

· 论 著 ·

浙江省农村饮用水消毒效果及影响因素研究

陈媛¹, 伍立志¹, 徐沛维¹, 陈卫中¹, 何升良¹, 许丹丹¹, 陈志健¹, 王丽²

1.浙江省疾病预防控制中心, 浙江 杭州 310051; 2.中国疾病预防控制中心农村改水技术指导中心

摘要: **目的** 分析浙江省农村饮用水消毒效果及影响因素, 为控制农村饮用水微生物污染及预防介水传染病的发生提供依据。**方法** 采用分层随机抽样方法抽取浙江省 879 家农村饮用水供水厂, 采集 2017 年农村饮用水水样 5 299 份, 按照 GB 5749—2006 《生活饮用水卫生标准》评价饮用水的消毒效果, 采用 Logistic 回归模型分析农村饮用水消毒效果的影响因素。**结果** 浙江省农村水厂处理工艺以常规处理为主, 540 家占 61.43%; 水源以地表水为主, 771 家占 87.71%。经过消毒处理的水样 4 458 份, 占 84.13%。消毒剂余量总合格率为 86.05%; 其中二氧化氯消毒水样占 22.32%, 消毒剂余量合格率为 100.00%。Logistic 回归分析结果显示, 水厂规模、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、是否消毒、水源水浑浊度和水期是消毒效果的影响因素 ($P < 0.05$)。是否消毒、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率和水源水浑浊度是出厂水消毒效果的影响因素 ($P < 0.05$)。是否消毒、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和水厂规模是末梢水消毒效果的影响因素 ($P < 0.05$)。消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和水厂规模是地表水消毒效果的影响因素 ($P < 0.05$)。消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和 pH 值是地下水消毒效果的影响因素 ($P < 0.05$)。**结论** 浙江省农村饮用水消毒效果受原水水质、水厂规模和水处理工艺等多种因素的影响。水厂在制水和输配水过程中应完善消毒工艺, 加强水厂管理, 规范消毒以进一步控制微生物的超标风险。

关键词: 农村; 饮用水; 消毒; 总大肠菌群; 消毒剂余量

中图分类号: R123.6 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2019) 10-0992-06

Disinfection effect and its influencing factors of rural drinking water in Zhejiang Province

CHEN Yuan*, WU Li-zhi, XU Pei-wei, CHEN Wei-zhong, HE Sheng-liang, XU Dan-dan, CHEN Zhi-jian, WANG Li

^{*}Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: Objective To learn the disinfection effect and its influencing factors of drinking water in rural areas of Zhejiang Province, so as to provide scientific basis for the control of microbial pollution in drinking water and prevention of waterborne diseases. **Methods** A total of 5 299 samples from 879 rural water plants Zhejiang Province were collected by stratified sampling method in 2017. The disinfection effect of water samples was assessed quality according to GB 5749—2006 *Hygienic Standards for Drinking Water*. Logistic regression models were used to analyze the influencing factors for disinfection effect of rural drinking water. **Results** There were 540 rural water plants in Zhejiang Province adopting routine process for water purification, accounting for 61.43%; 771 ones using surface water, accounting for 87.72%. About 4 458 samples (84.13%) were disinfected and the qualified rate was 86.05%, 22.32% of which were disinfected by chlorine dioxide and the qualified rate was 100.00%. The results of multivariate logistic regression analysis showed that scale of water plant, disinfectant residue, use frequency of disinfection equipment, disinfection, season and source water turbidity were the influencing factors for the disinfection effect of rural drinking water ($P < 0.05$); disinfection, disinfectant residue, use frequency of disinfection equipment and source water turbidity were the influencing factors for the disinfection effect of finished water ($P < 0.05$); disinfection, disinfectant residue, use frequency of disinfection equipment, source water turbidity and scale of water plant were the influencing factors for the disinfection effect of tap

