

2015 한국 성인의 수분 섭취기준 설정

이재현¹ · 김선효^{2†}

이화여자대학교 융합보건학과,¹ 공주대학교 기술가정교육과²

Establishment of reference intake of water for Korean adults in 2015

Lee, Jae-Hyun¹ · Kim, Sun-Hyo^{2†}

¹Department of Health Convergence, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

²Department of Technology and Home Economics Education, Kongju National University, Gongju 32588, Korea

ABSTRACT

Purpose: This review was performed to establish a reference intake of water for Korean (KDRI-water) adults in 2015 by examining current knowledge of the relationship between water intake and health and the general status of water intake and loss. We expect that this study will be utilized for further refinement of KDRI-water. **Methods:** Documents were searched using RISS, NDSL, DBPIA, CINAHL, and Pubmed with the keywords 'water intake, water supply, water ingestion, hydration, dehydration, water balance, and fluid balance'. **Results:** Water balance is essential for the maintenance of health. Based on this assumption, numerous studies have been performed to investigate the association of water intake with several diseases such as urolithiasis, obesity, diabetes, and cancer as well as other health problems, including constipation, cognition, and fetal weight. Effects of water intake for prevention or relief of these health problems vary. Water is supplied to the body by eating foods and drinking liquids such as plain water and beverages. Metabolic water is another source of water input. Water is lost through urine, skin, respiration, and feces. KDRI-water 2015 was set by adequate intake (AI) based on water intake volume, which was the sum of water intakes from foods and fluids reported by the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, with extra milk intake of 200 mL. AIs in some age groups were modified considering their estimated energy requirements. **Conclusion:** Accurate data of water intake is critically important for the establishment of KDRI-water. Therefore, improvement of systems investigating water intake is required, and more studies on the status of water intake and loss in Korean people are needed for definite KDRI-water establishment.

KEY WORDS: dietary reference intake, water, water intake, water loss, health

서 론

수분은 체중에서 가장 많은 비율을 차지하는 성분으로 체중의 45~75%를 차지하며, 이 비율은 연령, 성별, 체성분 구성 등의 영향을 받는다. 연령에 따라 체중에 대한 수분 비율은 신생아 75%, 성인남녀 60~65%, 노인남녀 45~50%이다.¹ 체내 수분의 약 2/3는 세포 내에 분포하며, 나머지 약 1/3은 간질액, 혈장, 임파액, 기타 체액의 형태로 세포 외에 분포한다. 수분은 혈액의 주요 성분으로서 영양소와 노폐물을 운반하며, 체내 각종 생화학적 반응의 용매로서 작용한다. 또한 땀의 형태로 체온 조절 기능을 수행하며, 각종 소화액의 구성 성분으로서 음식물을 소화시키고, 혈액·점액의

형태로 관절과 내장기관이 부드럽게 움직일 수 있도록 윤활제 역할을 한다. 그 밖에 수분은 뇌척수액, 임신부의 양수 등에서 체내 기관과 태아를 보호하는 역할도 수행한다.²

이와 같이 수분은 인체의 생리작용을 위해 필수적인 요소로서 매일 체중의 $\pm 0.2\%$ 내의 좁은 범위에서 조절되고 있다.^{2,3} 수분균형은 수분 손실과 수분 섭취로 이루어지는데 건강한 사람들은 매일의 일상에서 생리적으로 수분균형을 잘 유지한다. 수분 섭취는 음식 중의 수분과 물과 음료를 포함하는 액체 수분으로 이루어지며, 수분 손실은 소변, 대변과 함께 호흡과 피부를 통한 불감손실을 통해 이루어진다.⁴ 수분 섭취량이 많고 적음에 따라 소변의 수화 지표나 수분 조절 관련 호르몬에서 뚜렷한 차이를 보여도 혈

Received: February 6, 2017 / Revised: February 21, 2017 / Accepted: March 24, 2017

[†]To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-41-850-8307, e-mail: shkim@kongju.ac.kr

© 2017 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

장 삼투질 농도에서는 차이가 없다는 연구 보고는⁵ 인체가 면밀한 생리적 기전을 통해 혈액 농도를 일정하게 유지하고 있음을 잘 보여준다. 그러나 어떠한 이유로 수분균형이 깨져 체내 수분이 지나치게 부족하게 되면 인체는 탈수반응을 보이게 되며, 심한 경우 사망에까지 이를 수 있다. 체내 총수분량의 2%가 감소하면 갈증을 느끼고, 2~4% 감소하면 근육 피로가 쉽게 유발되며 운동기능과 인지기능이 저하된다. 10% 이상이 손실되면 치명적인 기관 손상 및 임상적인 쇼크가 와서 생명이 위협받으며, 15~20% 이상의 손실로 탈수가 더 심해지면 사망에 이를 수 있다.⁶⁻⁸

