并配备准确有效的余氯测定装置,定期监测池水的

游离性余氯浓度,如有可能,尽量使用在线余氯浓度监测和自动加药设备,并对其加强消毒技术的指导,经常不定期检查其消毒记录和游离余氯的检测记录^[5],确保游离性余氯在国家标准范围内。

3.2 游泳池水中的尿素来源于泳客分泌物和排泄物,是影响游泳池水合格率的另外一项重要指标,其合格率与游泳人员数量、卫生意识、净化设施、补充水量、温度等因素有关^[6]。该区宾馆、饭店和学校主要对内开放,游泳人数相对于社会盈利性游泳池较少,受尿素污染的机会较低,且学校游泳人群的受教育程度相对较高,卫生意识相对较好,因此学校内设游泳池水尿素合格率较高,而社会盈利性游泳池游泳人群混杂,且常年开设有儿童游泳教学班,因此其合格率显著低于其他两种类型游泳场所。为了提高尿素合格率,游泳场所应通过不断补充足够的新水,高峰时间限制入场人数以及保证水循环过滤设施的正常运转等措施来确保游泳池水中尿素含量达标^[2]。

3.3 细菌总数是反映游泳池水洁净程度的重要指标,超标的主要原因为水温过高或者消毒工作不到位^[7]。该区学校内设游泳池细菌总数合格率显著低于其他两种类型游泳场所,其原因是被监测学校游泳池消毒方

式均为手动投药,一般于下午营业结束后投放消毒剂,而现场采样时间均为早上,消毒剂经过一夜的挥发已无消毒效果,现场采样时学校游泳池为了应付检查临时投药,虽然游离性余氯浓度合格率与其他场所无显著性差异,但临时投药消毒时间不足严重影响消毒效果。而其他场所采用自动加药或者手动自动结合的投药方式,消毒剂能持续发挥作用,有效地控制了池水中微生物的繁殖。

3.4 每年 7-9 月份为游泳场所营业高峰,由于天气炎热,加上学生放假,游泳场所客流人数达到峰值,各项指标容易因为池水负荷过重出现超标现象。监测结果显示,7-8 月份游泳场所全项合格率不降反升,这可能是因为卫生监督部门在游泳旺季加大了监管力度,促使游泳场所管理者提高重视程度。

3.5 为进一步改善游泳池水质,现提出如下建议:(1)监管部门加强对游泳场所的监管力度,督促其配备有效的消毒设备和专门的检测人员,并对其开展池水消毒技术指导工作;(2)定期补充新水,高峰时期限制入场人数;(3)加强社会宣传,提高游泳人员的认知

水平和卫生意识。

参考文献

- [1] 曾四清. 游泳引起的传染病流行及预防[J]. 中国热带医学, 2005, 5(8): 1727-1729.
- [2] 王艳春, 杨玉竹, 郑旭. 2011-2014 年北京市通州区游泳池水监测分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2015, 25(23): 4106-4108.
- [3] 刘雪莹, 郭强. 2014 年北京市海淀区游泳场所水质卫生状况调查[J]. 首都公共卫生, 2015, 9(2): 69-71.
- [4] 黄晓凤, 梁和平, 甄国新, 等. 游泳池水与人体健康[J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(1): 52-53.
- [5] 梁群珍, 黄士炎. 茂名市区 2004-2006 年游泳池水水质卫生监测结果分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(5): 889-891.
- [6] 李伟, 赵岩, 李霖, 等. 天津市游泳池水质检测结果分析与对策[J]. 职业与健康, 2013, 29(21): 2839-2841.
- [7] 张洪轩, 历丹, 郭琦. 2009-2010 年大连市游泳池水水质卫生检测结果[J]. 职业与健康, 2011, 27(14): 2-3.

(收稿日期: 2016-05-23)

中图分类号: R994.6 文献标识码: A 文章编号: 1673-7830(2017)01-0038-03

【综述】

模式动物斑马鱼在环境毒理学中的实验方法和检测指标

施嘉琛 郑婷婷 李红

【摘要】 斑马鱼由于具备便于获得、生长快速、实验费用小且与人类基因相似度较高等特点,近年来斑马鱼被广泛应用于人类疾病模型及药物筛选、毒理学与环境检测中,使其成为新型的脊椎模式生物。本文从模式动物在环境毒理学中的应用角度,论述了斑马鱼在环境毒理学研究中的实验方法和相关的检测指标,旨在为初涉斑马鱼研究工作的实验室和研究人员提供早期的工作借鉴,使斑马鱼的研究更好的应用于环境毒理学中。

【关键词】 模式动物; 斑马鱼; 环境毒理学

The testing method and related indexes with the model organism zebra fish in the environmental toxicity

SHI Jia-chen, ZHENG Ting-ting, LI Hong

(Beijing Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100013, China)

【Abstract】 *Danio rerio*, or Zebra fish, is an ideal modelling vertebrate which is experimentally accessible and cost-effective. As is genetically similar to *homo sapient*, Zebra fish is comprehensively used in human disease modelling, drug screening, toxicology and environmental detection. This review demonstrates the application of zebra fish and its related indicators in ecotoxicological research, and hence provide a reference for further studies.

【Keywords】 Animal model; Zebra fish; Ecotoxicology

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 41273132)

作者单位: 100013, 北京市疾病预防控制中心, 北京市食物中毒诊断溯源技术重点实验室