계명의대학술지 제37권 1호
Keimyung Med J
Vol. 37, No. 1, June, 2018

노인 수분섭취 감소와 관련된 요인: 제5기 국민건강영양조사

홍승완·서영성·김대현

계명대학교 의과대학 가정의학교실

The Relationship of Water Intake and Health Status in Korean Adult: 5th Korea National Health and Nutrition Examination Survey

Seung Wan Hong, M.D., Young Sung Suh, M.D., Dae Hyun Kim, M.D.

Department of Family Medicine, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Received: May 04, 2018
Revised: May 25, 2018
Accepted: June 21, 2018
Corresponding Author: Dae Hyun Kim, M.D.,
Department of Family Medicine,
Keimyung University School of Medicine,
56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 41931, Korea
Tel: +82-53-250-7071
E-mail: dhkim@dsmc.or.kr

• The authors report no conflict of interest in this work.

Background: Water is essential to body homeostasis. But there are little attention to basic impact or attribute of response to drinking water. We investigated the factors related to drinking water through the '5th Korea National Health and Nutrition Examination Survey' (KNHANESV). Methods: From the database of the 5th KNHANESV conducted in 2010 to 2012, data of 15,716 adults who aged 19 or above, and responded to all the questionnaires of health interview, nutrition survey and had health examination were included in this analysis. SPSS 21.0 was used for statistical analysis with complex sample survey modules. Results: The study subjects drink 5.2 ± 0.48 cups of water for a day. The elderly (>65 yrs) drink less water ($p < 0.000$), and male drink more than female ($p < 0.000$). And obesity is significantly associated with higher water intake ($p < 0.000$). Calorie and sodium intake, HbA1c, low-density lipoprotein, triglyceride, feritin, Fe, creatinine are significantly associated with higher water intake. Physical activity and serum vitamin D level are also associated with higher water intake ($p < 0.000$). Conclusion: Older people drink less water and several disease is related with water intake amount. Further studies need to be done about the value of water intake in healthy life style, and measuring the effect of water intake.

Keywords: Elderly, Water health, Water intake

© Copyright
Keimyung University School of Medicine 2018

서 론

수분은 인체 무게의 총 60%를 차지하고 있는 가장 중요한 요소이며, 생존에 있어서 필수 불가결한 물질이다[1,2]. 물이 없으면 2-4일 정도 밖에 생존할 수 없으며[1,3,4], 몸에서 수분이 부족해지면 신체적, 인지적 기능이 저하되고 여러 질환의 원인이 되기도 한다.[5] 적당한 물의 섭취는 여러 질병과 연관되어 있는 탈수를 예방해주기도 하며, 항상성 보상이 완전하지 않은 노인에서 기립성 저혈압을 예방하는 효과도 있다[6-9]. 몸에 있는 전체 수분 중, 매일 5-10%가 교환되고 있으며[10-13], 이로 인해 성인이 하루에 필요한 수분 양은 2.5~3 L 정도로 알려져 있다. 그리고 실제로 물이나 음료수를 통해 섭취하는 수분의 양은 평균 2L로 보고되고 있다[14].

사람은 일반적으로 갈증을 느낄 때 물을 섭취하게 되는데, 이는 항상성 유지에 필수적인 생물학적인 반응이다. 갈증은 젊은 성인보다 노인에서 반응이 떨어져 있으며, 노인에서는 이러한 갈증 반응의 퇴화와 소변 농축 능력의 감소로 인해 탈수의 위험도가 높은 것으로 알려져 있다[15]. 나이에 따른 이러한 변화는 인체가 노화해 감에 따라서 항상성 보상 기전이 쇠퇴하였기 때문이다.

우리는 급증하고 있는 노인인구에 직면해 있으며, 노인은 각 나라에서 의료비 지출이 가장 많은 구성원으로 보건 관리의 주요 인자로 떠오르고 있다. 이에 노인의학에 대한 관심이 급증하고 있는 실정이며, 노인의학의 성장에는 노인에 대한 이해가 필요하다[16].

