

투어마린이온활성수의 효능 평가

윤양숙, 김동희, 최주봉, 송순봉, 정종호¹,
주경복², 등영건, 이규재*

연세대학교 원주의과대학 환경의생물학교실, ¹(주)천수바이오,
²초당대학교 안경광학과

The Efficacy Evaluation of Tourmaline-Ionized Water in Animal Study

Yang-Suk Yoon, Dong-Heui Kim, Xu-Feng Qi, Soon-Bong Song,
Jong-Ho Jung¹, Kyung-Bok Joo², Yung-Chien Teng and Kyu-Jae Lee*

Department of Environmental Medical Biology, Wonju College of Medicine, Yonsei University,
Wonju, Gangwon 220-701, Korea

¹Chonsubio Co., Ltd., 487 Jinam-ri, Chopyeong-myeon, Jincheon-gun, Chungbuk 365-852, Korea

²Department of Ophthalmic Optics, Chodang University, Muan, Jeonnam 534-701, Korea

(Received October 14, 2009; Accepted December 24, 2009)

ABSTRACT

This study was performed using animals to confirm the effect of tourmaline-ionized water (TIW) the properties of which were changed by tourmaline energy and electric discharge. In the ICR mice fed high-fat diet, body weight increasing rate of the TIW-treated group (Exp) was generally decreased and moreover exhibited significance at 11th week ($P < 0.05$) compared with the control (Con) group fed distilled water, although water intake of the Exp group was lower than that of the Con group. In the ICR mice with CCl_4 -induced hepatotoxicity, AST and ALT activities of the Exp group were not significant but showed some decreasing trend, and histological damage of liver was less compared with that of the Con group. On the study of ethanol-induced hangovers in Sprague-Dawley rat, blood alcohol concentration was significantly decreased ($P < 0.01$), activity of GST, antioxidant enzyme related to the alcohol metabolism, was increased in liver tissue ($P < 0.05$), and AST and ALT show a tendency to be decreased in the Exp group. These results suggest that drinking TIW has not only some obesity preventing effect but also an alcohol detoxification effect and liver protecting effect in vivo. It is supposed due to a structural change of water cluster and a property which maintains the changed structure through tourmaline energy and electric discharge. Therefore, TIW has a potentiality to be developed as functional water with several beneficial effects as well as for daily drinking, but further study on the mechanism related with efficacy will be necessary.

Keywords : Tourmaline-ionized water, Liver-protecting, Hangover, Obesity

서 론

세계보건기구(WHO)는 건강에 대하여 '질병과 통증이 없

는 것과 동시에 신체적, 육체적 그리고 사회적으로 안녕한 상태'라 정의하였다. WHO의 정의에 비추어 보면 현대 사회의 구성원들은 크고 작은 다양한 육체적, 정신적, 사회적인

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

어려움 또는 질병을 가지고 살아가고 있다. 그러나 현대의 학은 만성성인병과 난치병에 대한 명확한 해결책을 제시하지 못하고 있으며 일부 치료법에는 치료과정의 복잡성과 부작용이 따르기도 한다. 우리 사회는 경제적 발전과 함께 생활 속에서 쉽고 안전하게 건강을 유지할 수 있는 방법에 관심이 높아지고 있고, 그 결과 대체의학이나 자연치유요법과 같이 부작용이 적은 자가치유요법에 대한 수요가 증가하는 추세에 있다.

물을 이용한 환자의 치료는 오래전부터 사용되어 왔을 뿐만 아니라 현재 많은 나라에서 보편적으로 사용되고 있다(Nocco, 2008). 그 중 약수나 온천수와 같은 특수 성분이 포함되어 있는 기능수는 의학계의 정식 치료법으로 인정되어 활용되고 있으며, 물을 이용한 만성 질환의 관리는 세계적으로 활발히 이루어지고 있다(Kim et al., 2000; Yamaoka et al., 2001; Lee & Youn, 2002; Matz et al., 2003; Yoshizawa et al., 2003; Tamasidze, 2006). 일반적으로 물은 인체에 수분을 공급할 뿐만 아니라 용매의 역할, 독성물질의 배출, 체온조절 등 생명유지의 필수적인 요소로 응용된다. 한편 특정한 물성을 갖는 기능수는 질병의 예방과 치료적 목적으로 개발되고 사용되고 있으며 특정 질병에 대한 효능을 기대하며 응용되고 있다.

기능수란 물에 특수한 처리를 하였거나 자체에 특이한 성분이 포함되어 있어 특정의 기능을 나타내는 물로써 크게는 두 종류로 구분하고 있다. 첫째는 미네랄이나 기체와 같이 효과를 나타내는 성분을 포함하는 경우이며 다른 하나는 성분보다는 에너지, 파장, 전자, 자기장 등을 물에 투사함으로써 물의 성상을 변화시키거나 분해하는 방법으로 생성된 경우이다.

