

경기북부지역의 정수기물 관리실태 조사

박용배 · 손진석 · 강정복 · 방선재 · 김중범 · 최명순
경기도 보건환경연구원 북부지원 미생물검사팀

The Control Realities of Water Purifier in Northern Part of Gyeonggi-do.

Yong-Bae Park, Jin-Seok Son, Jeong-Bok Kang, Seon-Jae Bang,
Jung-Beom Kim, Myeong-Sun Choi
Microbiological Inspection Team

Abstract

There are lots of waterborne diseases which are caused by pathogenic microorganisms disseminated in contaminated environment.

The purpose of this study is to investigate the status of water quality and in order to investigate the sanitary condition of water purifier in northern part of Gyeonggi-do.

We analyzed pathogenic microorganisms and 44 items of drinking water criteria from April to July in 2002.

The results were as follows.

1. In 774 samples of water purifier, Pathogenic bacteria(*salmonella*, *E coli* O-157, O-26, O-111, *shigella*, *pseudomonas* etc.) were not isolated and total coliforms not detected.
2. About 76.5% of the water with purifier are found to be appropriated to the drinking water quality criteria. but 182 samples(23.5%) were without limits of drinking water criteria.
3. In the microbiological examination, 774 samples of purified water showed that 169 samples(21.9%) exceed the range of recommended limits(100 CFU/ml) to the total viable bacterial counts by pour plate method.

Keyword : Pathogenic bacteria, Water purifier

I. 서 론

물은 지구상의 모든 생물의 생존에 필수 불가결한 기본물질로서 생명의 근원이다. 인체의 약 65%를 차지하고 있으며, 체내에서 영양분과 노폐물을 운반하고 체온과 체내의 전해질 농도를 조절하는

등의 기능과 역할이 절대적이며 하루에 약 2.5 l의 물을 섭취하여야 된다. 인체내의 수분이 10% 감소하면 신체에 이상이 생기기 시작하고 20~22%가 감소하면 생명의 위험을 초래한다고 알려져 있다.¹⁻²⁾

우리나라는 1960년대의 중화학공업화와 1970년

대의 고도성장에 따른 산업의 급속한 발전과 산업 구조의 복잡하고 다양한 발달을 해왔다. 이에 따라 산업 폐수량의 양적인 증가를 가져왔고 질적으로는 악성폐수가 배출되고 있다. 또한 도시의 인구 집중화와 생활수준의 향상으로 용수의 사용량이 증가됨에 따라 한강 등의 주요하천이 크게 오염되었다.³⁾ 지표수(하천수, 호소수)를 원수로 하여 공급되는 수돗물에 대한 인식이 대구지역의 수돗물 악취소동(1991)을 비롯한 낙동강 폐놀 오염사고 등 수돗물의 오염파동 등으로 불신하거나 회피하는 경향이 증가하게 되었다. 상수원의 오염으로 다량의 염소소독을 실시하여 이로 인한 THMs와 같은 유해성 염소화합물의 검출, 노후급수관에서 비롯한 녹물 및 중금속의 검출로⁴⁾ 수돗물 회피현상이 심화되었다. 서울시민의 경우 수돗물을 처리하지 않고 그대로 마시는 비율은 1.2%에 불과하다고 하며, 60.4%는 끓여서 24.4%는 정수기를 이용해서 물을 마시고 있는 것으로 알려져 있다.⁵⁾

이러한 수돗물에 대한 불신의 결과로 인해 정수기와 먹는샘물 업체가 계속된 호황을 누리고 있으며, 특히 1999년 하반기부터 국내 정수기업계에서 렌탈사업을 본격화 한 후로는 각 가정이나 학교, 음식점, 관공서 및 공중이용시설 등에서도 정수기를 이용한 급수방식이 증가되고 있다.

그러나 정수기 판매업자들의 사후관리 소홀과, 사용자들의 정수기 관리에 대한 이해부족 등으로 정수기의 본질적인 기능을 제대로 발휘하지 못할 뿐만 아니라 오히려 더욱 악화된 물이 제공되는 문제점을 야기시킬 수 있다.