사고에 의한 출혈, 조난에 의한 수분 공급 차단, 질병에 의해 지속되는 구토와 설사 등이 아니라면 탈수는 일반적으로 운동 상황에서 발생하기 쉽다. 마라톤과 같이 장시간 고강도의 운동 중에는 발한과 호흡에 의해 시간당 2~3 L에 달하는 수분이 급격하게 손실될 수 있으며 시합 후에는 체중의 약 2~8% 정도의 탈수상태가 되고 직장 온도는 38~40°C 정도까지 상승하게 된다.⁹ 일반적으로 심한 운동을 하면서 땀을 다량 흘리게 되면 혈액량이 감소되어 정맥 혈류량이 줄어든다. 이로 인해 심박출량은 감소되고 심장 박동은 증가되어 운동능력, 특히 지구성 운동능력이 감소된다. 동시에, 수분을 체내에 보유하기 위해 땀 분비가 억제되면서 체온이 상승하는 결과가 초래된다. 그 밖에도 다양한 연구들에서 체중의 1~4%에 해당하는 수분 손실만으로도 운동 기술의 정확도와 속도, 자세의 안정성, 공간지각 능력 등이 감소된다고 보고되었다.⁸ 최근에는 선수들뿐만 아니라 만성적으로 체중 1~2%에 해당하는 경미한 탈수상태를 경험하는 작업생활자들에 대해서도 연구가 늘어나고 있으며 이러한 상태가 건강, 생리기능, 인지기능, 수행력에 미치는 영향에 대해 관심이 커지고 있다. 뿐만 아니라 만성적인 탈수나 수분 섭취 부족은 다양한 질병 및 증상과 관련이 있는데 요로결석, 비만, 당뇨병, 암 등과의 연관성이 장기간 연구되어 왔다.

이와 같이 신체 구성 및 건강과 밀접한 관계를 가지는 수분의 섭취기준을 설정하기 위해 충분섭취량을 적용하고 있다.⁴ 일반적으로 건강인의 일상생활에서 수분이 과잉 또는 부족하게 섭취되더라도 체액의 항상성 기전에 의해 비교적 쉽게 보완되고, 활동 수준 · 환경 조건 · 대사량에 따라 수분 필요량이 크게 달라지며, 필요량 설정의 근거 자료로 활용할 만한 문헌도 충분하지 않기 때문에 수분은 충분섭취량으로 제시하고 있다. 또한, 건강한 사람에게 있어서 수분의 만성적인 과량 섭취 사례나 그 유해 작용이 보고된 바가 거의 없어서 수분의 상한섭취량은 설정하지 않고 있다. 본 연구는 국내의 자료들을 근거로 수분 섭취와 건강과의 관계, 수분 섭취량 및 배설량 실태를 좀 더 구체적으로

살펴보고 2015 한국인 수분 섭취기준 설정 과정을 제시하여 앞으로 더 정교한 수분 섭취기준 설정을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

연구방법

체계적 총설 작성 방법 적용

본 연구에서 2015 한국인 영양소 섭취기준 제정 원칙에 따라 체계적 총설 (systematic review) 방법을 적용해 문헌을 수집·분석하였고 문헌 분석 결과를 수분 섭취기준 설정에 적용하였다. 문헌 수집을 위한 검색어 선정은 수분 섭취 급원, 수분 영양상태, 수분 영양 상태에 대한 판정지표, 수분 섭취 부족에 따른 건강문제에 관한 분석틀을 만들고 이를 바탕으로 실시하였다.⁴

문헌 검색 및 자료의 평가

2015 한국인 영양소 섭취기준에서 수분 섭취기준 설정을 위한 문헌 검색은 2008년 이후 발간된 논문을 중심으로 국내 엔진 및 국외 엔진을 모두 사용하여 실시하였다. 국내 엔진으로는 한국교육학술정보원 (RISS), 국가과학기술전자도서관 (NDSL), DBpia를 사용하였으며, 한국어 조합 (수분 섭취, 액체 섭취, 음료 섭취, 체액균형, 수분균형)과 영어 조합 (water intake, water supply, water ingestion, hydration, dehydration, water balance, fluid balance)을 검색어로 입력하였다. 국외 엔진은 CINAHL, Pubmed를 사용하였다. 원저 논문은 개입연구, 코호트 연구, 코호트 내 환자-대조군 연구 디자인에 해당하는 논문을 선정하였고, 고찰 논문은 체계적 고찰 연구와 메타 분석 연구를 선정하여 검토하였다. 단, 영양소 섭취기준 제정에 중요한 자료로 사용될 수 있다고 판단되는 경우에는 환자-대조군 연구와 단면연구도 포함시켰다.