물속에 함유되어 다양한 효과를 나타내는 주요 효능 성분으로는 칼슘, 마그네슘, 철, 칼륨, 나트륨, 셀레늄, 바나듐, 라돈, 탄산, 산소 및 황화수소 등이 알려져 있고 성분에 따른 다양한 효능은 의학적으로 규명되고 있다(Her et al., 1998; Lee et al., 2002; Ham et al., 2005; Bender et al., 2007). 뿐만 아니라 Cha et al. (2008)은 산소수를 이용하여 새싹재배를 한 경우 유의하게 발아율이 높음을 확인하였고, 알칼리수를 이용한 무세제 세척방법도 개발되어지고 있어(Kim et al., 2005) 물을 이용한 활용 범위는 농업 및 산업용으로까지 그 범위는 점점 넓어지고 있다.

성분의 변화 없이 생성되는 물들은 에너지 또는 전기 전자의 반응을 통하여 만들어지는 물로써 물성의 변화와 다양한 효과가 예상되어지나 구체적인 변화에 따른 효과나 기전은 파악되지 못하고 있다. 육각수, 자화수, 파이워터, 전해이온수 등이 여기에 해당되는 기능수로서 각각에 대한 이론과 가설 그리고 물리화학적 변화 기전의 일부만이 알려져 있을 뿐 효과의 기전은 규명되지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 희토류 금속의 일종인 투어마린 에너지와 전

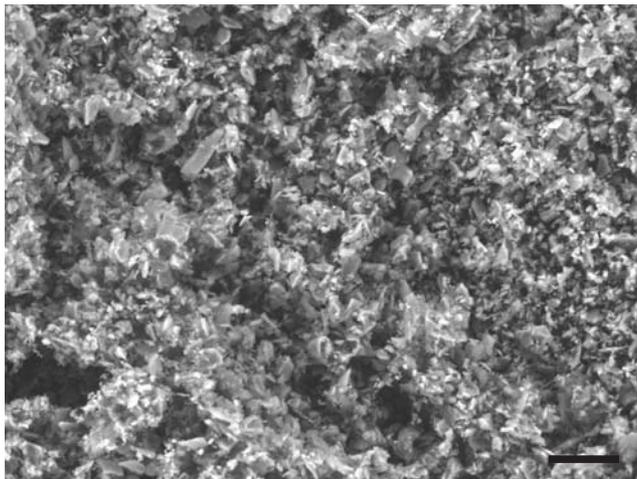


Fig. 1. Scanning electron micrograph of pulverized tourmaline powder (Scale bar=20 μ m).

기에너지 방전의 원리로 성상이 변화된 기능수를 이용하여 간보호 효과, 비만개선 효과 및 숙취해소 효과를 중심으로 유효성을 평가하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 투어마린이온활성수

본 실험에 사용된 투어마린이온활성수(tourmalin-ionized water; TIW)는 주식회사 천수바이오(청주, 한국)로부터 공급받았다. 투어마린이온활성수의 제조과정은 먼저 투어마린 원석분말(Fig. 1)과 원수를 혼합하여 침전조에서 초음파 처리한 후 처리된 물을 진공 통 속의 유리관으로 통과시키면서 직류 약 600 V (120~150회/분)로 방전처리하고, 통과된 물을 140°C로 가열하여 침전 및 진공 농축시킨 후, 증류 과정을 통해 얻어졌다.

2. 실험동물

실험동물은 투어마린이온활성수의 간보호 효과와 체지방 감소 효과 실험을 위해 생후 3주령(25 \pm 2g), 암컷 ICR mice를, 숙취해소 효과 실험을 위해 8주령(350 \pm 20g) 수컷 Sprague-Dawley rat를 각각 (주)오리엔트바이오(성남, 한국)로부터 구입하여 사용하였다. 동물은 각 그룹별로 나누어 1주일 간 사육환경에 적응시켰고, 사육환경은 온도 22 \pm 2°C, 상대습도 55 \pm 5%, 12시간 낮과 밤의 주기를 유지하였다. 동물실험은 연세대학교 원주캠퍼스 동물윤리위원회(IACUC)의 지침에 따라 실시되었다.

3. 투어마린이온활성수의 간보호 효과

실험군은 일반사료(수퍼피드, 삼양유지사료, 한국)와 역삼투압방식으로 처리된 정수물(PW)을 먹인 정상군(Nor, n=8), 정상군의 조건에서 사염화탄소를 처리한 대조군(Con, n=10), 투어마린이온활성수를 급이한 후 사염화탄소(CCl₄)를 처리한 실험군(Exp, n=10)으로 나누었고 실험 9일 동안 물과 사료는 자유롭게 급이하였다. 사육 10일째 급성간중독증을 유발하기 위하여 CCl₄를 올리브유에 희석(0.375% V/V)하여 복강 내로 체중 kg 당 25 µL를 투여하였다. 사염화탄소 투여 24시간 후에 몸무게를 측정하고 안와정맥에서 혈액을 채취한 뒤 혈구분석기(HEMAVET HV950 FS, Drew Scientific Inc. San Francisco, U.S.A.)를 이용하여 전체 백혈구(total WBC), 호중성구(NE), 림프구(LY), 단핵구(MO), 호산성구(EO), 호염기성구(BA) 수를 분석하였고, 혈청을 분리한 후 혈청분석기(FUJI DRI/CHEM 3500i, Fusi Photo Film Co., Ltd., Japan)를 이용하여 간기능효소인 alanine aminotransferase (ALT)와 aspartate aminotransferase (AST)를 측정하였다. 간의 조직학적 관찰을 위해 동물을 ether로 마취한 후 간조직을 적출하였고, 포르말린 고정 후 통상적인 방법으로 조직절편을 만들어 hematoxylin-eosin 염색(Merk, German)을 하여 광학현미경(Olympus, Japan)으로 관찰하였다.