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.10.005

基金项目: 2017 年浙江省疾病预防控制中心科技英才孵育项目

作者简介: 陈媛, 硕士, 医师, 主要从事环境卫生工作

通信作者: 王丽, E-mail: wangli@ncrwstg.chinacdc.cn

water ($P < 0.05$); disinfectant residue, use frequency of disinfection equipment, source water turbidity and scale of water plant were the influencing factors for the disinfection effect of surface water ($P < 0.05$); disinfectant residue, use frequency of disinfection equipment, source water turbidity and pH were the influencing factors for the disinfection effect of groundwater ($P < 0.05$). **Conclusion** The disinfection effect of drinking water in rural areas of Zhejiang Province is associated with source water quality, scale of plants, water purification technique and so on. The disinfection process should be improved, the management of water plants should be strengthened to reduce the risk of microbial contamination.

Key words: Rural area; Drinking water; Disinfection; Total coliform; Disinfectant residue

饮用水安全关系到群众的生命安全,世界卫生组织《饮用水水质准则》指出微生物是饮用水安全的最大威胁^[1]。浙江省各地区监测结果表明^[2-3],农村饮用水存在的主要问题为微生物污染^[4],消毒是杀灭水中病原微生物最直接有效的方法。设备的不正常使用、消毒过程的不规范是农村水厂管理中普遍存在的问题^[5-6],供水规模和水源类型影响复合二氧化氯消毒效果^[7],pH值及水源水浑浊度影响消毒剂与微生物之间产生的反应。本研究分析2017年浙江省饮用水水质卫生消毒效果,了解浙江省农村饮用水现状,分析农村饮用水消毒效果及影响因素,为控制农村饮用水微生物污染及预防介水传染病,提高农村水厂消毒效果提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源 资料来源于全国饮用水水质卫生监测系统。

1.2 方法 于2017年按照《全国饮用水水质卫生监测工作方案》要求,根据经济、地理和水厂类型等特点,采用分层随机抽样方法抽取浙江省73个涉农县的农村饮用水水厂,收集水厂规模、覆盖人口、水源类型、水期类型、处理工艺、消毒设备、消毒方式和水样检测结果等资料。每个水厂采集出厂水1份,末梢水根据水厂覆盖人口,平均每2000人采集1份末梢水,每个水厂采集1~4份末梢水。

1.2.1 采样调查与检测方法 调查采用国家统一制定的调查表,按照GB/T 5750—2006《生活饮用水标准检验方法》^[8]采集水样并检测。枯水期、丰水期监测水厂基本固定,其中监测水厂数枯水期879家,丰水期876家,本研究对水厂基本信息统计以枯水期的结果为准。由专业人员在7—9月丰水期、3—5月枯水期各进行一次采样。

1.2.2 水质卫生评价 按照GB 5749—2006《生活饮用水卫生标准》^[9]附表4相关指标限值的要求进行评价。水质监测指标包括水源水浑浊度、pH值、总大肠菌群、细菌总数、耐热大肠菌群、大肠埃希菌和

游离余氯/二氧化氯。总大肠菌群作为水质安全的指示菌,可以用作评价输配水系统清洁度、完整性和生物膜存在以及消毒指示剂^[1],故本研究中使用总大肠菌群数代表饮用水消毒效果,同时纳入是否有消毒设备、消毒设备使用率、消毒剂是否规范使用、消毒剂余量是否合格、水源水浑浊度和pH值影响消毒剂的作用效果等饮用水消毒效果的影响因素。

1.3 统计分析 采用Excel 2007软件整理数据,采用SAS 9.2软件统计分析,定性资料采用相对数描述。农村饮用水消毒效果的影响因素采用Logistic回归模型分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 监测水厂基本情况 879家监测水厂覆盖人口1504.10万人。水厂水源以地表水为主,771家占87.71%;其次为地下水,108家占12.29%。地表水以水库水为主,413家占53.57%;其次为溪水,245家占31.78%;江河水35家占4.54%。地下水以泉水为主,57家占52.78%;深井水覆盖人口最多,占42.85%。见表1。常规处理水厂540家,占总水厂数的61.43%,覆盖人口1449.78万人,占总覆盖人口的96.39%;部分处理(沉淀过滤和仅消毒)水厂307家,占34.93%,覆盖人口50.80万人,占3.38%;未处理水厂32家,占3.64%,覆盖人口3.52