이를 통해 총 1,465편 (국내 279편, 국외 1,186편)의 논문을 검색하였고, 초록 검토과정을 거쳐 54편 (국내 5편, 국외 49편)의 논문을 선정하였고, 이 후 본문검토를 통해 원저 33편 (국내 5편, 국외 28편), 고찰 10편 (국외 10편)을 최종 검토 논문으로 선정하였다. 선정한 문헌 내용들을 검토한 결과, 최신 연구들의 주제가 주로 수분 섭취와 질병 혹은 운동수행과 관련된 내용들에 집중되어 있어서 수분 섭취기준 설정에 직접 활용할 수 있는 논문이 매우 부족하였다. 따라서 기존 한국인 영양섭취기준의 수분 섭취기준 제정 혹은 제외국의 수분 섭취기준 제정에 사용된 문헌을 포괄적으로 2015 한국인 영양소 섭취기준의 수분 섭취기준 설정에 추가로 활용하였다.⁴ 한편, 2015 한국인 영양소 섭취기준의 수분 섭취기준 설정 후 수분 섭취와 건강과의 관계,

수분 섭취량, 수분 배설량에 관한 문헌을 추가로 수집·분석하여 본 연구의 고찰에 활용하였다.

결과 및 고찰

수분 섭취와 건강

수분은 사고와 질병 또는 극심한 운동 상황에서 경험하는 탈수가 아닌 일상생활에서 장기간 지속되는 경미한 탈수상태도 건강, 생리적 기능, 인지 기능 등에 영향을 미칠 수 있을 뿐만 아니라 다양한 질병과도 관련이 있을 수 있다고 보고되어 왔다.¹⁰ 수분 섭취가 몇몇 질병들과 증상들에 미치는 영향 혹은 관련성에 대해 Table 1에 제시하였다.

신장결석 (kidney stone)/요로결석 (urolithiasis)

Dai 등¹¹은 신장결석 유병률이 높은 중국 광저우를 중심으로 신장결석 위험 요인과 관련된 식이 습관을 조사한 결과, 남자의 경우 하루 500 mL 미만의 액체 섭취에 비해 2,000 mL 이상의 액체 섭취가 신장결석에 대한 유의한 예방효과가 있다고 보고하였다 (OR = 0.57). Popkin 등¹²도 그의 종설 논문에서 증가된 액체 섭취 및 수화 상태가 낮은 요로결석증의 재발율과 관련이 있다고 하였다. Manz와 Wentz¹³ 또한 2001년과 2004년 사이 13개의 관련 병역학 보고들 중 11개가 양호한 수화상태와 낮은 요로결석증 재발률 사이의 유의한 관계를 보여주었다고 하였다. 이러한 보고들을 종합해 볼 때 양호한 수분 섭취 및 그로 인한 수화 상태가 신장결석 및 요로결석에 대해 긍정적인 영향을 준다고 할 수 있다.

비만 (obesity)

몇몇 연구자들은 식사 전에 물을 섭취하는 것은 포만감을 증가시키고 음식 섭취량을 줄임으로써 과체중이나 비만인 사람들이 그들의 체중을 관리하는 데 도움을 준다고 하였다.^{14,15} 미국 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 조사된 연구에서도 물을 섭취하는 (평균 1.53 L/일 섭취) 사람들은 그렇지 않은 사람들보다 1일 194 kcal가 더 적은 에너지를 섭취한다고 하였으며,¹⁶ 식사 전에 물을 섭취하는 것이 섭취하지 않는 것보다 체중 감소가 더 크거나 식사 섭취 열량이 더 적다고 보고하였다.^{14,15} Stookey 등¹⁷도 성인 여성들의 12개월 식이 중재 기간 동안 물 섭취 증가가 체중 감소 증가와 관련이 있었다고 하였다. 그러나 Kant 등¹⁸은 비만 정도가 음료 섭취나 총수분섭취와는 양의 관계를 보였으나 물 섭취와는 관계가 없었다고 하였다. 따라서 수분 섭취는 대체로 비만 예방이나 체중관리에 도움을 준다고 볼 수 있으나, 물 섭취량보다는 단 음료 섭취량이 비만과

더 관련이 있는지에 대한 심층적인 연구가 이루어질 필요가 있다고 하겠다.

고혈당증 (hyperglycemia)/당뇨 (diabetes)

질병에 대한 음료의 유의미한 영향은 당뇨병 발병 위험 연구에서도 나타나는데 Pan 등¹⁹은 82,902명의 여성을 대상으로 조사한 결과 물 섭취는 제2형 당뇨병 위험과 유의한 관계가 없다고 한 반면 1회 분량의 가당음료를 1컵의 물로 대체하는 것은 제2형 당뇨병 발병 위험을 7~8%, 커피나 우유로 대체하는 것은 12~17% 감소시키는 것과 관련 있다고 하였다. 반면에 Roussel 등²⁰은 3,615명의 중년 남녀를 대상으로 조사한 결과 물 섭취가 고혈당증 발병위험과 독립적인 역의 관련성이 있었다고 보고하였으며 하루에 500 mL 미만의 물을 섭취하는 것과 비교해 500~1,000 mL의 물 섭취는 고혈당증 발병 위험이 0.68배로 낮고, 1,000 mL 이상의 물 섭취는 0.79배로 낮다고 하였다.