4. 투어마린이온활성수의 비만감소 효과

실험군은 일반사료(수퍼피드, 삼양유지사료, 한국)와 정수물(PW)을 급여한 정상군(Nor, n=12), 고지방 사료와 정수물을 급이한 대조군(Con, n=12), 고지방 사료와 투어마린이온활성수를 급여한 실험군(Exp, n=12)으로 나누어 13주 동안 진행되었다. 실험군 고지방 사료는 일반사료에 55%의 비율로 지방을 첨가하여 고형사료로 제작되었다. 식이섭취량 및 음수량은 매일 한번 씩 같은 시간대에 측정하고 일주일 단위로 합산하여 마리당 일일 평균을 구하였으며, 체중은 일주일에 한번 씩 일정시간에 측정하여 마리당 평균값을 구하였다.

5. 투어마린이온활성수의 숙취해소 효과

실험동물은 대조군(n=10)과 실험군(n=10)으로 나누었으며, 대조군은 역삼투압 방식의 정수물을 실험군은 증류수와 투어마린이온활성수를 1:9로 희석시킨 실험수를 마리당 10 mL/kg씩 존대(gavage)를 이용하여 각각 1회 경구투여하였다. 시료 투여 30분 후 40%로 희석시킨 에탄올을 체중 kg 당 5g 씩 1회 경구투여 하였다. 에탄올 투여 1시간 후, 각 실험동물의 미동맥에서 채혈하여 혈청을 분리한 후 혈중알콜농도, AST 및 ALT를 각각 측정하였다. 알콜농도는

Table 1. Body weight and water intake

Group	Normal group	PW+CCl ₄ group	TIW+CCl ₄ group
Body weight (g)	33.7±1.3	32.6±0.9	31.2±1.2
Water intake (g)	10.7±0.7	10.9±1.1	9.5±0.7

Values represent mean±SD (n=10).

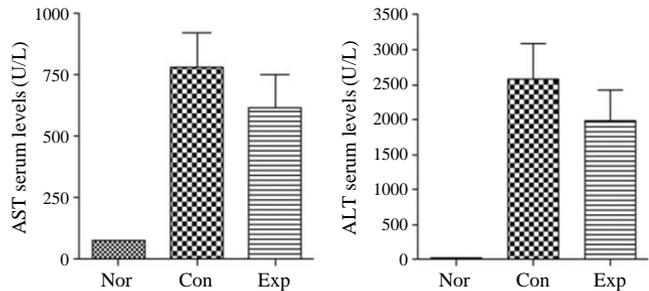


Fig. 2. The level of liver marker enzymes (AST and ALT) in serum. Values represent mean±SD (n=10). AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, Exp: TIW+CCl₄-treated group, Con: PW+CCl₄-treated group.

alcohol concentration assay kit (BioVision, Mountain View, CA)를 이용하여 측정하였으며, 50 µL의 혈청과 50 µL의 반응버퍼(46 µL assay buffer, 2 µL ethanol probe, and 2 µL ethanol enzyme mix)를 섞은 후 빛이 차단된 실온에서 60분간 방치하고 파장 570 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다. 시험 샘플의 에탄올 농도는 희석 요인에 의해 곱한 표준 곡선에서 산출되었다. 또한 glutathione (GSH)와 glutathione S-transferase (GST)를 측정하기 위해, 에탄올 투여 24시간 후 동물을 이산화탄소로 마취시키고 간문맥을 통하여 4°C 생리식염수를 관류시켜 혈액을 제거한 후 적출한 간조직을 균질화하여 샘플을 얻었다. GSH는 glutathione assay kit (Cayman Chemical Company, Michigan, USA)를 GST는 glutathione S-transferase assay kit (Cayman Chemical Company, Michigan, USA)를 이용하여 각각 효소활성을 측정하였다.

결 과

1. 투어마린이온활성수의 간보호 효과

실험동물의 몸무게와 음수량은 실험군이 대조군보다 낮은 경향을 보여주었으나 통계학적 유의성은 없었다(Table 1). 혈액학적 검사에서 백혈구의 종류별 개수는 실험군이 대조군에 비해 약간 낮게 나타났으나 모두 정상의 범위 내에 포함되었다. 또한 간기능의 지표항목인 AST와 ALT의 활성은 유의성은 없었으나 실험군이 대조군보다 낮게 측정되었다(Fig. 2). 간의 조직학적 관찰 결과, 사염화탄소만을

