

## 전해환원수 음용이 마우스의 혈액과 장기조직에 미치는 영향

정한석<sup>1</sup>, 김동희, 윤양숙, 등영진, 장병수<sup>2</sup>, 이규재<sup>3,\*</sup>

연세대학교 원주의과대학 환경의생물학교실, 기초의학연구소, <sup>3</sup>평생건강사업단

<sup>1</sup>한서대학교 건강증진대학원 수안재활복지학과, <sup>2</sup>보건학부 피부미용학과,

## The Effects of Electrolyzed Reduced Water on Blood and Organ Tissues of Mice

Han-Suk Jung<sup>1</sup>, Dong-Heui Kim, Yang-Suk Yoon, Yung-Chien Teng,  
Byung-Soo Chang<sup>2</sup> and Kyu-Jae Lee<sup>3,\*</sup>

Department of Environmental Medical Biology, Institute of Basic Medical Science, and

<sup>3</sup>Institute of Lifelong Health, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Gangwon 220-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Chiropractic Rehabilitation, Graduate School of Health Promotion, and

<sup>2</sup>Department of Cosmetology, Hanseo University, Seosan, Chungnam 356-706, Korea

(Received October 24, 2008; Accepted December 17, 2008)

### ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the effects of electrolyzed reduced water (ERW) on blood components and electrolytes, as well as elected tissues on mice.

The mice were supplied either tap water (control group) and ERW (experimental group) for two months. There were no significant different between two groups anatomically and physiologically. In the blood electrolyte study, the experimental group had less Na and BUN compared to the control group. In the blood component study, the experimental group had less neutrophiles and the control group had more lymphocytes. In histological study, no tissue changes were noticed in various organs, including the stomach, small intestine, heart, and liver tissues. In conclusion, ERW has no noticable side affects on blood and organ tissues, and might be safe to a living body.

**Keywords** : Electrolyzed reduced water, Safety, Hematology, Histology

### 서 론

전해환원수(Electrolyzed reduced water: ERW)는 알칼리이온정수기 또는 가정용 전해수생성기를 사용하여 일반적인 음용수인 수도물을 정수한 후 직류로 전기분해하여 음극 쪽에서 생성되는 pH 10.0 이하의 알칼리성 전해수를 의미한다. 전해환원수에는 용존수소와 무기 미네랄 이온이 다량 포함

되어 있으며 양이온이 모여 음극으로부터 전자(e)를 받는 반응이 일어나 전자가 증가함으로써 낮은 산화환원전위(Oxidation Reduction Potential: ORP)를 갖는 것이 특징이다. 일반적으로 수도물의 pH는 7.2 정도이며 ORP는 500~700 mV이다. 그러나 음용수로 사용되는 전해환원수의 pH는 7.5~10.0 정도이며 ORP는 -50~-300 mV의 낮은 수치를 보인다.

전해환원수에 대한 연구는 1952년 일본에서 처음으로 개

\* Correspondence should be addressed to Dr. Kyu Jea Lee, Department of Environmental Medical Biology, Wonju College of Medicine, Yonsei University, 162 Ilsan-dong, Wonju, Gangwon-do, Korea 220-701. Ph.: (033) 741-0331, Fax: (033) 731-6953, E-mail: medbio@yonsei.ac.kr

발되었기 때문에 주로 일본에서 연구되어 왔고 현재 한국을 포함한 타국에서의 연구는 매우 미비한 실정이다. 일본에서의 연구를 살펴보면 전해환원수는 인체에 다양한 효과를 미치는 것으로 알려져 있으나 이러한 효과를 나타내는 기전은 정확히 밝혀져 있지 않다. Shirahata et al. (1997)은 시험관 실험을 통하여 전해환원수에 포함된 다량의 활성수소가 superoxide dismutase (SOD)와 유사한 작용을 하며, 활성산소(reactive oxygen species: ROS)를 제거함으로써 활성산소에 의한 DNA의 파괴를 억제한다는 활성수소가설을 주장한 바 있으나, Hanaoka et al. (2001)에 따르면 전해환원수의 자체적인 항산화 효과보다는 전해환원수 생성과정에서 발생된 환원수의 해리성 증가가 항산화제의 기능을 높여주는 것으로 알려져 있다.