방광암 (bladder cancer)/대장암 (colorectal cancer)

수분 섭취와 암의 관련성에 대해서는 주로 방광암이나 대장암에 대한 연구가 수행되어 왔는데 이에 대한 결과는 일치하지 않는다. Geoffroy-Perez와 Cordier²¹는 총액체섭취와 방광암 위험 사이에 유의한 관계를 볼 수 없다고 하였다. 그러나 Altieri 등²²은 그의 종설 논문에서, 음료 섭취와 방광암의 관련성에 대한 연구들이 일치된 결과를 보이지 않는다고 하면서도 감소된 음료 섭취로 인해 노 속에 발암 물질의 농도가 높아지고 이러한 물질들이 장시간 방광점막과 접촉되는 결과를 초래할 수 있다고 하였다.

한편, 수분 섭취와 대장암과의 관계에 대해 Simons 등²³은 남녀에서 총액체섭취량과 대장암이 관련이 없다고 하였다. 또한 Altieri 등²²은 생리적 관점에서 물 섭취가 대장 통과시간 (bowel transit time)을 감소시킴으로써 대장암 발병에 대한 보호효과가 있을 수 있음을 제시하면서도 여전히 수분 섭취와 암의 관련성에 대한 연구들이 제한적이라 명확한 결론을 내리기 어렵다고 하였다.

변비 (constipation)

수분 섭취가 충분하지 못할 경우 변비가 발생된다고 일반적으로 인식되어 변비를 치료하기 위해 수분 섭취가 종종 권장되곤 한다. 그러나 연구들은 음료 섭취의 증가가 저수화 상태에 있는 경우에만 효과가 있고 수화 상태가 양호한 대상자들에게는 효과가 거의 없다고 보고하고 있다.²⁴ Cuomo 등²⁵은 기능적 소화불량과 이차적으로 변비를 가지고 있는 21명을 대상으로 전향적 연구를 실시한 결과, 탄산수 섭취 후에는 주관적 변비 점수가 감소되었으나 물 섭

Table 1. The relationship between water intake and health

Health problem	Subjects	Findings	References
Urolithiasis, kidney stone	n = 1,019, newly diagnosed kidney stone patients/ n = 987, healthy control subjects	Enough fluid drinking (> 2,000 mL/d) showed a significant protective effect against kidney stone in men (OR = 0.57).	Dai et al., 2013 ¹¹
	review	There was a strong evidence that increased fluid intake and hydration status reduces stone recurrence.	Popkin et al., 2010 ¹²
	review	11 of 13 epidemiological reports showed a significant association between favorable hydration status and lower stone recurrence rate.	Manz and Wentz, 2005 ¹³
Obesity	MF, 61.3 y, n = 24 (7 men / 17 women), overweight and obese adults	13% reduction of meal energy intake in water preload condition, compared with the no-preload condition.	Davy et al., 2008 ¹⁴
	F, 25 ~ 50 y, n = 173, pre-menopausal overweight women	Increasing daily water consumption in overweight women was associated with increased weight loss, during a 12 month dietary intervention.	Stookey et al., 2008 ¹⁷
	MF, 55 ~ 75 y, n = 48	Consumption of water prior to hypo-caloric meals led to greater weight loss than a hypo-caloric diet alone in 12 weeks.	Dennis et al., 2010 ¹⁵
	MF, > 18 y, n = 4,755, 1999 ~ 2001 NHANES	Water consumers consumed 194 fewer kcal/d than those did not drink water.	Popkin et al., 2005 ¹⁶
	MF, ≥ 20 y, n = 4,112, NHANES 2005 ~ 2006	Body mass index (BMI) showed positive associations with beverage moisture and total water (p < 0.01) but not with plain water.	Kant et al., 2009 ¹⁸
Hyperglycemia, diabetes	F, 26 ~ 45 y, n = 82,902, Nurses' Health Study II	· Plain water intake was not significantly associated with risk of type 2 diabetes (T2D). · Substitution of 1 cup plain water/d for 1 serving sugar-sweetened beverages (SSB) or fruit juices/d was associated with 7% and 8% lower risk of T2D. · Substitution of coffee or milk for SSBs or fruit juices was associated with a 12 ~ 17% significant reduction in risk.	Pan et al., 2012 ¹⁹
	MF, middle-aged, n = 3,615	Self-reported water intake was inversely and independently associated with the risk of developing hyperglycemia.	Roussel et al., 2011 ²⁰
Bladder cancer	n = 765, cases/ n = 765 matched controls	The results do not support the relationship between total fluid consumption and bladder cancer risk.	Geoffroy-Perez and Cordier, 2001 ²¹
	review	· The results on the relationship between fluid consumption and bladder cancer risk are inconsistent. · A decreased fluid intake could result in a greater concentration of carcinogens in the urine or in a prolonged time of contact with the bladder mucosa.	Altieri et al., 2003 ²²
Colorectal cancer	55 to 69 y, n = 120,852	Total fluid intake was not associated with colorectal cancer risk in either men or women.	Simons et al., 2010 ²³
	review	Fluid intake may reduce colon cancer risk by decreasing bowel transit time and reducing mucosal contact with carcinogens.	Altieri et al., 2003 ²²
Constipation	F, 18 ~ 20 y, n = 3,835, Japanese dietetic students	· Neither dietary fiber intake nor intakes of total water and water from fluids were associated with constipation. · Low intake of water from foods was associated with an increasing prevalence of constipation.	Murakami et al., 2007 ²⁶
Cognition	review	Mild dehydration produces alterations in a number of important aspects of cognitive function such as concentration, alertness and short-term memory in children, young adult and in the oldest adults. However, mild dehydration does not appear to alter cognitive functioning in a consistent manner.	Popkin et al., 2010 ¹²
Fetal weight	F, ≥ 18 y, n = 2,039, pregnant women, n = 1,854, live births	High water intake may be associated with higher mean birth weight following adjustment for confounding.	Wright et al., 2010 ²⁸