노화에 대한 지표로는 Cardiovascular Health Study (CHS) index와 Study of Osteoporotic Frctures (SOF) index, FRAIL (Fatigue, Resistance, Ambulation, Illnesses, & Loss of Weight) scale 등이 있으며[17,18], 일상생활수행능력(Activities of Daily Living), 인지기능검사(MMSE), 악력 측정 또는 근육량 측정, 폐기능 검사 등 역시 각각 신체적, 정신적 노화에 대한 지표로 활용되고 있다. 신체적 노화는 운동에 의해 근육량이 늘어날 경우 그 수치가 역행할 수 있어 노화에 대한 일정한 자료를 얻기가 힘들다. 그리고 정신적 노화는 뇌혈관 질환이나 인지기능에 장애를 주는 질환이 생길 경우 그 수치가 급격히 변화하기 때문에 일정한 자료를 얻기가 힘들다. 그러나 항상성에 대한 지표는 이와 다르게 외부 영향을 받는 요인이 그리 많지 않기 때문에 노화에 대한 지표로서 더욱 정확한 역할을 할 수 있을 것이다.

이 연구에서는 항상성 유지에 중대한 축을 이루고 있는 물의 섭취와 관련된 인자와 나이에 따른 변화를 제5기 국민건강영양조사(2010-2012년)를 이용하여 알아보고자 하였다.

방 법

1. 연구대상

이 연구는 2010년부터 2012년까지 시행된 제5기 국민건강영양조사에 기초하였다. 국민건강영양조사는 국민건강증진법 제16조에 근거하여 실시하고 있으며, 질병관리본부 연구윤리 심의위원회의 승인을 받아 수행된 것이다(승인번호 2010-02CON-21-C, 2011-02CON-06-C, 2012-01EXP-01-2C, http://knhanes.cdc.go.kr).

제5기 국민영양조사는 해당 연도 동안 매년 192개 표본조사구를 추출하여 3,800가구의 만 1세 이상 가구원 전체를 대상으로 1~12월까지 시행되었다. 목표모집단은 대한민국에 거주하는 국민으로 양로원, 군대, 교도소 등에 입소한 자와 외국인 등은 제외되었다. 제5기 전체 참여자수는 2010년에 8,958명, 2011년에 8,518명, 2012년에 8,057명이었으며 층화집락추출법을 이용하였다. 각 개인은 한국의 전체인구를 대변할 수 있도록 가중치가 부여되었다. 본 연구에는 제5기 국민건강영양조사 대상군에서 19세 이상이면서 건강설문과 검진, 영양조사에 모두 응답한 군을 대상으로 선정하였으며 총 대상은 15,716명 이었다.

2. 연구방법

국민건강영양조사는 건강설문조사, 영양조사, 검진조사로 구성되어 있다. 건강설문조사는 이환,

손상, 활동제한, 의료이용, 교육 등으로 구성되어 있으며, 영양조사는 식생활조사, 식품안정성조사, 식품섭취빈도조사, 식품섭취조사로 구성되어 있다. 검진조사는 신체계측, 혈압 및 맥박측정, 혈액 및 소변검사, 구강검사 등으로 구성되어 있다. 건강설문조사와 검진조사는 이동검진센터에서 실시하였으며, 영양조사는 대상가구를 직접 방문하여 실시하였다.

본 연구에서는 건강설문조사 항목에서 성별, 나이, 경제활동, 교육, 흡연에 관한 변수를 사용하였으며, 영양조사 항목에서 식품섭취빈도조사, 식품섭취조사에 대한 변수를, 검진조사 항목에서 신체계측, 혈액검사, 소변검사, 구강검사에 대한 변수를 사용하였다. 물 섭취량에 대한 설문조사는 개인별 24시간 회상법이 사용되었으며 하루에 섭취하는 물(생수, 보리차, 결명자차, 옥수수차 등)의 컵수(200 mL/컵)로 조사되었다.

3. 통계분석

물 섭취량과 관련된 인자는 일반화 선형 모형을 사용하여 분석하였으며 두 군간의 비교에는 t-test를 이용하였다. 그리고 2X2 테이블에서는 χ^2-test를 이용하여 유의성을 검정하였으며, 각각 p값이 0.05 미만일 경우 유의한 차이가 있는 것으로 평가하였다. 모든 통계분석은 SPSS 21.0 (IBM, NY) 의 복합표본분석을 이용하였다.