전해환원수의 주기능은 활성산소 제거이다(Feig et al., 1994; Chen et al., 2003). 활성산소는 인체 내에 산화적 요소를 유발함으로써 다양한 질병의 원인으로 작용하며, 관련된 질병으로는 암, 당뇨, 아토피성 피부염, 고혈압 및 심혈관 질환 등이 보고되어 있다(Cai et al., 2000; Eid et al., 2002; Sedek et al., 2003). 또한 활성산소 제거 효과 외에도 변비 개선, 초기발육시기에서 성장효과(Watanabe, 1997), 지방감소(Jin et al., 2006) 및 장내 이상 발효 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Vorobjeva, 2005).

그러나 일부 연구보고에서는 전해환원수가 심근 괴사를 유발시킬 수 있으며(Watanabe, 1997), 최근 높은 pH 9.0~10.0의 전해환원수를 음용할 때 위산을 중화시켜 위 내부 환경에 영향을 줄 수 있고 오히려 위산 분비를 자극할 수 있다는 가능성이 언론을 포함한 여러 대중매체를 통해 제기된 바 있어 이는 전해환원수를 꾸준히 음용하였거나 앞으로 음용하려는 일반 시민들을 불안하게 만드는 계기가 되었다. 이러한 이유로 최근 건강열풍과 함께 국민들에 의한 전해환원수의 음용이 증가하는 추세인 반면 인체에 대한 부분적인 유해성이 제기되고 있으므로 전해환원수 음용에 대한 안전성을 확인하고자 실험동물을 이용하여 사망률 확인, 체중 비교, 혈액의 생화학적 변화, 염증, 면역세포의 비교, 내부 장기의 형태적 변화, 장기의 무게 변화 및 조직학적 검사를 통하여 전해환원수가 생체에 미치는 영향을 알아보는 데 그 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물은 생후 5주령의 암컷 C57BL/6 mice를 오리엔트바이오에서 구입하여  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $60 \pm 5\%$  및 하루 12시간의 낮 환경에서 유지시켰다. 모든 실험동물은 실험 전

1주일간 적응시켜 일반정수물을 음용하는 대조군(PTW)과 전해환원수를 음용하는 실험군(ERW)으로 나누어 각 군당 30마리씩 분리시켜 실험에 사용하였다.

### 2. 전해환원수 제조

전해환원수(Electrolyzed reduced water, ERW)는 일반적 인 백금 전극을 이용하는 전기분해이온수기로 제조하였다. ERW는 실험 직전에 제조하였으며, 제조된 직후에 pH 값과 ORP 값을 먼저 측정하여 pH 10, ORP  $-100\text{ mV}$  이하의 것을 실험에 사용하였다. 전해환원수는 실험기간 동안 매일 최대속도 140 L/hr로 생산하여 사용하였다.

### 3. 사망률 및 체중측정

사망률 측정을 위해 모든 ERW를 급이한 실험군에 대하여 매일 2번씩 관찰하였으며 실험을 시작한 날로부터 2개월간 매일 동물의 외형 관찰 및 사망 유무를 관찰하였고, 실험동물의 체중은 일주일 단위로 측정하였다.

### 4. 혈액 및 조직학적 검사

C57BL/6 mice의 안와정맥에서 혈액을 채취하여 30분 동안 실온에서 방치 한 후 10분 동안 원심분리하여 순수 혈청을 분리하였고, 혈액분석기(Synchron CX-7 systems, Beckman, USA)로 전해질인  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ 과 total cholesterol (TCHO), glutamate pyruvate transaminase (GPT), glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), creatinine (CRE), alkaline phosphatase (ALP) 및 total bilirubin (BUN)을 측정 및 비교하였다.