MF: males and females, F: females, y: years

취 후에는 어떠한 효과도 없었고 두 음료 모두 장기능 개선에는 유의한 효과가 없었다고 하였다. 한편, Murakami 등²⁶은 3,835명의 18~20세 젊은 여성들을 대상으로 조사한 결과 식이섬유나 총수분, 액체 수분 모두 변비와 관련이 없으나 낮은 음식 수분 섭취는 변비 유병률의 증가와 관련이 있다고 하였다.

인지 기능 (cognition)

Popkin 등¹²은 가벼운 탈수 (mild dehydration)로도 아동, 젊은 성인 및 고령자들에게서 집중, 각성, 단기 기억과 같은 다양한 인지 기능들의 변화를 초래할 수 있다고 하였으나 그 인지기능 변화가 일관되게 나타나지는 않는다고 하였다. 또한 일련의 연구들에서 경미한 탈수의 영향으로 일관되게 보고되는 것은 피로, 혼란, 화, 활력과 같은 주관적인 기분들과 관련된 것이라고 하였으며 탈수의 유발 조건, 예를 들어 하루 종일 수분 섭취를 박탈하여 탈수를 유발하거나 실내 혹은 더운 야외에서 운동을 통해 탈수가 유발되는 조건들에 따라 인지 기능에 미치는 영향이 다를 수 있음을 지적하였다. 한편, Benton²⁷은 탈수가 인지 기능에 미치는 영향에 관한 연구가 매우 적으며 탈수와 관련하여 피로, 체온 증가 등과 같은 교란 요인들이 잘 통제되지 않아 확실한 결론을 내리기 어렵다고 하였다.

태아 체중 (fetal weight)

Wright 등²⁸은 2,039명의 임신부와 1,854명의 신생아들을 대상으로 조사한 결과 임신 중 높은 물 섭취량이 출생시 높은 체중과 관련이 있는 것으로 보인다고 하였다. 임신 20~24주에서 산모의 물 섭취량을 4분위로 나누어 비교하였을 때 상위 1, 2, 3집단의 조정된 신생아 체중이 물을 가장 적게 섭취하는 하위 1집단과 비교해 각각 50, 39, 27 g 더 많이 나가는 것으로 나타났으며 이 상위 세 그룹의 부당 경량아 (small for gestational age)에 대한 상대적 위험률 (relative risk)은 1보다 낮았다.

수분 섭취 및 배설 실태

수분 섭취 실태

수분은 물과 다양한 음료를 총칭하는 액체와 음식에 포함된 수분으로 섭취되며 이들을 합산하여 1일 총수분섭취량을 산출할 수 있다. Table 2에 다양한 연구들에서 보고한 총수분섭취량, 물, 음료, 물과 음료를 포함하는 액체 수분량 및 음식수분량을 제시하였으며 이를 순서대로 살펴보고자 한다. 먼저 총수분섭취량을 보고한 연구들을 보면, Jéquier와 Constant²가 유럽식품안전청 자료를 바탕으로 1일 수분섭취량이 2,550 mL/일 (음료 1,575 mL, 음식수

분 675 mL, 대사수 300 mL)라고 하였으며, Gibson과 Shirreffs²⁹는 영국 성인의 1일 총수분섭취량이 2,270 g/일이라고 하였다. 유럽식품안전청⁷은 1일 평균 총수분섭취량을 남자 2,200~2,600 mL/일, 여자 1,900~2,400 mL/일이라고 보고한 바 있다. 이에 비해 Kant 등¹⁸은 미국 성인의 1일 총수분섭취량이 3,180 mL/일이라고 보고하면서 이 중 33%는 물로, 48%는 음료로 섭취된다고 하였다. Murakami 등²⁶은 18~20세 일본 여성의 1일 총수분섭취량이 4,186 kJ (1,000 kcal)당 1,028 g이라고 하였다. 국내 총수분섭취량을 조사 보고한 자료는 매우 드문 실정인데 Lee 등³⁰이 발표한 자료를 이용하여 산정해 보면 전체 평균 2,414 g/일 (남자: 2,465 g/일, 여자: 2,239 g/일)이 된다. 그러나 저자들이 지적한 바와 같이 국민건강영양조사에서 물 섭취량은 식품섭취빈도로 조사되었기에 24시간 회상법으로 조사된 음료 및 음식 수분 섭취량과 합산한 1일 총수분섭취량 산정에는 주의를 요한다. 한편, 계절에 따른 수분섭취 양상의 변화를 살펴보면 큰 차이가 없거나³¹ 여름에 수분 섭취가 늘어나는 경향을 보이는데,³² 이것은 주로 물이나 음료 등 액체 수분 섭취에서 기인하며 음식 수분 섭취는 오히려 겨울에 늘어나는 경향을 보였다.