학교보건에 있어서 급수위생은 매우 중요한 문제 중의 하나이다. 특히, 초등학생의 경우에는 질병에 대한 저항력이 매우 약해 위해요인에 노출시 집단적인 발병 가능성이 있으며 커다란 사회문제가 될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 학교 및 다중이용시설의 정수기를 대상으로 정수 처리후의 먹는물에 대한 주요 병원성세균 조사 및 먹는물 검사기준에 따른 44개 검사항목을 조사하여 정수기의 올바른 관리 방안을 제시코자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 조사대상

경기북부지역 10개시군 소재 초등학교 146개소, 중학교 54개소, 고등학교 36개소, 대중음식점 137개소, 기타 9개소를 대상으로 정수기물을 채취하여 조사하였으며 시군별, 이용대상별로 Table 1에 나타내었다.

2. 정수방식과 인지도 조사

조사지역에 설치된 정수기에 대한 정수기명, 제조회사, 모델명을 조사하여 정수방식을 조사하였고, 정수기 관리 담당자를 대상으로 사용원수, 필터교환주기 및 인지도를 조사하였다.

3. 병원성 세균 검사

감염병실험실진단지침⁶⁾ 및 먹는물 수질공정시험방법⁷⁾에 따라 콜레라, 세균성이질, 장티푸스, 파라티푸스, 살모넬라, 병원성대장균O-157, O-26, O-111, 분원성연쇄상구균, 황색포도상구균, 녹농균, 아황산환원혐기성포자형성균, 에르시니아균 등 수인성전염병을 일으키는 대표적인 미생물에 대하여 증균배양 및 추정시험 후 확인시험을 실시하였다.

Table 1. The number of sampling sites by district

Region	Primary school	Middle school	High school	Restaurant etc.	Total	
Total	146	54	36	137	9	382
Goyang	18	8	5	50	-	81
Uijeongbu	21	14	8	18	2	63
Namyangju	25	10	5	17	2	59
Paju	31	6	4	-	1	42
Kuri	13	7	6	41	-	67
Pocheon	5	-	-	-	-	5
Yangju	16	2	1	-	-	19
Dongducheon	6	5	5	-	-	16
Gapyeong	11	2	2	11	4	30
Yeoncheon	7	3	2	3	-	15

Table 2. Analytical items & methods

	Ingredient	Analysis Instrument
Micro-organism	Coliforms and others	Incubator
	Lead	ICP/MS
Hazardous Inorganics for health	Fluoride	IC
	Arsenic	ICP/MS
	Selenium	ICP/MS
	Mercury	ICP/MS
	Cyanide	U.V.Spectro
	Chromium(VI)	U.V.Spectro
	Ammonium Nitrogen	U.V.Spectro
	Nitrate Nitrogen	I.C.
	Cadmium	ICP/MS
	Phenols	U.V.Spectro
Hazardous Organics for health	Diazinon	GC
	Parathion	
	Malathion	
	Phenitrothion	
	1,1,1-Trichloroethane	
	Tetrachloroethene	
	Trichloroethylene	
	Dichloroethene	
	Benzene	
	Toluene	
	Ethylbenzene	
	Xylene	
	1,1-Dichloroethene	
	CCl ₄	
Cabaryl	HPLC	
Aesthetics affecting materials	Hardness	Titration Method
	KMnO ₄ Consumption	Titration Method
	Odor	Sensible Method
	Taste	Sensible Method
	Copper	ICP/MS
	Color	Sensible Method
	ABS	U.V.Spectro
	pH	pH meter
	Zinc	ICP/MS
	Chloride	I.C.
	Residues on evaporation	Dry Oven
	Iron	ICP/MS
	Manganese	ICP/MS
	Turbidity	Turbidimeter
	Sulfate	I.C.
	Aluminium	ICP/MS