2개월의 음용기간이 끝난 후 각각의 대조군과 ERW군을 위와 동일한 방법으로 혈액을 heparinized capillary tube (Chase Scientific Glass Inc., USA)를 이용하여 채취한 후 wedge smear method로 혈액막층도말표본을 만들었다. 혈액 세포 염색을 위해 혈액이 도말된 슬라이드에 Wright 염색용액(MUTO PURE CHEMICALS Ltd. Co., Tokyo, Japan) 약 2 mL를 전체적으로 퍼지도록 떨어뜨리고 5분간 염색을 한 후 0.1 M phosphate buffer (pH 6.4)와 Wright 용액 동량을 조심스럽게 중첩시켜 잘 혼합하였다. 그리고 상온에서 5분간 방치한 후 흐르는 물로 충분히 수세하고 건조시킨 후 카나다 발삼으로 봉입하였다. 혈액의 염증 및 면역세포 측정은 Wright 염색용액으로 염색한 슬라이드를 광학현미경으로 검경하여 유핵세포 100개를 계산하는 동안에 관찰되는 백혈구를 계수하였다.

각각의 대조군과 ERW군을 희생하여 체중을 측정 한 다음 심장천자로 전혈을 채혈하였고 개복한 후 모든 내부 장기에 대하여 육안으로 장기의 이상소견 및 염증상태를 상

**Table 1.** After do to drink PTW and ERW for 2 months, weight comparison

Control group (PTW)	Experimental group (ERW)
23.57 ± 2.49	22.39 ± 2.34

Value means mean ± S.D.(g)

**Table 2.** Biochemical element comparison in blood

	Control group (PTW)	Experimental group (ERW)
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	147.19 ± 1.86	144.04 ± 6.48*
K <sup>+</sup> (mEq/L)	4.01 ± 0.70	4.24 ± 0.47
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	111.67 ± 2.15	111.31 ± 2.80
Ca <sup>2+</sup> (mg/dL)	8.49 ± 0.27	8.63 ± 0.28
TCHO (mg/dL)	90.31 ± 8.59	93.85 ± 11.50
GPT (U/L)	36.81 ± 10.64	36.15 ± 17.53
GOT (U/L)	130.19 ± 31.23	130.50 ± 51.83
CRE (mg/dL)	0.35 ± 0.05	0.33 ± 0.05
ALP (U/L)	330.15 ± 62.61	324.58 ± 60.04
BUN (mg/dL)	28.76 ± 6.85	21.93 ± 6.27*

Value means mean ± S.D. (g), \*P < 0.05

세히 관찰하였다. 또한 위, 소장, 심장 및 간을 적출하여 무게를 각각 측정하였다. 적출된 장기는 10% 중성 포스팔린 (0.1 M phosphate buffer)에 고정하여 파라핀 블록을 제작한 다음 조직표본 슬라이드를 제작하였다. 완성된 조직표본은 hematoxylin과 eosin으로 이중염색하여 관찰하였다.

5. 통계처리

실험동물의 체중, 혈액의 생화학적 검사, 면역세포, 장기 무게에서 얻어진 결과는 평균±표준편차로 표기하였다. 대조군과 실험군과의 상호 비교는 Student's t-test 검정으로 행하였으며, P < 0.05 이하의 경우 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 사망률 및 체중변화

2개월 동안 PTW를 공급한 대조군과 ERW를 음용시킨 대조군의 실험동물의 외형을 육안으로 관찰한 결과 이상행동, 탈모, 털의 상태 및 변의 변화 등 기타 이상증상은 발견할 수 없었고 사망한 경우는 관찰되지 않았다. 실험동물의 체중을 측정하여 비교한 결과 실험군인 ERW를 음용한 군에서 PTW를 음용한 대조군보다 체중이 약간 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 1).