총수분섭취량을 구성하는 요소별로 보다 구체적으로 살펴보면, 2008~2012년 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 보고된 자료에서 한국 성인의 물 섭취량 중앙값이 남녀 모두 30~40대에서 가장 높고 (남자: 1,017.0 g/일, 여자: 778.8 g/일) 75세 이상에서 가장 낮은 것으로 나타났다 (남자: 779 g/일, 여자: 398 g/일).⁴ 그러나 2008~2010년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 200 mL 용량의 컵 수로 하루 평균 물 섭취 수준을 보고한 다른 연구³³에서는 남자의 경우 연령대가 높아질수록 물 섭취량이 감소하는 경향을 보였으나 평균 수치들이 6.1~6.6컵의 범위 안에서 큰 차이가 없었고, 여자는 20대가 4.8컵으로 가장 높고, 30, 40, 50~60대 초반은 4.5컵으로 동일하였다. Lee 등³⁰ 또한 2008~2012년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 물 섭취량을 보고하였는데 그 평균값이 20대가 1,564 mL/일로 다른 연령대에 비해 월등히 많고, 65세 이상에서는 1,098 mL/일을 섭취하여 연령이 증가함에 따라 물섭취량이 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 한편, Kim³⁴은 20대 초반 성인을 대상으로 3일간의 액체 수분 섭취 실태 조사 분석을 통해 남녀 각각 물 섭취량 평균이 790.9 ± 24.6 mL/일, 583.5 ± 18.8 mL/일이라고 보고하였다.

한편, 음료는 물에 비해 에너지 섭취량에 기여하는 바가 크지만 섭취하는 양은 물 섭취량에 비해 적은 것으로 조사되었다. 2015 한국인 영양소 섭취기준⁴에서 참조한 국민건강영양조사의 음료 섭취량 중앙값을 보면 남자의 경우 30