결 과

1. 대상군의 일반적인 특징과 물 섭취와 관련된 요인

조사 대상은 총 15,716명 이었으며, 하루에 물을 평균 5.2컵 마시는 것으로 조사되었다. 남성은 물을 평균 6.0 ± 0.07컵 섭취 하였으며, 여성은 평균 4.4 ± 0.04 컵을 섭취하였다. 키가 클수록, 허리둘레가 길수록, 몸무게가 많이 나갈수록, 체질량지수(BMI)가 높을수록 물을 많이 마시는 것으로 조사되었다. 흡연자는 하루에 물을 평균 6.3컵 마시며, 비흡연자는 평균 4.8컵 마시는 것으로 조사되었으며 그 차이는 통계적으로도 유의했다. 하루 평균 칼로리 섭취량은 2,072.76 Kcal, 나트륨 섭취량은 5,076.46 mg 이었으며 칼로리 섭취가 많을수록, 나트륨 섭취가 많을수록 물을 많이 마시는 것으로 조사되었다(Table 1).

2. 이환된 질병에 따른 물섭취량의 변화

동반질환의 가중 유병율은 고혈압이 17.7%, 당뇨가 6.5%, 고지혈증이 8.7%, 관절염이 12.2%, 폐결핵이 4.9%, 천식이 4.3%, 암이 2.8% 이었다. 각각의 질환군을 하루 물 섭취량이 4컵 이상인 군과 4컵 미만인 군으로 나누어 분석한 결과, 고혈압과 관절염 있는군에서 정상군에 비해 수분섭취가 유의하게 낮았다(Table 2).

3. 나이에 따른 물 섭취량의 변화

일반 성인에서의 나이별 평균 물 섭취량은 5컵 내외로 거의 일정하였으나 65세가 넘어가면서 물 섭취량은 점점 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 이는 남녀로 분리해도 나타났으며, 일반 남성은 6컵 내외로 60세까지 일정한 평균 분포를 보였으며, 여성은 4컵 내외로 67세까지 일정한 평균 분포를 보였다(Fig. 2). 그리고 남성에서 비 흡연자와 흡연자를 비교해 보면 비 흡연자는 65세까지 일정한 평균 분포를 보였으며, 흡연자는 59세까지 일정한 평균 분포를 보였다(Fig. 3).

고 찰

이 연구에서 한국인은 물을 평균 5컵 마시는 것으로 조사되었으며, 이는 1컵을 200 mL로 가정하면 약 1 L가 된다. 세계 13개국을 대상으로 하루에 마시는 전체 수분섭취량을 조사한 선행연구에서는 평균 2 L를 마시는 것으로 조사되었으며, 특히 아시아인인 일본인은 평균 1.52 L를 마시는 것으로 조사되었다[14]. 그리고 다른 연구에 의하면, 총 수분섭취량 중에 순수한 물로 보충하는 수분량은

Table 1. Demographic data related with daily water intake[a] (n = 15,716)

Variables		β	*P* value
Daily water intake (cups)	5.2 ± 0.48	-	-
Women (%)	50.7	-	$p < 0.000$[d]
Age (yrs)	45.3 ± 0.24	-0.19	$p < 0.000$[e]
Height (cm)	164.0 ± 0.12	0.084	$p < 0.000$[e]
Weight (kg)	63.9 ± 0.15	0.063	$p < 0.000$[e]
Waist circumference (cm)	80.9 ± 0.14	0.044	$p < 0.000$[e]
Body mass index (kg/m^2)	23.7 ± 0.04	0.109	$p < 0.000$[e]
Vigorous physical activity per day	1.9 ± 0.02	0.253	$p < 0.000$[e]
Frequency of tooth-brushing per a day	2.4 ± 0.01	0.110	$p = 0.013$[e]
Smoker/non-smonker (%)	24.7/75.3	-	$p < 0.000$[d]
Subjective health status[b](%)	2.6/11.4/46.1/29.1/4.6		*p* for trend = 0.018[f]
Income quartile (%)	26.4/25.9/24.9/22.8	0.097	*p* for trend = 0.007[f]
Education[c] (%)	18.7/9.8/38.9/32.6	0.225	*p* for trend < 0.000[f]
Survey of food intake amount			
Calorie intake amount (Kcal)	2072.8 ± 12.05	0.001	$p < 0.000$[e]
Protein intake amount (g)	75.0 ± 43.6	0.012	$p < 0.000$[e]
Lipid intake amount (g)	44.1 ± 35.39	0.011	$p < 0.000$[e]
Carbohydrate intake amount (g)	324.2 ± 129.48	0.003	$p < 0.000$[e]
Fiber intake amount (g)	7.5 ± 6.10	0.051	$p < 0.000$[e]
Ash intake amount (g)	20.7 ± 11.80	0.003	$p < 0.000$[e]
Calcium intake amount (mg)	518.7 ± 342.27	0.001	$p < 0.000$[e]
Phosphorus intake amount (mg)	1212.9 ± 563.06	0.001	$p < 0.000$[e]
Iron intake amount (mg)	15.5 ± 11.96	0.030	$p < 0.000$[e]
Sodium intake amount (mg)	5066.4 ± 3389.49	0.000	$p < 0.000$[e]