表1 浙江省879家农村饮用水水厂水源类型和人口覆盖情况

水源类型	水厂个数	构成比 (%)	覆盖人口数 (万)	构成比 (%)
地表水				
水库	413	53.57	977.53	66.63
溪水	245	31.78	57.86	3.94
江河	35	4.54	385.47	26.27
湖泊	12	1.56	36.11	2.46
沟塘	16	2.08	2.72	0.19
其他	50	6.49	7.42	0.51
地下水				
泉水	57	52.78	5.74	15.52
深井	25	23.15	15.85	42.85
浅井	26	24.07	15.40	41.63

万人, 占 0.23%。

2.2 消毒方式及消毒剂余量合格情况 共采集水样 5 299 份, 其中经过消毒处理的水样 4 458 份, 未经过消毒处理的水样 841 份。消毒水样总大肠菌群合格 3 876 份, 合格率为 86.94%; 未消毒水样总大肠菌群合格 447 份, 合格率为 53.15%。消毒方式以次氯酸钠消毒为主, 1 417 份占 31.79%; 其次是漂白粉消毒, 1 091 份占 24.47%; 二氧化氯消毒包括复合二氧化氯消毒和高纯二氧化氯, 995 份占 22.32%; 液氯消毒 891 份占 19.99%。消毒剂余量总合格率为 86.05%, 二氧化氯消毒水样的消毒剂余量合格率最

高, 为 100.00%; 其次为液氯消毒水样的消毒剂余量合格率, 为 94.95%; 次氯酸钠消毒水样的消毒剂余量合格率为 90.61%。

2.3 农村饮用水消毒效果影响因素的单因素 Logistic 回归分析 总大肠菌群合格水样 4 323 份, 超标 976 份。以总大肠菌群指标是否合格为应变量 (0= 否, 1= 是) 进行单因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 水源类型、水厂规模、是否消毒、消毒剂余量、消毒设备使用频率、水源水浑浊度、水样类型与总大肠菌群是否合格均有统计学关联 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 农村饮用水消毒效果影响因素的单因素 Logistic 回归分析

项目	合格 (n=4 323)		不合格 (n=976)		P 值	OR 值	95%CI
	水样数	构成比 (%)	水样数	构成比 (%)			
水源类型							
地下水	311	7.19	162	16.60		1.000	
地表水	4 012	92.81	814	83.40	< 0.001	2.567	2.093~3.149
水厂规模							
小水厂	1 195	27.64	725	74.28		1.000	
大水厂	3 128	72.36	251	25.72	< 0.001	7.561	6.454~8.857
消毒							
是	3 876	89.66	529	54.20		1.000	
否	447	10.34	447	45.80	< 0.001	5.870	4.997~6.896
消毒剂余量							
不合格	4 051	93.71	350	35.86		1.000	
合格	272	6.29	626	64.14	< 0.001	8.333	6.944~10.00
消毒设备							
正常使用	3 416	79.02	350	35.86		1.000	
不使用	463	10.71	398	40.78	< 0.001	8.389	7.054~9.977
偶尔使用	444	10.27	228	23.36	< 0.001	5.012	4.128~6.241
pH 值							
< 7.5	3 220	74.48	749	76.74		1.000	
≥ 7.5	1 103	25.52	227	23.26	0.142	0.885	0.751~1.042
水源水浑浊度							
合格	3 701	85.61	491	50.31		1.000	
不合格	622	14.39	485	49.69	< 0.001	5.877	5.051~6.839
水期							
枯水期	2 171	50.22	477	48.87		1.000	
丰水期	2 152	49.78	499	51.13	0.447	1.055	0.918~1.213
水样类型							
末梢水	3 011	69.65	437	44.77		1.000	
出厂水	1 312	30.35	539	55.23	< 0.001	0.537	0.466~0.619