2. 혈액의 생화학적 성상변화

대조군에 비해 ERW를 음용한 실험군에서 혈액의 생화

**Table 3.** The number of WBC in blood

Leukocyte	Control group (PTW)	Experimental group (ERW)
Basophil	0.16 ± 0.37	0.12 ± 0.33
Eosinophil	0.56 ± 0.65	0.65 ± 0.85
Neutrophil	13.40 ± 4.85	9.92 ± 3.92*
Lymphocyte	85.40 ± 4.90	89.00 ± 4.25*
Monocyte	0.48 ± 0.59	0.31 ± 0.68

Value means mean ± S.D. (g), \*P < 0.05

**Table 4.** Weight comparison of each organs

Organ	Control group (PTW)	Experimental group (ERW)
Stomach	0.27 ± 0.06	0.27 ± 0.05
Small intestine	0.94 ± 0.13	0.85 ± 0.08
Heart	0.15 ± 0.02	0.15 ± 0.02
Liver	0.96 ± 0.11	0.97 ± 0.11

Value means mean ± S.D. (g)

학적 요소인 K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, GPT, GOT, CRE 및 ALP에서는 통계학적으로 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다. 그러나 Na<sup>+</sup>와 BUN에서는 실험군이 대조군에 비해 더 감소되었다. 배설기능과 연관된 creatinine과 uric acid에서 유의한 변화는 관찰되지 않았다 (Table 2).

3. 혈액 내 호염기구, 호산구, 호중성구 및 기타 면역세포 비교 측정

생쥐의 혈액 내의 염증 세포와 면역세포의 변화를 관찰하기 위해 유핵세포 100개 속에 포함된 호중구 (neutrophil)와 림프구 (lymphocyte)의 수를 측정된 결과, 호중구는 대조군에서 13.40 ± 4.85개, 실험군에서는 9.92 ± 3.92개가 측정되었고 림프구는 대조군에서 85.40 ± 4.90개, 실험군에서 89.00 ± 4.25개였다. 대조군과 실험군을 비교해 본 결과 호중구는 대조군에 비해 실험군에서 감소하였고, 림프구는 호중구와는 반대로 실험군에서 증가하였다 (P < 0.05). 그러나 호염기구 (basophil), 호산구 (eosinophil) 및 단핵구 (monocyte) 등은 실험군과 대조군에서 유의성은 관찰되지 않았다 (Table 3).

4. 육안적 해부소견 및 장기 무게 비교 측정

ERW와 PTW을 2개월 동안 음용시킨 후 C57BL/6 mice를 각각 도살하여 장기의 병리적 소견 및 무게를 조사하였다. 대조군 및 실험군에서 모든 장기의 육안 관찰 결과 특이한 병리학적 소견은 나타나지 않았다. 적출한 심장, 위, 간 및 소장 등 여러 장기의 무게를 측정하였으나, ERW를 음용한 C57BL/6 mice에서도 PTW를 음수로 한 대조군에 비해 통계적으로 유의한 변화는 관찰되지 않았다 (Table 4).

### 5. 위, 소장, 심장 및 간의 조직학적 검사

전해환원수의 음용 시 생체에 미치는 유해성을 확인하기 위해 2개월간 수돗물을 정수한 물을 음용시킨 대조군과 전해환원수를 음용한 실험군의 위, 소장, 심장 및 간을 적출하여 조직 내 염증세포의 침윤이나 조직 괴사 및 섬유조직 증식(fibrosis) 정도를 관찰한 결과 실험군과 대조군의 조직 모두에서 특이한 병리학적 현상은 나타나지 않았다.

대조군과 비교한 결과 ERW 실험군의 위 조직은 형태적 변화나 염증세포의 침윤이 보이지 않았으며, 위 점막 표면 상피층의 경계선이 뚜렷하였고, 소장 또한 창자상피와 슬잔 세포들로 이루어진 상피층이 용모 사이 공간과 뚜렷한 경계를 보여주었으며(Fig. 1), 위와 소장 모두 궤양이나 염증 등의 병리학적 소견이 발견되지 않았다. 즉, 소장 조직의 용모나 점막 부분에서도 괴사나 염증세포의 침윤은 관찰되지 않았다(Fig. 2). 마찬가지로 심장과 간 조직도 대조군과 비교한 결과 병리학적 비정상 소견은 관찰되지 않았다(Figs. 3, 4).