P values are obtained from relationship between each variables and daily water intake amount. [a]Data are presented as weighted proportion or mean ± standard error. [b]Data are presented percentage for subjective health status by very bad / bad / usual / good / very good. [c]Data are presented percentage for below a elementary school graduate / junior high school graduate / high school graduate / more than a college graduate. [d]*P* value was obtained by generalized linear model. [e]*P* value was obtained by general linear model. [f]P for trend was obtained by generalized linear model.

47.5~65% 정도로서[5], 이를 참고하면 하루에 평균 5컵을 마신다는 연구 결과는 선행연구와 비교하여 일치한다고 볼 수 있다. 그리고 선행연구들은 하루 또는 수일간 마신 수분량을 일기 형식으로 기록하는 조사방법을 취하였고, 본 연구에서는 회상기법을 사용하였다.

이 연구에서는 키, 체중, 허리둘레, BMI가 높을수록 물을 많이 마시는 것으로 조사되었다. 이는 체중이 많이 나갈수록 기본적인 수분 요구량이 늘어나는 것으로 해석할 수가 있다. 이와는 반대로 물을 많이 마실수록 체중이 감소한다는 연구들이 있다. 청소년에서 물을 많이 마시게 되면 비만을

Table 2. Comorbid diseases related with daily water intake

Comorbid diseases		<4 cups	≥4 cups	*P* value[a]
	n (%)	% ± SE	% ± SE	
Hypertension				0.002
Yes	3,855	40.3 ± 1.1	59.7 ± 1.1	
None	11,860	36.7 ± 0.6	63.3 ± 0.6	
Diabetes				0.441
Yes	1,407	36.1 ± 1.7	63.9 ± 1.7	
None	14,308	37.4 ± 0.6	62.6 ± 0.6	
Hyperlipidemia				0.918
Yes	1,846	37.2 ± 1.6	62.8 ± 1.6	
None	13,868	37.4 ± 0.6	62.6 ± 0.6	
Arthritis				<0.000
Yes	2,730	45.5 ± 1.4	54.5 ± 1.4	
None	12,983	36.2 ± 0.6	63.8 ± 0.6	
Pulmonary Tuberculosis				0.103
Yes	901	40.6 ± 2.1	59.4 ± 2.1	
None	14,814	37.2 ± 0.6	62.8 ± 0.6	
Asthma				0.228
Yes	721	34.6 ± 2.3	65.4 ± 2.3	
None	14,994	37.5 ± 0.6	62.5 ± 0.6	
Cancer				0.116
Yes	598	41.3 ± 2.6	58.7 ± 2.6	
None	15,118	37.2 ± 0.6	62.8 ± 0.6	

[a]Data are presented relationship with daily water intake as *p* value by Rao-Scott χ^2-test.

예방하는 효과가 있다는 연구가 있으며[19], 물을 많이 마실수록 탄산음료나 주스를 적게 마시는 효과로 총 칼로리 섭취량이 줄어든다는 연구도 있다[3]. 그러나 이러한 차이는 중재연구와 단면관찰연구의 차이로서, 본 연구는 중재연구가 아니므로 이러한 효과를 확인할 수는 없었다.