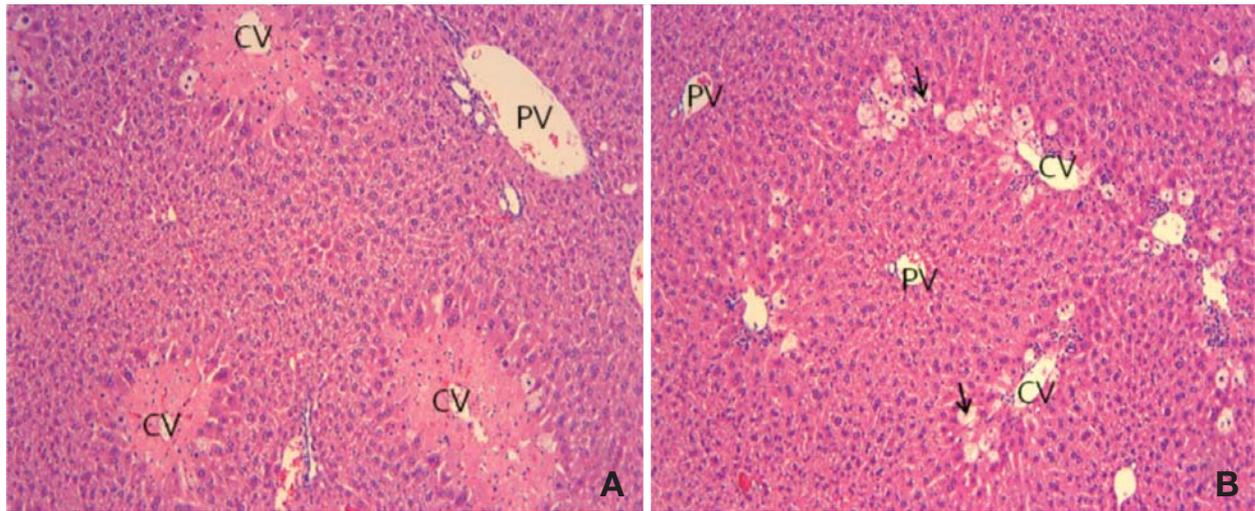


Fig. 3. Optical micrographs of liver. The experimental group (B) showed less histological damage including mild necrosis, denaturation of cells (arrows) and severe infiltration of inflammatory cells around central veins (CV) compared to the control group (A). PV: portal vein, H-E stain ($\times 100$).

처리한 대조군의 간조직은 중심정맥 주위로 넓은 범위의 심한 괴사가 관찰된 반면, 투어마린이온활성수를 급여한 실험군의 경우 심한 염증세포의 침착과 괴사조직 주변으로 변성된 세포들이 많이 관찰되었으나 대조군에 비해 괴사를 비롯한 병리학적 손상의 정도가 현저히 감소하였다 (Fig. 3).

2. 투어마린이온활성수의 체중감소 효과

13주 동안 사료섭취량은 대조군과 실험군이 모두 정상군 (Nor)과 비교하여 약 30% 감소하였지만 실험군 (Exp)과 대조군 (Con)을 비교한 결과 거의 비슷한 수준을 보여주었다. 반면 음수량은 실험군이 대조군에 비해 전체적으로 낮은 수치를 보여주었다. 그러나 체중은 투어마린이온활성수를 급여한 실험군이 정수물을 급여한 대조군에 비해 현저히 낮은 체중 증가율을 보여주었다. 특히 8주부터 실험군과 대조군의 체중 증가율이 차이를 나타내다가 13주에는 유의한 증가를 나타내었다 ($P < 0.05$).

3. 투어마린이온활성수의 숙취해소 효과

정수물과 투어마린이온활성수를 각각 경구로 투여한 흰 쥐에게 40% 에탄올을 처리하고 한 시간 후 혈중알콜농도를 측정된 결과, 실험군은 대조군에 비해 유의하게 감소하였다 ($P < 0.01$). 또한 혈청 AST와 ALT의 활성을 비교한 결과 두 항목 모두 통계학적 유의성은 없었으나, AST는 실험군이 대조군에 비해 현저히 낮은 활성을 나타내었다. 알콜 투여 24시간 후 간조직을 이용하여 측정된 GSH와 GST의 경우, GST는 실험군이 대조군에 비해 유의하게 높은 효소활성을 나타내었다 ($P < 0.05$).