## 고 찰

최근 식품의약품안전청 발표에 따르면 일반적으로 알려진 전해환원수의 효과 중 만성설사, 소화불량, 위장 내 이상 발효 및 위산 과다 억제에 대하여 인정하였다(<http://www.kfda.go.kr>, 2007). 따라서 전해환원수(ERW)의 음용은 증가하는 추세이며 전해환원수의 다양한 생체효과에 대한 연구가 진행되는 가운데 ERW의 인체 유해성이 일부 제기되고 있다. 따라서 본 연구는 전해환원수의 음용이 동물의 혈액과 장기조직에 미치는 영향을 확인함으로써 전임상시험에 대한 근거자료를 마련하고 전해환원수의 안전성을 규명하고자 하였다.

실험군과 대조군 모두에서 사망, 이상행동 및 외형 이상은 나타나지 않았으며, 두 군의 체중 비교시 실험군의 체중이 대조군에 비해 감소한 것으로 나타났다. 전해환원수를 고지방사료를 섭취시킨 비만쥐에 음용시킬 경우 간 내 지방적과 복강 내 지방의 양이 감소하며 triglyceride가 통계적으로 유의성 있게 감소하는 것으로 알려져 있다(Jin et al., 2006). 또한 Kim(2007)의 실험결과와도 일치함으로써 전해환원수의 음용이 직간접적으로 비만 억제 효과가 있음을 암시한다. 그러나 흰쥐에서 임신기와 수유기 및 출생 후 체중 증가실험에 따르면 암컷과 수컷 모두에서 체중이 증가된다는 보고도 있다(Watanabe, 1997).

전해환원수는 비만 억제 효과뿐만 아니라 변비, 당뇨 및 장 내 이상 발효 억제 등에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 사람의 경우 만성특발성 변비환자에게 전해환원수를 4주간 음용한 결과 평균 대장 통과시간은 약 40% 정도 단

축되었으며 주당 배변횟수도 증가되어 변비에 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 당뇨병의 경우 내당능을 지표로 선택 교배를 통해 만들어진 자연발증 당뇨병 흰쥐(Kim et al., 1997)와 OLETF 쥐에서 혈당이 감소한다(Jin et al., 2006). 장내 이상발효 억제의 경우 동물실험에서 맹장 내 발효를 높게 유지할 수 있는 먹이조건 하에서 전해환원수를 8주간 음용시킨 결과 장내 이상발효 지표가 되는 맹장 내 단쇄지방산 함량이 유의할 만큼 저하되는 것으로 알려져 있다.

전해환원수가 혈액 내에서 생화학적으로 어떤 영향을 미치는가를 확인한 결과 대조군에 비해서 실험군에서 혈액의 생화학적 요소인  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ , GPT, GOT, CRE 및 ALP에서는 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았다. 그러나 실험군의  $Na^+$ 와 BUN이 대조군에 비해 감소한 것으로 나타났으나 배설계와 관계된 creatinine과 uric acid의 유의한 변화가 관찰되지 않음으로써 전해환원수가 배설계에는 영향을 미치지 않음을 암시한다.

체내  $Na^+$ 의 증가는 고혈압을 유발시킬 수 있으며 고혈압 관련 질환인 심장병, 신장병 및 각종 혈관질환의 발생과 증폭 등을 일으킨다. BUN은 혈중요소질소를 의미하며 혈관 내 요소질소의 양을 측정하는 것이다. 요소는 단백질 분해과정의 대사물로서 간에서 생성되어 신장을 통해 체외로 배출된다. 그러므로 BUN은 신장기능의 지표이다. 일반적으로 모든 원발성 신장질환시 요소의 배설이 부적절해지며 이로 인해 혈액 내 요소농도가 높아진다. 또한 탈수, 쇼크 또는 울혈성 심장질환시 신장의 혈류량이 생리적으로 감소되어 BUN의 배설이 감소됨으로 인하여 혈액 내 BUN의 치수가 높아지기도 한다. 즉  $Na^+$ ,  $K^+$  및  $Ca^{2+}$  등은 체내 전해질의 균형을 유하는데 필요한 물질이며 이는 전해환원수 음용이 설사와 구토 등에 의해 감소할 수 있다. 말기 신장병 환자의 혈액 투석 과정 중 발생하는 백혈구와 내피세포들이 받는 산화에 의한 손상 및 스트레스를 최소화하는데 전해환원수가 효과가 있다고 알려져 있어(Huang et al., 2003) 본 실험결과에서처럼 배설계에서는 영향을 미치지 않으면서 인체에 도움을 줄 수 있기 때문에 기능수의 효과는 있는 것으로 사료된다.