하루 식사량이 많을수록 수분섭취량이 많아지는 것으로 조사되었다. 이는 음식을 섭취하면서 윤활역할을 하는 물 역시 동반 섭취하게 되어 나타나는 효과일 수도 있을 것이나, 음식물 섭취량이 많아져서 혈장 글루코스 레벨이 상승하게 되어 그에 따른 혈장 삼투압의 상승이 갈증을 유발하여 물 섭취량이 많아졌을 가능성도 있다. 그리고 염분 섭취량이 많을수록 물을 많이 마시는 것으로 조사되었으며 이러한 현상 역시 혈장 삼투압이 높아짐에 따라 항상성 유지를 위한 반응일 수 있다. 삼투압이 1~4% 변하게 되면 갈증이 유발되는 것으로 알려져 있으며[20,21], 혈장 삼투압에는 글루코스가 큰 영향을 끼치고 있기 때문에 결과적으로 음식물을 많이 섭취할수록 항상성 유지를 위하여 갈증이 유발되어 물 섭취량이 늘어날 수 있다[1,2].

여성이 남성에 비해서 물을 적게 마시는 것으로

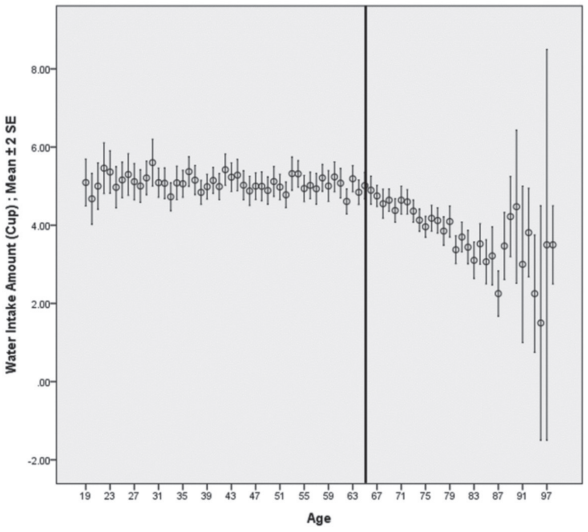

Fig. 1. Water intake amount according to age in total subjects.

조사되었다. 이는 나이, 운동량, BMI, 칼로리 섭취량, 나트륨 섭취량으로 보정을 해도 유의했다. 미국과 캐나다에서의 연구도 동일한 결과를 보이고 있다[22-24]. 이는 여성 호르몬에 의한 복합적인 결과일 수 있다. 이에 관하여 여성호르몬이 갈증 중추와 바소프레신의 분비에 영향을 미친다는 연구결과가 있으나[25], 여성에서 물 섭취량이 적은 원인에 대해서는 좀더 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

이 연구에서 흡연자는 하루에 물을 평균 6.3컵 마시며, 비흡연자는 평균 4.8컵 마시는 것으로 조사되었으며, 그 차이는 성별, 나이, BMI, 활동성, 칼로리 섭취량, 나트륨 섭취량으로 보정해도 의미가 있었다($p < 0.000$). 이와 관련하여 6개월 이상 장기간 담배를 피운 사람을 대상으로 한 대조군 연구에서 흡연자가 비흡연자보다 침이 적게 분비되며 구강건조증의 유병률이 높아져 있다는 연구가 있으며, 구강건조증이 흡연자에서 물을 많이 마시게 하는 원인으로 추측된다 [26].

신체활동 일수와 물 섭취량 간의 연관성을 분석한 결과 신체활동을 하는 일수가 많을수록 물을 많이 마시는 것으로 조사되었으며, 이는 나이, 성별, BMI, 칼로리 섭취량, 나트륨 섭취량으로 보정해도 의미가 있었다. 이러한 소견은 여러 선행 연구와 일치하고 있다[6,10,20,21]. 활동을 하게 되면 몸의 온도를 낮추기 위해 땀이 배출 되는데, 이러한 결과로 혈장량이 줄어들어 갈증을 유발하게 된다[12,27,28]. 격렬한 운동시엔 시간당 2 L의 수분이 소비되기도 한다[10]. 이러한 효과들로 인해 운동을 많이 할수록 물을 많이 마시게 되는 것으로 추측된다.