2.4 农村饮用水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析 以总大肠菌群指标是否合格为应变量 (0= 否, 1= 是), 将单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归模型 (采用逐步回归法, $\alpha_{入} =$

0.05, $\alpha_{出} = 0.10$)。结果显示, 水厂规模、是否消毒、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和水期是消毒效果的影响因素。见表 3。

表3 农村饮用水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析

自变量	参照组	β	S_e	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
水厂规模							
大水厂	小水厂	-0.448	0.109	16.864	<0.001	0.639	0.516~0.791
消毒							
否	是	2.538	0.691	13.500	<0.001	12.658	3.269~49.034
消毒剂余量							
合格	不合格	2.523	0.117	467.760	<0.001	12.475	9.900~15.625
消毒设备							
偶尔使用	正常使用	0.840	0.125	45.182	<0.001	2.316	1.813~2.958
不使用		-0.273	0.691	0.156	0.693	0.761	0.196~2.950
水源水浑浊度							
不合格	合格	1.257	0.092	185.141	<0.001	3.521	2.932~4.219
水期							
丰水期	枯水期	0.189	0.087	4.663	0.031	1.208	1.018~1.443
常量		-0.239	0.468	0.262	0.609		

2.5 出厂水和末梢水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析 分别以出厂水和末梢水总大肠菌群指标是否合格为应变量 (0= 否, 1= 是), 以单因素分析中有统计学意义的变量为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析 (采用逐步回归法, $\alpha_{入}=0.05$, $\alpha_{出}=$

0.10)。结果显示, 是否消毒、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率和水源水浑浊度是出厂水消毒效果的影响因素。见表4。是否消毒、消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和水厂规模是末梢水消毒效果的影响因素。见表5。

表4 出厂水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析

自变量	参照组	β	S_e	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
消毒							
是	否	3.168	0.932	11.553	<0.001	23.769	3.824~147.733
消毒剂余量							
合格	不合格	2.385	0.169	199.621	<0.001	10.860	7.812~15.151
消毒设备							
偶尔使用	正常使用	0.710	0.176	16.246	<0.001	2.035	1.440~2.874
不使用		-0.815	0.924	0.778	0.378	0.443	0.072~2.708
水源水浑浊度							
不合格	合格	1.215	0.134	81.786	<0.001	3.370	2.590~4.386
常量		0.160	0.927	0.029	0.863		

表5 末梢水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析

自变量	参照组	β	S_e	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
消毒							
否	是	1.684	0.817	4.249	0.039	5.388	1.086~26.718
消毒剂余量							
合格	不合格	2.724	0.161	284.917	<0.001	15.236	11.105~20.904
消毒设备							
偶尔使用	正常使用	0.958	0.176	29.722	<0.001	2.608	1.848~3.680
不使用		0.544	0.824	0.437	0.508	1.724	0.343~8.659
水源水浑浊度							
不合格	合格	1.257	0.126	99.237	<0.001	3.522	2.747~4.504
水厂规模							
大水厂	小水厂	0.638	0.149	18.308	<0.001	0.544	0.394~0.708
常量		-1.114	0.831	1.796	0.180		

2.6 地表水和地下水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析 分别以地表水和地下水总大肠菌群指标是否合格为应变量 (0=否, 1=是), 以单因素分析中有统计学意义的变量为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析 (采用逐步回归法, $\alpha_{入}=0.05$, $\alpha_{出}$

$=0.10$)。结果显示, 消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和水厂规模是地表水消毒效果的影响因素, 见表 6。消毒剂余量是否合格、消毒设备使用频率、水源水浑浊度和 pH 值是地下水消毒效果的影响因素, 见表 7。