혈액 내 호중구, 림프구 및 기타 면역세포 측정은 전해환원수가 체내에 미치는 영향에 대해 중요성을 갖는다. 대조군과 실험군을 비교해 본 결과 호중구는 대조군에 비해 실험군에서 감소하였고, 림프구는 호중구와는 반대로 실험군에서 증가하였다( $P < 0.05$ ). 그러나 호염기구, 호산구 및 단핵구 등은 실험군과 대조군에서 유의성은 관찰되지 않았다. 본 연구에서 호중구는 전해환원수를 음용한 군에서 감소하고 림프구는 증가하였는데 지속적으로 음용할 경우 생체 내 염증반응을 완화시키고 면역반응을 활성화시키는데 관여하는 것으로 추측된다. 기생충에 감염된 면역학적 연구에 따르면 전해환원수는 호르텐스구균속의 감염에 있어서

장점막조직의 배상세포 수 및 mucin terminal sugar의 변화를 억제하고 아울러 이로 인해 총체 배출이 지연되며 혈청 내 cytokine의 변화에는 영향을 미치지 않는다는 보고도 있다(Kim et al., 2008).

일반적으로 알려진 전해환원수의 음용 시 면역력이 증가되어 각종 질병에 효과가 있을 것이라는 가설은 위 결과로 볼 때 혈액 내 세포의 변화뿐만 아니라 다른 기전에 의해서도 가능하다. 가장 유력한 기전은 체내 활성산소를 억제하는 효과로 인하여 각종 질병을 예방하는 효과가 있다고 사료된다.

활성산소(activated oxygen, reactivate oxygen species, free radical)는 대사활동을 통하여 형성된 유리기, 한 개 또는 그 이상의 홀전자(unpaired electron)를 갖는 분자 및 수산화기( $\cdot\text{OH}$ ), 과산화수소기( $\cdot\text{OOH}$ ), 산화질소기( $\text{NO}\cdot$ )를 통칭한다. 이 활성산소는 인체 내에 산화적 요소를 유발함으로써 다양한 질병의 원인으로 작용하며, 관련된 질병으로는 암, 당뇨, 아토피성 피부염, 고혈압 및 심혈관 질환 등(Kagawa et al., 1999; Cai et al., 2000; Eid et al., 2002; Sedek et al., 2003)을 유발한다. 이 활성산소를 제거하는 물질을 항산화제라고 하며 대표적으로 비타민 C, superoxide dismutase (SOD), catalase 및 glutathione peroxidase 등이 있다. 전해환원수는 활성산소를 제거할 수 있는 항산화 기능의 중요한 의미를 가지고 있다(Reid et al., 1992; Feig et al., 1994; Chen et al., 2003).

최근 전해환원수의 다양한 생체효과 즉 장점과 효능에 대한 연구가 진행되고 있지만 일부 유해성 문제를 제기하고 있다. Watanabe (1997)의 연구에 따르면 전해환원수는 심근괴사를 유발시킬 수 있으며 심장조직에서 호중구의 침윤과 섬유화가 관찰되었다고 한다. 전해환원수의 유해성을 확인하기 위하여 위, 소장, 심장 및 간을 육안 및 조직을 군별로 비교하여 관찰한 결과 육안상 특별한 이상은 발견되지 않았고, 조직학적 검사에서도 세포의 괴사나 염증세포의 침윤현상은 없었다. 특히 심장근육의 경우 Watanabe (1997)의 실험결과와는 달리 염증세포의 침윤, 세포의 괴사 및 섬유화 등을 관찰할 수 없었고 이런 결과들은 전해환원수를 음용하였을 경우 체내 영향을 미치지 않는다는 것을 알려준다.