Table 3. Classification of source water for the water purifier

Division	Tap water	Underground water	Total
Total	675 (87.2%)	99 (12.8%)	774
Primary school	314 (86.7%)	48 (13.3%)	362
Middle school	129 (92.8%)	10 (7.2%)	139
High school	115 (97.5%)	3 (2.5%)	118
Restaurant	105 (75.0%)	35 (25.0%)	140
etc.	12 (80.0%)	3 (20.0%)	15

4. 정수기물 수질검사

정수기를 통과한 물에 대하여 지하수 먹는물 수질 기준⁷⁾ 및 APHA와 WPCF의 표준방법⁸⁾에 따라 일반 세균, 대장균군 및 불소, 비소 등 건강상 유해무기물질에 관한 기준 10항목, 페놀, 다이아진은 등 건강상 유해유기물질에 관한 기준 16항목, 수소이온농도, 냄새, 맛 등 심미적영향 물질에 관한 기준 16항목등 총 44항목을 시험하였으며 Table 2와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사대상의 일반적 특성 및 현황

1) 사용원수에 따른 분포

정수에 사용된 원수별 분포는 Table 3, Fig. 1과

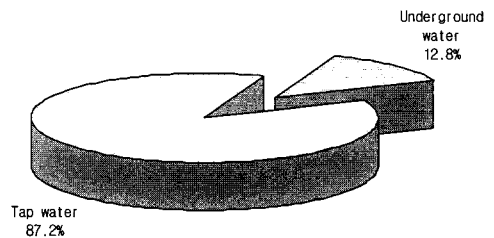


Fig. 1. Classification of drinking water for purifying be used by water purifier.

같이 상수도 675(87.2%)건, 지하수 99(12.8%)건으로 나타났으며, 지하수를 사용하는 비율이 학교 평균 9.9%, 대중음식점은 25%로 조사되었다.

2) 여과방식에 따른 분포

정수 원리 및 방식에 따라 수압에 의해 원수가 활성탄(Activated carbon)필터, 정밀여과(Micro filtration)필터 및 한외여과(Ultra filtration)필터를 통과하여 정수되는 필터여과식 정수기와 원수에 압력을 가해 삼투막(Reverse osmosis)필터를 통과시켜 정수하는 역삼투압방식, 이온교환수지가 물속의 이온성 물질을 치환하여 제거하는 이온교환수지식 정수기로 분류할 수 있으며⁹⁾ 본 연구에서 조사된 정수방식은 제조원에 따라 다양하였으며 대부분이 복합식 정수방식이었고 87개 제조회사의 195종이 설치되어 있었다.

3) 필터의 교환주기

정수기 필터의 교환시기는 물 사용량에 따라 그 시기를 결정해야 한다. 본 연구에서 조사된 결과는 정수기 관리업체에서 필터를 교환하여 주므로 실제 사용자는 필터교환주기를 알지 못하는 경우가 11.0%로 나타났으며, 필터교환 주기는 Table 4와 같이 3~6개월이 68.8%로 가장 높은 교환주기를 나타내었으며, 6개월이상도 1.3%로 나타났다.

4) 인지도 조사

정수기에 대한 인지도 조사 결과는 『정수기물이 깨끗한 것으로 생각하십니까?』라는 질문에 총 774건중 734건(94.8%)이 『예』라고 대답했고, 『정수기의 필터를 교환해야 하는 것을 알고 계십니까?』라는 질문에는 748건(96.6%)이 『예』라고 대답하였고, 『정수기물을 검사해 본 경험이 있는나』는 질문에는 456건(58.9%)이 경험이 있다고 대답하여 정수기 사후관리에 문제점이 있었다.

Table 4. Filter exchanging interval of water purifier

Division	Tatol				
	1~ 2months	3~ 6months	>6 months	Un-known	
Exchange period	146 (18.9%)	533 (68.8%)	10 (1.3%)	85 (11.0%)	774 (100.0%)

2. 먹는물 수질기준 및 미생물 조사 결과

본 연구의 중점적인 검토대상은 주요 병원성세균 오염 및 현행 먹는물 수질검사 44개 항목의 적합 여부이다. 검사 결과 기준을 초과하여 부적합한 것으로 판명된 내역은 Table 5. 6과 같이 일반세균 169건(21.9%), 불소 1건(0.1%), 질산성질소 8건(1.0%), 수소이온농도 3건(0.4%), 동 1건(0.1%)로 나타났다. 조사대상별 부적합률은 Table 5, Fig. 2와 같이 초등학교 25.6%, 중학교 28.8%, 고등학교 20.3%, 대중음식점 17.9%로 나타났다. 검출되지 않은 주요 병원성세균 및 항목은 언급하지 않았다.