表 6 地表水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析

自变量	参照组	β	S_e	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
消毒剂余量							
合格	不合格	2.344	0.126	345.831	<0.001	10.432	8.148~13.357
消毒设备							
偶尔使用	正常使用	0.751	0.137	30.221	<0.001	2.119	1.162~2.769
不使用		2.073	0.133	244.390	<0.001	7.947	6.128~10.305
水源水浑浊度							
不合格	合格	1.251	0.097	166.023	<0.001	3.494	2.889~4.227
水厂规模							
大水厂	小水厂	-0.471	0.116	16.380	<0.001	0.624	0.497~0.784
常量		-2.817	0.127	490.923	<0.001		

表 7 地下水消毒效果影响因素的多因素 Logistic 回归分析

自变量	参照组	β	S_e	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
消毒剂余量							
不合格	合格	3.462	0.313	116.732	<0.001	31.895	15.989~62.623
消毒设备							
偶尔使用	正常使用	0.812	0.357	5.166	0.023	2.253	1.118~4.540
不使用		3.337	0.366	82.940	<0.001	28.141	13.772~57.711
水源水浑浊度							
不合格	合格	1.610	0.341	22.269	<0.001	5.002	2.563~9.760
pH 值							
≥ 7.5	< 7.5	0.882	0.319	7.664	0.006	2.416	1.294~4.511
常量		-3.381	0.313	116.729	<0.001		

3 讨论

本研究发现, 浙江省农村常规处理水厂仅占有水厂的 61.43%, 但其人口覆盖率已达 96.39%, 与往年^[10] 相比有较大的提高, 消毒水样的微生物合格率比未经消毒的水样高出 33.79%, 这与栗旻等^[11] 的研究结果相似。刘国红等^[12] 研究表明, 制水环节消毒对水质影响程度最大, 这与本研究结果一致。

影响农村饮用水消毒效果主要因素有两个方面: 一是水源水水质, 如水源类型、水源水浑浊度和水期类型等; 二是消毒工艺, 如水厂规模、消毒剂的合理使用、消毒设备使用频率和消毒剂余量是否合格等。本研究显示, 丰水期大肠菌群超标的风险是枯水期的 1.208 倍, 可能与丰水期采样时浙江省降雨增多, 雨水影响原水水质, 而水源水浑浊度、微生物等指标合格情况与浙江省的水文条件和降雨有关。水源水浑浊度不合格的总大肠菌群超标危险是浑浊度合格的

3.521 倍, 可能与降雨、大风等天气影响水质的水源水浑浊度有关, 有研究显示^[13-14] 浑浊度影响消毒效果, 饮用水浑浊度越高, 水中的化学有害物质和病毒越多, 消毒所需的氯越多。

在处理工艺上, 消毒对提高微生物指标合格率具有明显作用^[15]。未经消毒的水样大肠菌群超标风险是消毒水样的 12.658 倍; 消毒设备偶尔使用微生物超标危险是正常使用的 2.316 倍。对地下水和地表水进行消毒效果分析时发现, 不使用消毒设备和偶尔使用消毒设备与正常使用消毒设备相比, 总大肠菌群超标风险更大, 地下水水质状况优于地表水, 消毒设备的正常使用对地表水微生物的影响要大于地下水, 这与张景山等^[16]、罗彤等^[17] 研究结果一致。研究发现, 水厂规模也是影响消毒效果的重要因素, 大水厂微生物超标率是小水厂的 0.639 倍, 这与云南省^[11]、四川省^[7] 研究结果一致, 提示供水水厂规模大, 相应的设施齐全, 人员素质高, 消毒规范, 微生物超标

率较低。相对于地表水,地下水消毒效果更易受pH值影响,pH低有利于氯离子消毒效果^[18]。地表水的消毒效果易受水厂规模的影响,地下水与地表水为水源的水厂中不使用消毒设备、偶尔使用消毒设备均比正常使用消毒设备的水厂总大肠菌群超标风险高,相比出厂水,末梢水更易受水厂规模大小的影响,大水厂总大肠菌群超标是小水厂的0.544倍。