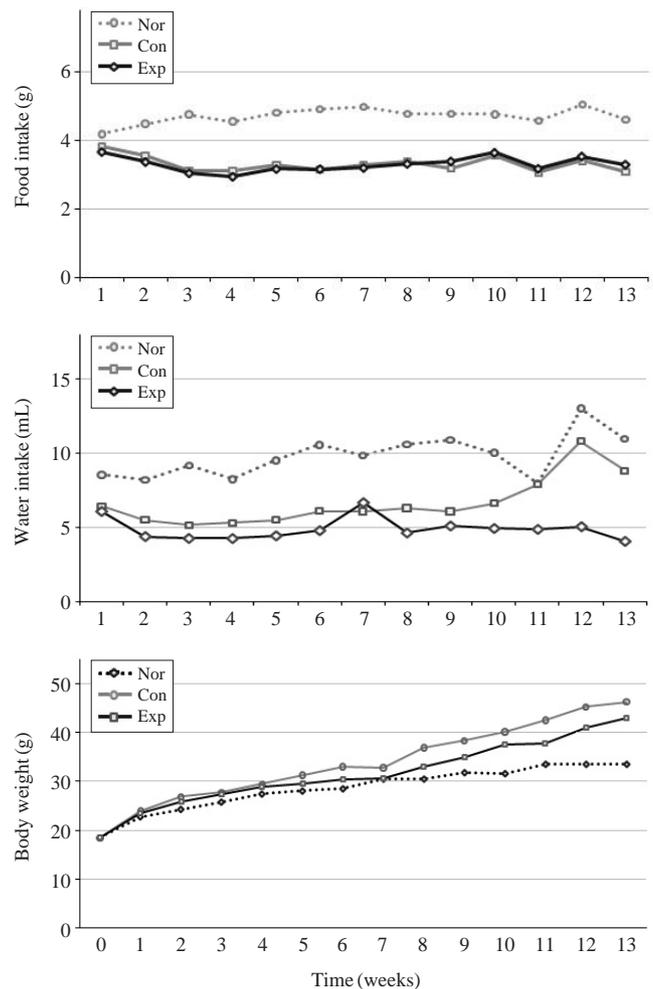


Fig. 4. Food intake, water intake, and body weight. Values represent mean ($n=12$). Nor: common diet+PW group, Con: high fat diet+PW group, Exp: high fat diet+TIW group, $*P < 0.05$.

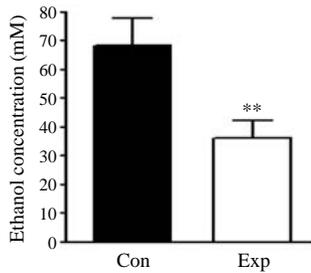


Fig. 5. Serum alcohol concentration 1 hr after treatment of 40% ethanol. Values are expressed as mean \pm SD (n=10). Con: PW-treated group, Exp: TIW-treated group, ** $P < 0.01$.

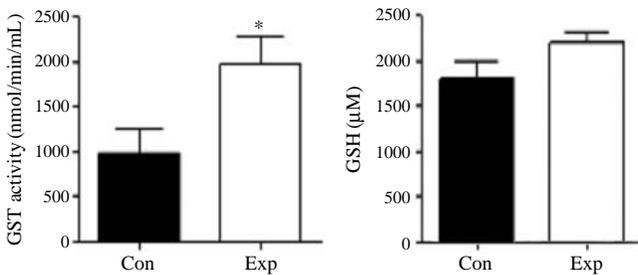


Fig. 6. Activities of glutathione (GSH) and glutathione S-transferase (GST) in liver tissue 24 h after 40% ethanol administration. Values represent mean \pm SD (n=10). Con: PW-treated group, Exp: TIW-treated group, * $P < 0.05$.

고 찰

투어말린은 브라질, 멕시코, 오스트레일리아, 중국, 러시아 등지에서 얻어지는 희토류광석의 일종으로서, 마찰에 의해 전기가 발생하며 가열하면 양 끝이 양극과 음극으로 대전하는 성질이 있다. 또한 투어말린은 4~14 μ m 파장범위의 원적외선을 방사하는데 이것은 특히 피부혈류의 증가, 성장 촉진 등을 비롯한 다양한 생물학적 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Inoue & Honda, 1986; Ise et al., 1987; Inoue & Kabaya, 1989). 투어말린이온활성수를 이용하여 생체효과를 관찰한 본 연구는 비만예방과 숙취해소에 유의한 수준의 차이를 나타내었고 간보호와 관련된 연구는 평균적인 차이를 나타냄으로써 생물학적 효과를 보여주었다. 사용된 연구재료인 투어말린이온활성수는 일반적인 성분분석에 의하면 증류수에 준하는 물로 미네랄이나 기체성분에 의한 효능의 증가와는 관련이 없는 것으로 판단된다. 본 실험에서 나타난 투어말린이온활성수의 효과는 명확한 기전을 규명할 수 없으나, 전기적의 일종인 투어말린의 풍부한 원적외선 에너지와 전자 그리고 고전압 방전에 의한 전기에너지가 물에 흡수됨으로써 물의 성질이 변하였기 때문인 것으로 추측된다. 현재 이러한 물성의 변화를 직접 확인할 수