전해환원수 생성기를 최초로 개발한 일본의 경우 일본기능수학회 설립하여 정부, 업체 및 대학 간 활발한 연구를 진행하고 있고 전해환원수에 대한 정보를 공유하고 있다. 또한 중국의 경우도 1994년도에 생산을 시작했고 기능수학회를 운영하고 있지만 한국은 전해환원수에 대한 연구가 일부 연구자들에 의해 진행되고 있기 때문에 중국과 일본과의 학술 교류를 통한 정보 공유로 연구의 질을 높이고, 국민보건과 직결되기 때문에 정부의 지원도 필요하다.

이상과 같이 전해환원수의 음용에 따른 사망률 확인, 체

중 비교, 혈액의 생화학적 변화, 염증, 면역세포의 비교, 내부장기의 형태적 변화, 장기의 무게 변화 및 조직학적 검사 등 동물실험을 통해 인체 유해성은 없다고 사료된다. 그러나 본 연구결과는 2개월간의 단기 실험이기 때문에 1년 이상 장기 음용에 대한 연구가 추가적으로 필요하며 보다 대규모로 다양한 실험으로 전해환원수의 안전성 검증이 필요할 것으로 사료된다. 또한 전해환원수는 시간 경과에 따른 환원력 감소가 진행되므로 일정기간 동안 환원력을 유지할 수 있는 기술의 개발과 정확한 통계 처리를 위하여 대규모 연구도 수행되어야 할 것이다. 더불어 아직까지 밝혀지지 않고 이론으로만 알려진 전해환원수의 작용기전과 효능에 대한 과학적 접근에 대한 심도 깊은 연구가 필요하며 본 실험결과들은 국내에서 전해환원수에 대한 연구가 적은 실정이기 때문에 전해환원수의 안전성을 입증하기 위한 기초자료 마련 및 제공에 의의가 있다고 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- Cai H, Harrison DG: Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases; the role of oxidant stress. *Circ Res* 87 : 840-844, 2000.
- Chen K, Thomas SR, Keaney JF Jr: Beyond LDL oxidation. ROS in vascular signal transduction. *Free Radic Biol Med* 35 : 117-132, 2003.
- Eid HM, Lyberg T, Larsen J, Arnesen H, Seljeflot I: Reactive oxygen species generation by leukocytes in populations at risk for atherosclerotic disease. *Scand J Clin Lab Invest* 62 : 431-439, 2002.
- Feig DI, Reid TM, Loeb LA: Reactive oxygen species in tumorigenesis. *Cancer Res* 54 : 1890-1894, 1994.
- Hanaoka K: Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solution. *J Appl Electrochem* 31 : 1307-1313, 2001.
- Huang KC, Yang CC, Lee KT, Chien CT: Reduced hemodialysis-induced oxidative stress in end-stage renal disease patients by Electrolysed reduced water. *Kidney Int* 64(2) : 704-714, 2003.
- Jin D, Ryu SH, Kim HW, Yang EJ, Lim SJ, Ryang YS, Chung CH, Park SK, Lee KJ: Anti-diabetic effect of alkaline-reduced water on OLETF rats. *Biosci Biotechnol Biochem* 70(1) : 31-37, 2006.
- Kagawa Y, Cha SH, Hasegawa K, Hamamoto T, Endo H: Regulation of energy metabolism in human cells in aging and diabetes: FoF(1), mtDNA, UCP, and ROS. *Bionchem Biophys Res Commun* 26 : 662-676, 1999.
- Kim DH, Deung YC, Kim D, Huang XZ, Qi XF, Kim KY, Lee KJ: Effects of Electrolyzed alkaline reduced water on *Echinostoma hortense* infection and immune response in C57BL/6 Mice. *Korean J Microscopy* 38(1) : 11-19, 2008. (Korean)
- Kim JM, Kazuhito Y: Effects of alkaline ionized water on spontaneously diabetic GK-rats fed sucrose. *Korean J Lab Anim Sci*