综上所述,农村饮用水消毒效果受多种因素影响,提高浙江省农村饮用水微生物达标现状迫在眉睫。浙江省农村水厂以地表水源为主,地表水源易受影响,尤其是受到人为活动和工业化的影响,致病微生物进入水源,若不采取有效的消毒措施,就容易发生介水传染病,因此,做好水源卫生防护是保障安全饮水的基础^[19]。消毒在安全饮用水供应中具有不可置疑的重要作用,基础消毒后需继续二次消毒,二次消毒能够确保饮用水在运输过程中的水质质量,对受到粪便污染的饮用水应进行化学消毒,从而降低致病的总体风险。最后,加强水厂的运行管理和消毒设备的使用维护,供管水人员应提高对消毒处理环节的重视,对水厂人员的规范化消毒进行统一技术培训。

参考文献

- [1] 世界卫生组织. 饮用水水质准则 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2014: 88.
- [2] 丁东儿, 陈君斌, 吕辉. 浙江省奉化市2013—2014年农村生活饮用水卫生监测结果 [J]. 上海预防医学, 2016, 28 (1): 64-65.
- [3] 屈凌燕, 刘颖, 王群利. 宁波市城市生活饮用水主动监测结果分析 [J]. 浙江预防医学, 2016, 28 (6): 628-630.
- [4] 王锦绣, 陈宇鸿. 温岭市农村集中式供水卫生状况分析 [J]. 预防医学, 2017, 29 (6): 623-625.
- [5] 毛德发, 田金霞. 北京市村镇供水消毒现状分析与对策 [J]. 北京水务, 2016 (5): 29-32.
- [6] 张洪祥, 刘本先, 刘海煜. 2017年潍坊市农村饮用水卫生现状调查分析 [J]. 中国城乡企业卫生, 2018, 33 (9): 66-68.
- [7] 李张, 金立坚, 秦岭, 等. 四川省农村饮用水复合二氧化氯消毒效果分析 [J]. 实用预防医学, 2018, 25 (5): 568-571.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 生活饮用水标准检验方法: GB/T 5750—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [9] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化委员会. 生活饮用水卫生标准: GB/T 5749—2006 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [10] 蔡建民, 楼晓明, 陈志健, 等. 浙江省2010年农村分散式供水水质现状分析 [J]. 浙江预防医学, 2012, 24 (5): 1-3.
- [11] 栗旸, 狄娟, 张旭辉, 等. 2017年云南省农村水厂饮用水消毒现状调查 [J]. 现代预防医学, 2018, 45 (22): 166-169.
- [12] 刘国红, 廖玉学, 黄广文, 等. 深圳市2016年生活饮用水水质影响因素 [J]. 中国热带医学, 2018, 18 (1): 72-75.
- [13] 雷钦. 关于饮用水浑浊度对余氯消毒效果的影响分析 [J]. 低碳世界, 2014 (15): 19-20.
- [14] 甘霖, 刘华平, 常椿滢. 2014—2016年南充市饮用水消毒效果相关因素分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2018, 34 (4): 140-143.
- [15] MI Z, DAI Y, XIE S, et al. Impact of disinfection on drinking water biofilm bacterial community [J]. J Environ Sci, 2015, 37 (11): 200-205.
- [16] 张景山, 李峻, 葛明, 等. 2007—2010年南京市集中式供水单位出厂水消毒效果调查 [J]. 环境与健康杂志, 2012, 29 (7): 657.
- [17] 罗彤, 颜小平, 祝纪华, 等. 四川省夹江县农村饮用水微生物指标检测及影响因素分析 [J]. 现代医药卫生, 2015, 31 (4): 520-522.
- [18] 孙其家, 仲春林. 不同pH及温度对饮用水消毒效果的影响 [J]. 现代预防医学, 2003, 30 (4): 579-580.
- [19] 石鹏, 席淑华. 我国农村生活饮用水卫生现状研究进展 [J/OL]. 中国公共卫生: 1-3 [2019-07-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20181016.1552.018.html>.

收稿日期: 2019-05-10 修回日期: 2019-07-12 本文编辑: 姜申