있는 측정기나 방법은 없다. 그러나 연구자들에 의해 밝혀진 물 분자의 수소-산소 결합력과 클러스터의 다양한 구조는 기능수의 효과와 관련된 기전을 설명하는 데 도움을 준다. 물분자 클러스터는 물의 상태에 따라 물분자 2개가 결합된 단순한 링 형태의 클러스터부터 280개의 물분자로 구성된 이십면체의 클러스터까지 다양한 구조를 보여준다(Ludwig, 2001). 이와 관련하여 물분자의 결합각도나 클러스터 구조의 다양성은 물의 성질과 생물학적 기능의 많은 측면에서 영향을 미친다. 단백질 내의 물분자 결합은 아미노산과 효소의 기능을 나타내는 데 중요한 역할을 한다(Pocker, 2000; Garczarek & Gerwert, 2006). 물성의 변화에 따른 효능과 관련된 연구를 살펴보면, 한 등은 물에 자장을 걸어 생성되는 자화수가 콘크리트 압축강도를 유의하게 증가시킨다고 보고하였고(Han et al., 2001), 자화수를 조리용으로 사용한 결과 변화 전에 비하여 알칼리성을 띄며, 건조식품의 수분 흡수율을 높이고, 표면장력의 감소 및 염장 물의 염분 유출량을 높인다고 보고하였다(Jang & Lee, 1996). 최근까지의 연구를 통하여 알려진 투어말린의 효능은 원적외선을 방출함으로써 세포내의 칼슘농도를 증가시키고 호중성구의 활성산소 생성을 높이며 불포화지방산의 지방과산화에 관여한다는 것이 확인되었고(Niwa et al., 1993), 또한 해수의 산도(pH)를 높이고 전기전도도를 변화시키며(Xia et al., 2005), 이산화티탄 필름막에서 광분해 효과가 있음이 보고되고 있다(Meng et al., 2008). 또한 Liang et al. (2008)은 액화석유가스의 점화율을 높임으로 연료절감 효과와 이산화탄소 배출 감소 효과가 있음을 보고하였다. 이러한 투어말린의 다양한 효능은 발생하는 원적외선과 음이온에서 기인하는 것으로 판단된다.

본 연구에서 확인된 투어말린 이온활성수의 간보호 효과와 숙취해소능력의 증가는 항산화물질인 GSH의 증가와 항산화 효소인 GST의 증가로 판단하여 볼 때 투어말린이온활성수의 음용이 체내의 활성산소를 제거하고 간의 항산화 효소 활성을 높였기 때문으로 판단된다. 알칼리이온수의 음용은 쥐에서 GST의 활성을 높여주며(Kim et al., 2003), Hanaoka (2001)는 알칼리이온수가 항산화 효소의 활성을 높인다는 연구결과를 발표한 바 있다. 이와 같은 연구결과들은 알칼리이온수와 유사한 원리를 갖는 기능수인 투어말린이온활성수가 항산화 효소를 활성화시킴으로서 효과를 나타낸다는 실험 결과를 일정부분 뒷받침해 준다.

비만억제 연구에서 확인된 체중 증가의 지연은 투어말린 이온활성수의 급이가 지방의 분해를 포함한 지방대사 과정에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 이 결과는 알칼리화원수 음용의 비만개선 효과와 유사한 결과로(Jin et al., 2006) 물분자의 클러스터가 작은 알칼리계열의 이온수 음용이 전반적으로 체지방을 억제하는 효과를 나타내는 것으로 추측되어진다. 투어말린이 갖는 4~14 μ m 파장의 전자기에너지

(electromagnetic energy)는 길이가 긴 물분자 결합을 짧은 체인으로 쪼갬다(Niwa et al., 1993). Paek et al. (2000)은 수돗물에 원적외선 처리를 한 결과 ^{17}O -NMR Spectrometer 선폭이 16.7 Hz 감소하고, pH가 6.3에서 8.5로 증가하였으며, DO가 8.6 ppm에서 5.4 ppm으로 감소하였고, ORP가 640 mV에서 -260 mV로 변화하였음을 확인하였다. 또한 이와 같이 원적외선에 의해 변화된 기능수를 마실 경우 대조군에 비하여 뚜렷한 온열효과가 있음을 보고하였다. 물의 클러스터에 대한 이론은 보이지 않은 물 분자에 대한 끊임없는 유동성과 관련이 있으며 물이 동적 구조를 가지고 있음을 의미한다. 수소결합으로 연결된 물분자의 집단 크기가 작을 경우 물의 체내 흡수가 더 빨리 진행될 것으로 예측되어지며 생체 내에서 물의 기본적인 기능을 원활히 수행함으로써 전반적으로 생체의 상태를 개선하는 데 도움을 줄 것으로 판단된다. 클러스터의 크기는 ^{17}O -NMR의 측정 선폭이 감소하는 것으로 간접적으로 판단해 왔으나 최근의 연구는 클러스터의 다양한 형태와 구조까지 연구가 진행되고 있어 기능수에 대한 이해의 폭을 넓혀주고 있다(Keutsch & Saykally, 1999; James et al., 2007; Huang et al., 2008; Rai et al., 2008).