1) 미생물학적 조사 결과

수질환경에서 미생물을 규제하는 목적은 미생물로 인한 위해성 즉 수인성질병을 예방하는데 있다. 수인성전염병이란 감염의 매체로서 물에 의해 감염되거나 오염된 물로 조제된 식품에 의해 발생하는 전염병을 총칭한다. 정수기물에 대한 미생물학적 수질기준이 별도로 설정되어 있지는 않으나 먹는물 수질기준인 일반세균과 대장균군 및 주요병원성 세균인 콜레라, 세균성이질, 장티푸스, 파라티푸스, 살모넬라, 병원성대장균O-157, O-26, O-111, 분원성연쇄상구균, 황색포도상구균, 녹농균, 아황산 환원혐기성포자형성균, 에르시니아 및 건강인에게

Table 5. Analytical results of purified water

Division	No. of samples	Incongruous item					
		Total colony counts	Fluoride	NO ₃ -N	pH	Copper	Total
Total	774	169 (21.9%)	1 (0.1%)	8 (1.0%)	3 (0.4%)	1 (0.1%)	182 (23.5%)
Primary school	362	87 (24.0%)		3 (0.8%)	3 (0.8%)		93 (25.6%)
Middle school	139	35 (25.2%)		4 (2.9%)		1 (0.7%)	40 (28.8%)
High school	118	22 (18.7%)	1 (0.8%)	1 (0.8%)			24 (20.3%)
Restaurant	140	25 (17.9%)					25 (17.9%)
etc.	15	-	-	-	-	-	-

Table 6. Comparison of non-conformity cases by water quality items

Region	No. of samples	Incongruous item						Total counts
		Total colony counts	Fluoride	NO ₃ -N	pH	Copper		
Total	774	169 (21.9%)	1 (0.1%)	8 (1.0%)	3 (0.4%)	1 (0.1%)	182 (23.5%)	
Goyang	274	53 (19.3%)	1 (0.4%)	2 (0.7%)			56 (20.4%)	
Uijeongbu	82	12 (14.6%)					12 (14.6%)	
Namyangju	57	10 (17.5%)		1 (1.8%)	1 (1.8%)		12 (21.1%)	
Paju	150	34 (22.7%)		5 (3.3%)	1 (0.7%)		40 (26.7%)	
Kuri	71	23 (32.4%)				1 (1.4%)	24 (33.8%)	
Pocheon	4	1 (25.0%)					1 (25.0%)	
Yangju	18	6 (33.3%)			1 (5.6%)		7 (38.9%)	
Dongducheon	28	10 (35.7%)					10 (35.7%)	
Gapyeong	74	16 (21.6%)					16 (21.6%)	
Yeoncheon	16	4 (25.0%)					4 (25.0%)	

는 드물게 나타나고 면역력이 저하되거나 약한 환자나 어린이에게 주로 발병을 일으키는 기회성 병원체인 녹농균을 조사하였으나 일반세균이외에는 검출되지 않았다.

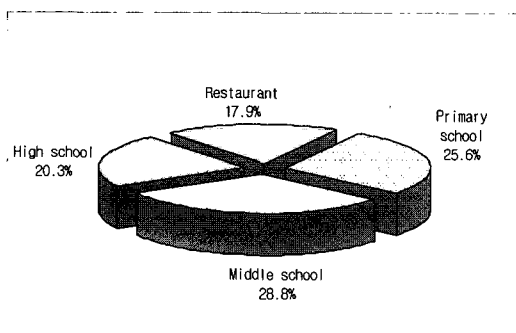


Fig. 2. Non-conformity rates of water purifiers

일반세균수 초과로 부적합 한 169건의 세균수 분포는 Fig. 3과 같이 100~500 CFU/ml가 88건 (52.1%), 510~1,000 CFU/ml가 59건(34.9%), 1,010~2,000 CFU/ml가 11건(6.5%), 2,010 CFU/ml이상이 11건(6.5%)로 나타났으며, 가장 높은 수치는 4,600 CFU/ml 이었다.