Table 2. Water intake in healthy adults

Subjects	Total water intake	Plain water	Beverages	Plain water+Beverage	Water in foods	Reference
review	2,550 mL/d (metabolic water: 300 mL/d)			1,575 mL/d	675 mL/d	Jéquier and Constant, 2010 ²
MF, 19 ~ 64 y, n = 1,724, UK	2,270 g/d (M 2,533, F 2,059)	278 g/d (M 242, F 306)	1,428 g/d (M 1,674, F 1,229)	1,706 g/d (M 1,918, F 1,536)	564 g/d (M 615, F 523)	Gibson and Shirreffs, 2013 ²⁹
MF, ≥ 20 y, n = 4,112, US	3,180 mL/d (M 3,467, F 2,897)	M 1,044, F 1,079 mL/d	M 1,783, F 1,298 mL/d		M 641 mL/d, F 520 mL/d	Kant et al., 2009 ¹⁸
F, 18 ~ 20 y, n = 3,835, Japan	1,028 g/4,186 kJ			654 g/4,186 kJ	374 g/4,186 kJ	Murakami et al., 2007 ²⁶
F, 22 ~ 60 y, n = 27, Netherlands	Summer: 2.4 mL/d Winter: 2.5 mL/d					Westerterp et al., 2005 ³¹
MF, < 19 y or ≥ 20 y, n = 892, Greece	Summer 3,875 mL/d (M 4,120, F 3,658) Winter: 2,892 mL/d (M 2,813, F 2,774)	Summer: 2,225 mL/d (M 2,458, F 2,016) Winter: 1,352 mL/d (M 1,426, F 1,277)	Summer: 860 mL/d (M 934, F 783) Winter: 716 mL/d (M 748, F 712)	Summer: 3,142 mL/d (M 3,429, F 2,891) Winter: 2,154 mL/d (M 2,269, F 2,037)	Summer: 560 mL/d (M 561, F 629) Winter: 656 mL/d (M 608, F 681)	Malisova et al., 2013 ³²
MF, ≥ 19 y, n = 25,122, Korea		19 ~ 29 y: 1,564 mL/d 30 ~ 49 y: 1,245 mL/d 50 ~ 64 y: 1,218 mL/d 65+ y: 1,098 mL/d	19 ~ 29 y: 456 mL/d 30 ~ 49 y: 445 mL/d 50 ~ 64 y: 395 mL/d 65+ y: 296 mL/d		19 ~ 29 y: 592 mL/d 30 ~ 49 y: 717 mL/d 50 ~ 64 y: 762 mL/d 65+ y: 621 mL/d	Lee et al., 2016 ³⁰
MF, 19 ~ 64 y, n = 15,312, Korea		(median value, g/d) 19 ~ 29 y: M 975.2, F 765.6 30 ~ 39 y: M 1,017.0, F 778.8 40 ~ 49 y: M 1,003.4, F 774.2 50 ~ 64 y: M 928.5, F 764.1	(median value, g/d) 19 ~ 29 y: M 34.0, F 23.5 30 ~ 39 y: M 104.9, F 15.2 40 ~ 49 y: M 90.5, F 16.3 50 ~ 64 y: M 44.4, F 11.9			MHWK and KNS, 2015 ⁴
MF, 20 ~ 64 y, n = 14,428, Korea		*1 cup = 200 mL 20 ~ 29 y: M 6.6, F 4.8 cups 30 ~ 39 y: M 6.4, F 4.5 cups 40 ~ 49 y: M 6.2, F 4.5 cups 50 ~ 64 y: M 6.1, F 4.5 cups				Kim and Yang, 2014 ³³
MF, 20.9 y (avg.), n = 357, Korea		M 790.9 mL/d, F 583.5 mL/d		M 1,526.4 mL/d, F 1,151.5 mL/d		Kim, 2009 ³⁴
MF, 30 ~ 79 y, n = 382, Korea			· 30 ~ 49 y: M 169.0, F 28.7 mL/d · 50 ~ 64 y: M 92.5, F 32.4 mL/d · 65 ~ 79 y: M 56.1, F 16.6 mL/d Total: M 91.8, F 25.8 mL/d			Kim and Yu, 2001 ³⁵
MF, 19 ~ 60 y, n = 476, Korea				19 ~ 23 y: 1,391.3 mL/d, water > alcoholic drinks > soft drinks > milk 24 ~ 60 y: 1,281.9 mL/d, water > alcoholic drinks > milk > soft drinks, coffee		Kim and Ahn, 1987 ³⁷
MF, ≥ 18 y, n = 16,276, 13 countries				1.98 L/d (Mexico: 1.81/ Brazil: 2.22/ Argentina: 2.30/ Spain: 1.90/ France: 1.56/ UK: 2.32/ Germany: 2.47/ Poland: 1.64/ Turkey: 2.21/ Iran: 1.92/ China: 1.76/ Indonesia: 2.28/ Japan: 1.50)		Guelinckx et al., 2015 ³⁶

M: males, F: females, MF: males and females, y: years, avg.: average

대가 104.9 g/일로 가장 높았고, 여자의 경우 20대가 23.5 g/일로 가장 높았다. Lee 등³⁰은 2008~2012 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 한국 성인이 1일 평균 396 g/일 (남자 426 g, 여자 370 g)의 음료를 섭취하고 있으며, 이는 1일 에너지 섭취량의 10%에 해당한다고 하였다. 음료 또한 연령대가 높아질수록 섭취량이 줄어드는 경향을 보였으며 이는 통계적으로 유의하였다. 30~79세 성인을 대상으로 한 Kim과 Yu³⁵의 연구에서는 남자에서 연령이 높아짐에 따라 음료 섭취량이 줄어드는 경향을 보였으나 여자는 50~64세가 30~49세나 65~79세보다 음료 섭취량이 많은 것으로 보고하였다. 남자의 총음료섭취는 91.8 mL/일로서 여자 25.8 mL/일보다 월등히 많았으며 전체 평균은 45.7 mL/일이었다. 이러한 수치는 미국 (남자: 1,783, 여자: 1,298 mL/일)¹⁸이나 영국 (남자: 1,674, 여자: 1,229 g/일)에 비해 현저히 적은 수치이며, 일본 (1.2 L/일)이나 중국 (0.8 L/일)에 비해서도³⁶ 적게 섭취하는 수준이었다.

물과 음료를 합한 총액체섭취량을 보면 20대 젊은 성인의 경우 남자 1,526.4 mL/일, 여자 1,151.5 mL/일로 보고된 바 있으며,³⁴ Kim과 Ahn³⁷은 대학생 1,391.3 mL/일, 일반 성인 1,281.9 mL/일로 액체섭취량을 보고하면서 대학생은 물 > 주류 > 탄산음료 > 우유 순으로, 일반 성인은 물 > 주류 > 우유 > 탄산음료 및 커피 순으로 액체를 많이 마신다고 하였다. 13개국의 나라를 대상으로 수분 섭취 실태를 조사한 연구에서 대부분의 나라들이 우리나라와 마찬가지로 다른 음료에 비해 물을 가장 많이 마시고 있지만 일본과 영국은 물보다 뜨거운 음료 (hot beverages)를 많이 마시는 것으로 보고되었다.³⁶ 최근 우리나라는 액상 식품 섭취가 크게 늘어나고 있는데 특히 커피는 주당 섭취 빈도가 11.99회로서 탄산음료 0.97회, 과일주스 0.59회와도 큰 차이를 보였다. 성별 차이를 보면, 남자가 여자에 비해 음료 섭취가 많고 특히 주류에 있어서는 4배가 많은 것으로 보고되었다.³⁸