본 연구에 사용된 투어마린 기능수 역시 ^{17}O -NMR 측정에서 선폭의 감소를 나타내는 물로 전자의 방출에 의한 물성의 변화 및 알칼리화가 클러스터의 감소와 분자구조의 변화에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 클러스터의 감소를 보이는 대표적인 기능수인 알칼리이온수는 장내이상발효, 만성설사, 제산, 위산중화와 관련된 효과가 검증되어(Itokawa, 2004) 일본 후생성과 한국의 식약청에서 공식적인 효능을 인정받은 물이다. 투어마린이온활성수의 다양한 효능에는 물분자 집단인 클러스터의 감소가 일정부분 역할을 하였을 것으로 생각되나 현재까지의 연구에서 클러스터의 크기와 클러스터를 이루는 물분자의 상태에 따른 생체 내 흡수나 효능과 관련된 기전은 아직 밝혀지지 않은 상태이다. 투어마린이온활성수의 효능을 설명하는 주요한 기전으로, 물 분자구조의 변화와 변화된 구조를 유지하는 성질을 가설화할 수 있다. 즉 초음파처리와 고전압의 방전을 통해 전기에너지의 흐름이 물에 영향을 미쳐 두 개의 물분자 결합시 104.52° 를 이루는 산소와 수소의 결합 각도를 변화시켜 사면체의 클러스터에서는 109.47° 를 유지하는 방식으로 다양한 클러스터의 구성이 가능하다(Ludwig, 2001). 투어마린의 전자기에너지와 초음파처리 및 전기적인 자극을 통해 물분자를 이루는 산소와 수소의 전기적인 불균형과 정형된 결정을 이루지 못하는 물분자의 불완전성을 유도하고 변화된 물 클러스터의 특정한 구조를 유지시킴으로써 물의 생체 내 흡수와 생리적 작용에 차별성을 나타내며 이러한 물이 인체에 작용하여 차별화된 생체반응을 유발할 가능성을 가지고 있다.

이번 연구는 효과의 기전이 밝혀지지 않은 기능수인 투어마린이온활성수를 동물에 급이한 후 전임상 효과를 평가하기 위해 수행되었다. 투어마린이온활성수는 안전성과 유효성의 검증을 통해 대체의학의 범주 내에서 사용이 가능할 것으로 사료되며 물성의 변화에 따른 기능수의 효능과 관련된 기전의 연구가 필요함을 확인하였다.

참 고 문 헌

- Bender T, Bariska J, Vaghy R, Gomez R, Kovacs I: Effect of Balneotherapy on the antioxidant system-A controlled pilot study. Arch Med Res 38 : 86-89, 2007.
- Cha JM, Hong SH, Kim SY, Park JY, Kim MS, Lee IH: Cultivation of sprout by highly concentrated oxygen water soaking. Korean J Biotechnol Bioeng 23(6) : 525-528, 2008.
- Garczarek F, Gerwert K: Functional waters in intraprotein proton transfer monitored by FTIR difference spectroscopy. Nature 439(5) : 109-112, 2006.
- Ham SS, Kim SH, Moon SY, Jeon MS, Oh DH, Cui CB: Antioxidative, antimutagenic and cytotoxic effects of the mineral water. J Fd Hyg Safety 20(1) : 53-57, 2005.
- Han SM, Yoon DH, Song HM: Effect of strength increase of the concrete mixed with magnetized water. Korean J Civil Eng 21(3A) : 373-379, 2001.
- Hanaoka K: Antioxidant effects of reduced water produced by electrolysis of sodium chloride solution. J appl Electrochem 31 : 1307-1313, 2001.
- Her E, Jun TS, Cho IH, Park DK: Scientific assesment of the natural environmental resources for the leisure in the hot-spring resorts of jungwon: research for the component of the hot-spring Suanbo. Konkuk Nat Sci Res 9(1) : 171-190, 1998.
- Huang HC, Jupiter D, Qiu M, Briggs JM, VanBuren V: Cluster analysis of hydration waters around the active sites of bacterial alanine racemase using 2-ns MD stimulation. Biopolymers 89(3) : 210-219, 2008.
- Inoue S, Honda K: Growth of rats exposed to far-infrared radiation. Zool Sci 3 : 731-732, 1986.
- Inoue S, Kabaya M: Biological activities caused by far-infrared radiation. Int J Biometeorol 33 : 145-150, 1989.
- Ise N, Katsuura T, Kikuchi Y, Miwa E: Effect of far-infrared radiation on forearm skin blood flow. Ann Physiol Anthropol 6 : 31-32, 1987.
- Itokawa Y: An overview on researches of potable alkaline water by electrolysis. J Funct Water 2(2) : 59-64, 2004.
- James T, Wales DJ, Hernadex Rojas J: Energy landscapes for water clusters in a uniform electric field. J Chem Phys 126(054506): 1-13, 2007.
- Jang JO, Lee YM: A study on availability of magnetic treatment water as a cooking water. Korean J Dietary Culture 11(1) : 37-42, 1996.