정수기에서 일반세균이 검출되는 원인으로는 ① 원수자체 일반세균이 검출되거나 ② 유입유출이 빈번하게 일어나는 개방계이고 ③ 정수기수 출구 쪽으로부터의 공기에 의한 역류오염이 발생하며 ④ 세균증식에 필요한 정체시간이 길고 ⑤ 카본필터가 세균서식에 매우 적절한 환경을 제공하며 ⑥ 이화학적 오염인자에 역점을 둔 복잡한 필터처리 체계가 세균이 서식할 수 있는 기회를 더 많이 부여할 수 있다는 점 등으로 사료된다.

2) 먹는물 이화학적 검사

(1) 불소

불소는 지질에 기인하며 형광석, 빙정석, 인회석 등 암석층에 주로 나타나며, 불소가 다량 함유된 물을 장기간 음용시 치아를 손상시켜 반상치를 발생시키나 적당량의 불소가 함유된 시료는 충치 예방¹⁰⁻¹¹⁾에 효과적이다. 조사결과 불소가 검출된 시료는 전체시료 774건중 1건이 2.3mg/l로 먹는물 수질기준 1.5mg/l 을 초과하였으나 검출빈도가 낮아 정수기 자체의 문제보다 사용원수의 문제인 것으로 사료된다.

(2) 질산성질소

질산성질소는 질소성분이 다량 함유된 도시하수,

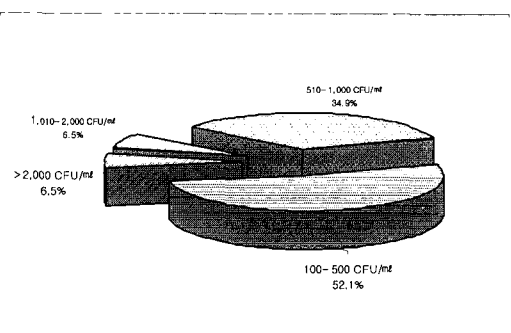


Fig. 3. Distribution of non-conformity by total colony counts.

공장폐수, 슬러지등이 배출되었거나 농촌지역에서 화학비료의 과다사용 축산폐수등이 적절하게 처리 되지 않은채 토양으로 침투되고 박테리아 분해로 생성되어 물을 오염시키고 유아에게는 청색증을 유발하는 것으로 알려져 있다¹¹⁻¹³⁾.

조사결과 전체 시료 774건중 8건이 기준치 10mg/ℓ 이상을 초과하였으며 그중 상수도를 원수로 사용한 정수기물이 4건, 지하수를 원수로 한 정수기물이 4건이었으며 최대 21.4mg/ℓ 까지 검출되었다 (Table 7).

(3) 동

동이온은 광산배출수, 공장배출수, 농약의 혼입, 생물억제 처리에 사용하는 유산동 및 급수장치에 사용하는 동관등으로부터 용출되어 먹는물에 혼입되며 동 또는 동염의 섭취량 50mg/day까지는 인체에 영향이 없으며¹⁴⁾인체에 대표적인 필수 미량원소이다. 전체시료 774건중 1건에서 1.671mg/ℓ 로 검출되어 기준치 1.0mg/ℓ 이상을 초과하였으나 검출빈도가 낮아 정수기 자체의 문제보다 급수장치에 사용된 동관으로부터 용출된 것으로 사료된다.