- 13(2) : 187-190, 1997.
- Reid TM, Loeb LA: Mutagenic specificity of oxygen radicals produced by human leukemia cells. *Cancer Res* 52 : 1082-1086, 1992.
- Sedeek MH, Llinas MT, Drummond H, Fortepiani L, Abram SR, Alexander BT, Reckelhoff JF, Granger JP: Role of reactive oxygen species in endothelin-induced hypertension. *Hypertension* 42 : 806-810, 2003.
- Shirahata S, Kabayama S, Nakano M, Miura T, Kusumoto K, Gotoh M, Hayashi H, Otsubo K, Morisawa S, Katakura Y: Electrolysed-reduced water scavenges active oxygen species and protects DNA from oxidative damage. *Biochem Biophys Res Commun* 234 : 269-274, 1997.
- Watanabe T: Influence of alkaline ionized water on rat erythrocyte hexokinase activity and myocardium. *J Toxicol Sci* 22(2) : 141-152, 1997.
- Vorobjeva NV: Selective stimulation of the growth of anaerobic microflora in the human intestinal tract by electrolyzed reducing water. *Medical Hypotheses* 64 : 543-546, 2005.
- [http://www.kfda.go.kr/open\\_content/news/notice\\_view.php?menucode=103001001&seq=842](http://www.kfda.go.kr/open_content/news/notice_view.php?menucode=103001001&seq=842): The improvement plan of alkaline ionizer, Korea Food & Drug Administration, 2007.

### < 국문초록 >

본 연구는 전해환원수 음용에 대한 안전성을 조사하기 위하여 실험동물을 이용하여 사망률 확인, 체중 비교, 혈액의 생화학적 변화, 염증, 면역세포의 비교, 내부 장기의 형태적 변화, 장기의 무게 변화 및 조직학적 검사를 통하여 전해환원수가 생체에 미치는 영향을 확인한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

전해환원수를 급이한 실험군에서 사망, 행동 및 외형 이상 유무 관찰 결과 아무런 증상이 나타나지 않았으며, 체중은 감소하는 경향을 보였다. 실험군에서 혈액의 생화학적으로인  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ , GPT, GOT, CRE 및 ALP에서는 유의한 수준의 변화가 관찰되지 않았으나  $Na^+$ 와 BUN에서는 실험군이 대조군에 비해 더 감소되었다. 혈액 내 면역세포를 비교한 결과 호염기구, 호산성구 및 단핵구 등은 큰 차이가 없으며, 실험군에서 호중구는 감소하였고, 림프구는 증가하는 경향을 보였다. 또한 위, 소장, 심장 및 간을 조직학적으로 관찰한 결과 모든 장기에서 병리적 이상 소견은 관찰되지 않았다. 따라서 본 연구를 통하여 전해환원수는 생체에서 큰 문제를 유발시키지 않는 안전한 물임을 알 수 있었고 국내에서 전해환원수에 대한 연구가 거의 없는 실정이기 때문에 전해환원수의 안전성을 입증하기 위한 기초자료 마련 및 제공에 의의가 있다고 할 수 있다.

### FIGURE LEGENDS

- Fig. 1.** Light microscope picture of stomach tissue ( $\times 400$ ). A: Control group (PTW), B: Experimental group (ERW). GP: gastric pit, SCE: simple columnar epithelium.
- Fig. 2.** Light micrographs of small intestine microvillus tissue ( $\times 400$ ). A: Control group (PTW), B: Experimental group (ERW). G: Goblet cell, LP: Larminar propria.
- Fig. 3.** Light micrographs of heart muscular tissue ( $\times 400$ ). A: Control group (PTW), B: Experimental group (ERW).
- Fig. 4.** Light micrographs of liver tissue ( $\times 400$ ). A: Control group (PTW), B: Experimental group (ERW). PV: branch of portal vein, BD: Billiary duct.