또한 관절염과 고혈압에 이환된 군이 물을 적게 마시는 것으로 나타났으나 이는 성별과 나이로 보정을 하면 차이가 없었다. 관절염의 이환율이 여성에서

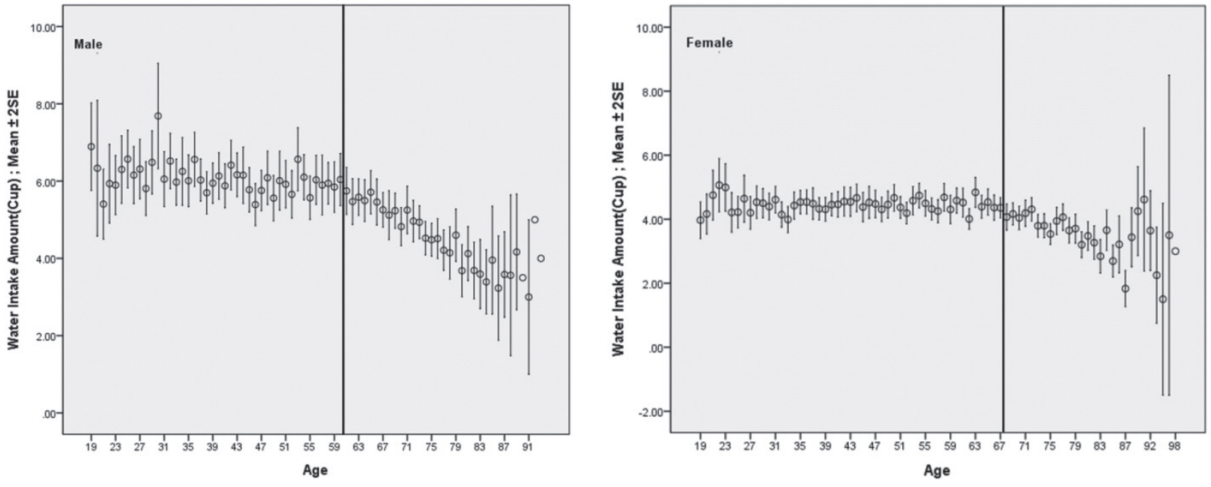

Fig. 2. Water intake amount according to age in each gender.

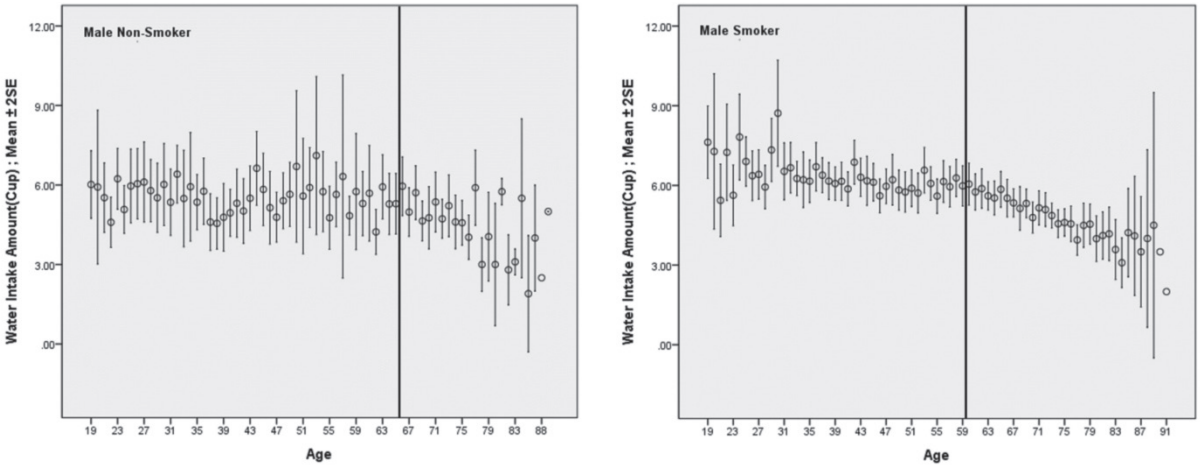

Fig. 3. Water intake amount according to age in each smoking states within male gender.