(4) 수소이온농도

수소이온농도는 수중에 용존되어 있는 유리탄소와 탄산염의 농도에 따라 결정되며 인위적 오염으로 인한 오염도 측정의 지표로 사용된다. 본 연구의 조사결과 수질기준인 pH5.8~pH8.5를 초과한 곳은 전체시료 774건중 3건이 검출되었으며 pH5.5, pH5.6, pH5.2로 나타났다.

이는 역삼투압방식의 정수기는 물에 녹아 있는 탄산가스가 역삼투막을 통과하여 정수된 물의 pH가 감소된다는 보고¹⁵⁻¹⁶⁾와 같은 RO멤브레인 필터를 사용한 제품이었다.

Table 7. Non-conformity concentrations of NO₃-N

Sample	Source water	NO ₃ -N(mg/ℓ)
N1	Tap water	10.5
N2	Underground water	11.6
N3	Underground water	13.2
N4	Underground water	11.7
N5	Tap water	11.8
N6	Tap water	21.4
N7	Tap water	10.5
N8	Underground water	17.0

IV. 결 론

본 연구에서는 경기북부지역 10개시군 소재 초등학교 146개소, 중학교 54개소, 고등학교 36개소, 대중음식점 137개소, 기타 9개소등 382개소의 774개 정수기물을 대상으로 콜레라, 세균성이질, 황색포도상구균, 녹농균 등 병원성 세균 및 먹는물 검사기준에 따른 44개 항목을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 조사지역의 정수에 사용된 원수는 조사대상 774건중 상수도가 675건으로 87.2%였고 지하수는 99건으로 12.8%인 것으로 나타났다.
2. 정수기 필터 교환시기는 3~6개월이 68.8%, 1~2개월이 18.9%, 6개월 이상이 1.3%로 나타났다.
3. 조사대상 774건중 콜레라, 세균성이질, 황색포도상구균, 녹농균 등 병원성 세균은 검출되지 않았으며, 대장균군도 검출되지 않았다.
4. 먹는물 수질기준 적합 여부를 조사한 결과 23.5%가 부적합하였으며 일반세균이 21.9%, 불소 0.1%, 질산성질소 1%, pH 0.4%, 동 0.1%가 부적합 한 것으로 조사되었다.

참 고 문 헌

1. 김문고, 식수오염의 문제점과 대책. 한국환경위생학회학술심포지움, pp16~30, 1987.
2. 최정호, 물과 한국인의 삶.나남출판, pp83~98, 1994.
3. 지역사회간호학회출판편찬위원회, 보건학강좌수문사, pp321~338, 1992.
4. 권숙규, 우리나라 수자원 수질오염. 수자원환경, pp83~85, 1991
5. 장재연, 수도물 불신의 구조적 원인파악 및 해소방안에 관한 연구. 서울시수질평가위원회, 2000.
6. 보건복지부국립보건원, 감염병실험실진단지침, 1999.
7. 환경부, 먹는물수질공정시험방법. 환경부2000-75, 2000.
8. APHA-AWWA-WPCF:Standard methods for the Examination of water and wastewater

- 18th Ed, 1992.
9. 환경부, 정수기의 기준규격 및 검사기관 지정 고시. 환경부1998-7, 1998.
 10. Ministry of supply services Guidelines for cansadine Drinking water Quality, Quebec, 1978.
 11. WHO. Guidelines for Drinking water Quality, Vol 2. pp 100~105, Geneva, 1988.
 12. 미국환경청편, 음용수중의 각종화학물질의건강 영향평가, pp 388~399, 1987.
 13. Nitrates in water supplies. Report by the international standing Committee on water Quality and Treatment. Aqua, 1:5~24, 1974.
 14. 최한영, 박석기, 채용곤, 먹는물 시험방법.신광 문화사, pp 63~64, 2000.
 15. 서울특별시수돗물수질평가위원회, 초등학교 수돗물 이용특성 파악 및 급수체계가 먹는물 수질에 미치는 영향 파악에 관한 연구, 2001.
 16. Nada, N.A., Al Eahrani and B. Ericsson; Experience on pre-and post-treatment from seawater desalination plants in saudi Arabia, Desalination, 66, 303. 1987.