- Jin D, Park SK, Lee YM, Yoon YS, Kim DH, Deung YK, Lee KJ: Effect of Mineral induced alkaline reduced water on Sprague Dawley rats fed on high-fat diet. *Korean J Biomed Lab Sci* 12(1) : 1-7, 2006.
- Keutsch FN, Saykally RJ: Water clusters: untangling the mysteries of the liquid, one molecule at a time. *PNAS* 98(19) : 10533-10540, 1999.
- Kim JW, Kim KH, Park DK, Lee KJ: The glutathione S-transferase activity of alkaline reduced water (ARW) on Sprague-Dawley rats. *Newest Med J* 46(10) : 111-116, 2003.
- Kim TY, Kim GY, Lambeck J: Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *J of Korean Soc Phys Ther* 12(3) : 407-414, 2000.
- Kim YD, Chung IM, Lee KG: Silk degumming by electrolyzed alkaline water. *Korean J Seric Sci* 47(1) : 36-40, 2005.
- Lee IH, Youn JI: Pain relief and satisfaction by hydrotherapy among urban elderly. *J Korean Soc phys ther* 14(3) : 209-216, 2002.
- Liang J, Zhu D, Meng J, Wang L, Li F, Liu Z, Ding Y, Liu L, Liang G: Performance and application of far infrared rays emitted from rare earth mineral composite materials. *J Nanosci Nanotechnol* 8(3) : 1203-1210, 2008.
- Ludwig R: Water: From clusters to the bulk. *Angew Chem Int Ed* 40 : 1808-1827, 2001.
- Matz H, Orion E, Wolf R: Balneotherapy in dermatology. *Dermatol Ther* 16 : 132-140, 2003.
- Meng J, Liang J, Ou X, Ding Y, Liang G: Effects of mineral tourmaline particles on the photocatalytic activity of TiO₂ thin films. *J Nanosci Nanotechnol* 8(3) : 1279-1283, 2008.
- Niwa Y, Iizawa O, Ishimoto K, Jiang X, Kanoh T: Electromagnetic wave emitting products and "Kikoh" potentiate human leukocyte functions. *Int J Biometeorol* 37 : 133-138, 1993.
- Nocco PB: Mineral water as a cure. *Verpff Schweiz Ges Gesch Pharm* 29 : 13-402, 2008.
- Paek UH, Jeong ED, Yun CK: The characteristics of water quality of tap water and far-infrared rays mineral water. *J Korean Environ Sci* 9(5) : 423-428, 2000. (Korean)
- Pocker Y: Water in enzyme reactions: biophysical aspects of hydration-dehydration process. *Cell Mol Life Sci* 57 : 1008-1017, 2000.
- Rai D, Kulkarni AD, Gejji SP, Pathak RK: Water clusters (H₂O)_n, n=6-8, in external electric fields. *Chem Phys* 128(034310) : 1-14, 2008.
- Tamasidze A: Biochemical results of radon treatment. *Georgian Med News* 141 : 91-93, 2006.
- Xia M, Zhang H, Hu C, Xu Z: Regulation effects of tourmaline on seawater pH value. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao* 16(10) : 1972-1977, 2005.
- Yamaoka K, Mifune T, Mitsunobu F, Kojima S, Mori S, Shibuya K, Tanizake Y, Sugita K: Basic study on radon effects and thermal effects on humans in radon therapy. *Physiol Chem Phys Med NMR* 33(2) : 133-138, 2001.
- Yoshizawa Y, Kitamura K, Kawana S, Maibach HI: Water, salts and skin barrier of normal skin. *Skin Res Technol* 9 : 31-33, 2003.

< 국문초록 >

본 연구는 투어마린 소재와 전기적인 방전을 통해 물의 성질을 변화시킨 투어마린이온화성수를 이용하여 간보호 효과, 비만 예방 효과, 숙취제거 효과를 확인하기 위해 시행되었다.

고지방식으로 비만을 유도한 ICR 마우스에서 투어마린이온화성수를 급이한 실험군은 정수물을 급이한 대조군과 비교하여 사료섭취량이 비슷하고 음수량이 더 적었지만 체중증가는 대조군에 비하여 억제되어 13주에는 유의한 차이를 보여줌으로써 비만 예방 효과를 나타내었다($P < 0.05$). 사염화탄소로 간독성을 유발시킨 생쥐를 이용하여 간보호 효과를 관찰한 실험에서, 실험군의 aspartate aminotransferase (AST)와 alanine aminotransferase (ALT)는 대조군과 비교하여 평균적인 차이를 나타내었으며, 간의 조직학적 관찰에서 피사를 비롯한 병리학적 병변이 감소한 것으로 나타났다. S-D rats을 이용한 숙취 실험에서는 실험군이 대조군에 비해 혈중알콜농도가 유의하게 낮았으며($P < 0.01$), 알콜 대사와 관련된 항산화 효소인 glutathione-S transferase (GST)는 활성이 증가한 것으로 관찰되었고($P < 0.05$), 간기능 지표인 AST와 ALT는 상대적 감소현상을 보였다. 이와 같은 결과는 투어마린이온화성수의 음용이 동물의 항산화 체계에 영향을 미침으로써 간조직을 보호하고 알콜 분해를 향상시킨 것으로 판단되며, 그 결과 숙취해소에 어느 정도 효과가 있을 것으로 판단된다. 투어마린이온화성수의 효능과 관련된 기전은 아직 과학적 검증에 어려움이 있으나, 물에 전달된 투어마린의 원적외선에너지나 전기적 영향으로 인하여 물분자의 결합력과 분자 구조 또는 클러스터의 크기에 변화를 일으켰기 때문으로 판단된다. 사용된 투어마린이온화성수는 음용안전성이 확보된 물로서 효과적인 기능수로 개발될 가능성을 가지며, 유효성과 관련된 기전은 더 연구될 필요성이 있다.