높은 것과 고혈압의 이환율이 나이에 따라 늘어나는 경향이 이에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

나이가 많을수록 수분섭취량이 줄어드는 것으로 조사되었으며 이는 특히 65세 이상의 노인에서 두드러져 나타났다. 이는 노화가 진행됨에 따라 혈장삼투압에 대한 갈증의 반응이 둔해졌기 때문일 가능성이 있다. 이와 관련하여 노인에서 혈장 삼투압이 높아짐에 따라 분비되는 바소프레신이 일반 성인에 비해 적게 분비되며 갈증 또한 일반 성인에 비해 덜 느낀다는 연구가 있다[15]. 그러므로 노인은 탈수에 의한 항상성의 보상이 잘 이루어지지 않는다고 할 수 있으며 이는 노쇠가 수분 섭취량에 영향을 미친다는 것을 의미한다[29]. 항상성 유지에 대한 노쇠의 기준으로 삼투압에 따른 바소프레신의 분비 반응을 조사하는 것도 좋은 방법이겠으나, 간단히 하루에 마시는 물의 컵 수를 묻는 것으로도 이를 효율적으로 대신할 수 있는 가능성이 있다. 그러나 개개인의 편차가 너무 커서 개별적인 지표로서는 활용하기 어려울 것이며, 지역별 인구 집단 연구 같이 대규모 연구에서는 노쇠로서의 지표가 충분히 될 수 있다고 생각된다. 여성의 경우 남성보다 물 섭취량이 좀더 오래 지속되는 것을 확인할 수 있으며, 이는 여성이 남성에 비해 노화가 더디며, 수명이 긴 이유를 설명할 수 있는 근거가 될 수 있다. 특히 흡연자가 비흡연자에 비해서 물 섭취량이 조기에 줄어든다는 것은 그만큼 항상성에 대한 노쇠가 흡연자에서 일찍 이루어진다는 것을 의미할 수 있다. 나이가 많을수록 물을 적게 마시는 것은 노인에서 탈수와 건강위험을 증가시킬 수 있으므로 주의가 필요하다.

이 논문의 한계는 혈장 삼투압과 혈장량을 측정하지 않았다는 점이다. 갈증 중추에 중요한 영향을 끼치는 두 인자가 국민건강영양조사에서 측정되지 않았기 때문에 이에 대한 영향을 직접 평가할 수 없었다. 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다. 그리고 물 섭취량에 대해서는 설문으로 조사되었기 때문에 개인에 따라 정확성에 차이가 있을 수 있다. 그리고 다른 음료수는 배제하고 단지 물(생수, 보리차, 결명자차, 옥수수차 등)에 대해서만 설문이 이루어졌기 때문에 다른 음료수를 주로 음용할 경우 수분 섭취량이 정확하지 않을 수 있다. 그리고 단지 목이 말라서 마시는 경우도 있지만, 목이 마르지 않지만 건강을 위해서 추가로 마시는 경우도 있기 때문에 개개인의 편차는 1컵에서 20컵 이상까지 커질 수 밖에 없다. 수분 섭취량에 영향을 주는 요인과 건강영향에 대한 추가 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. Verbalis JG. Disorders of body water homeostasis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2003;**17**:471-503.
2. Stricker EM, Sved AF. Thirst. *Nutrition* 2000;**16**:821-6.
3. Daniels MC, Popkin BM. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review. *Nutr Rev* 2010;**68**:505-21.
4. Ruth JL, Wassner SJ. Body composition: salt and water. *Pediatr Rev* 2006;**27**:181-7; quiz 8.
5. Perrier E, Vergne S, Klein A, Poupin M, Rondeau P, Le Bellego L, *et al*. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br J Nutr* 2013;**109**:1678-87.
6. Electrolytes IoMPoDRIf, Water. *DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. Washington, DC: National Academy Press; 2005.
7. Lee E, Kim EH. Effects of Tailored Water Drinking on the Orthostatic Hypotension in the Elderly. *Korean J Adult Nurs* 2014;**26**:341-51.
8. Jordan J, Shannon JR, Black BK, Ali Y, Farley M, Costa F, *et al*. The pressor response to water drinking in humans: a sympathetic reflex? *Circulation* 2000;**101**:504-9.
9. Jordan J. Effect of water drinking on sympathetic nervous activity and blood pressure. *Curr Hypertens Rep* 2005;**7**:17-20.
10. Sports drinks and energy drinks for children and adolescents: are they appropriate? *Pediatrics* 2011;**127**:1182-9.
11. Sawka MN, Latzka WA, Matott RP, Montain SJ. Hydration effects on temperature regulation. *Int J Sports Med* 1998;**19** Suppl 2:S108-10.
12. Sawka MN, Cheuvront SN, Carter R. Human water needs. *Nutr Rev* 2005;**63**:S30-S9.
13. Raman A, Schoeller DA, Subar AF, Troiano RP, Schatzkin A, Harris T, *et al*. Water turnover in 458 American adults 40-79 yr of age. *Am J Physiol Renal Physiol* 2004;**286**:F394-401.
14. Ferreira-Pego C, Guelinckx I, Moreno LA, Kavouras SA, Gandy J, Martinez H, *et al*. Total fluid intake and its determinants: cross-sectional surveys among adults in 13 countries worldwide. *Eur J Nutr* 2015;**54** Suppl 2:35-43.
15. Phillips PA, Bretherton M, Risvanis J, Casley D, Johnston C, Gray L. Effects of drinking on thirst and vasopressin in dehydrated elderly men. *Am J Physiol* 1993;**264**:R877-81.
16. Roebuck J. When Does" Old Age Begin?: The Evolution of the English Definition. *J Soc Hist* 1979;**12**:416-28.
17. Ensrud KE, Ewing SK, Taylor BC, Fink HA, Cawthon PM, Stone KL, *et al*. Comparison of 2 frailty indexes for prediction of falls, disability, fractures, and death in older women. *Arch Intern Med* 2008;**168**:382-9.
18. Morley JE, Malmstrom TK, Miller DK. A simple frailty questionnaire (FRAIL) predicts outcomes in middle aged African Americans. *J Nutr Health Aging* 2012;**16**:601-8.
19. Muckelbauer R, Libuda L, Clausen K, Toschke AM, Reinehr T, Kersting M. Promotion and provision of drinking water in schools for overweight prevention: randomized, controlled cluster trial. *Pediatrics* 2009;**123**:e661-7.
20. Robertson GL. Thirst and vasopressin function in normal and disordered states of water balance. *J Lab Clin Med* 1983;**101**:351-71.
21. Thompson CJ, Bland J, Burd J, Baylis PH. The osmotic thresholds for thirst and vasopressin release are similar in healthy man. *Clin Sci (Lond)* 1986;**71**:651-6.
22. Kant AK, Graubard BI, Atchison EA. Intakes of plain water, moisture in foods and beverages, and total water in the adult US population--nutritional, meal pattern, and body weight correlates: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999-2006. *Am J Clin Nutr* 2009;**90**:655-63.

23. Park S, Sherry B, O'Toole T, Huang Y. Factors associated with low drinking water intake among adolescents: the Florida Youth Physical Activity and Nutrition Survey, 2007. *J Am Diet Assoc* 2011;**111**:1211-7.
24. Pintar KD, Waltner-Toews D, Charron D, Pollari F, Fazil A, McEwen SA, *et al*. Water consumption habits of a south-western Ontario community. *J Water Health* 2009;**7**:276-92.
25. Stachenfeld NS. Hormonal changes during menopause and the impact on fluid regulation. *Reprod Sci* 2014;**21**:555-61.
26. Rad M, Kakoie S, Niliye Brojeni F, Pourdamghan N. Effect of Long-term Smoking on Whole-mouth Salivary Flow Rate and Oral Health. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2010;**4**:110-4.
27. Rehrer N, Burke L. Sweat losses during various sports. *Aust J Nutr Diet* 1996;**53**:S13-6.
28. Latzka WA, Montain SJ. Water and electrolyte requirements for exercise. *Clin Sports Med* 1999;**18**:513-24.
29. Stachenfeld NS, DiPietro L, Nadel ER, Mack GW. Mechanism of attenuated thirst in aging: role of central volume receptors. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1997;**272**:R148-57.