음식 수분 섭취량은 우리나라에서 아직까지 식품 섭취 조사를 통해 수분 섭취량을 정확히 산출하지 못하고 있어 에너지필요추정량에 한국인 일상식 (물과 음료 제외) 수분 함량비 (0.53 mL/kcal)³⁹를 곱해 산출하고 있는 실정이다. 미국 국민건강영양조사 자료를 이용한 연구²⁰에 따르면 음식수분섭취량이 남자는 641 mL/일, 여자는 520 mL/일였으며, 영국 성인을 대상으로 한 연구에서도²⁹ 남자 615 g/일, 여자 523 g/일로 비슷하였다. 한편, 18~20세의 일본 여성을 대상으로 한 연구에서는 4,186 kJ (1,000 kcal) 당 374 g의 음식수분을 섭취한다고 하였다.²⁶ 이러한 가운데 Lee 등³⁰이 국민건강영양조사 (2008~2012) 자료를 이용하여 분석한 한국인의 음식 수분 섭취는 전체 평균 697 g/일 (남자 697 g/일, 여자 610 g/일)이었으며 50~64세가 762 g/일로

가장 높고, 19~29세가 592 g/일로 가장 낮았다.

수분 배설 실태

Table 3에 다양한 연구를 통해 보고된 총수분배설량과 이를 구성하는 소변, 대변, 그 밖에 피부와 호흡을 통한 불감손실량을 정리하였다. Jéquier와 Constant²에 따르면 1일 총수분배설량은 2,550 mL이며, 이 중에서 소변을 통한 수분 손실이 1,600 mL로 가장 많고, 대변에 포함되어 배출되는 양이 200 mL 정도이며, 나머지 750 mL는 피부와 호흡을 통해 배출이 된다. 이와 같은 총수분배설량은 2,550 mL의 총수분섭취량 (음료 1,575 mL, 음식 수분 675 mL, 대사수 300 mL)과 균형을 이룬다. 또 다른 문헌에서는 체내 수분이 피부 (350 mL)와 호흡기 (350 mL)를 통한 불감성 손실, 땀 (100 mL), 대변 (100 mL), 소변 (1,400 mL) 등으로 배설되고, 이는 음식 및 음료를 통한 수분 섭취 (2,100 mL)와 대사수 (200 mL)를 합한 1일 총 2,300 mL의 수분섭취량과 균형을 이룬다고 하였다.⁴⁰ 한편, Westerterp 등³¹은 자가보고된 수분섭취량이 중수소 제거 방법 (deuterium elimination method)으로 측정된 수분 손실량보다 600 mL 정도 낮았는데 이는 대사수나 대기 교환 (atmospheric exchange)으로부터의 수분 유입에 의해 설명될 수 있다고 하였다. 이들은 또한 계절에 따른 총수분배설량의 차이도 보고하였는데 네덜란드 여자 성인을 대상으로 측정한 이들 연구³¹에서는 여름의 수분배설량이 겨울과 큰 차이를 보이지 않았으나, 그리스에서 실시한 다른 연구³²에서는 겨울보다 여름에 1,000 mL/일 정도 더 많은 양의 수분이 배출되는 것으로 나타났다. 여름의 수분 배출이 늘어나는 이유 중의 하나로 여름의 높은 대기온도 때문에 증가하는 발한량을 들고 있으며 특히 겨울보다 여름에 신체활동량이 늘어나는 것도 발한량을 더욱 증가시키는 요인으로 제시하고 있다.

국내에 수분 배설 실태에 관한 연구는 많지 않으며 그나마 소변에 의한 배설량 조사에 집중되어 있다. 20대 여성의 노배설량이 889~1,037 mL/일,⁴¹ 608~763 mL/일,³⁹ 1,152~1,120 mL/일⁴²으로 보고된 바 있다. 그리고 26~57세 농촌을 대상으로 조사한 연구에서는 소변량이 1,342 mL/일라고 하였으며,⁴³ 20~59세 성인을 대상으로 조사한 한 연구에서는 남자 평균 노배설량이 1,357 mL/일, 여자 평균 노배설량이 1,326 mL/일로, 남녀 평균은 1,336 mL/일이라고 하였다.⁴⁴

가장 변동이 크고 양적으로도 중요한 수분 손실 경로는 땀샘과 신장을 통한 배출인데 이러한 수분의 손실은 음식과 수분 섭취, 환경적 조건, 신체활동 등에 따라 큰 차이를 보일 수 있다.^{31,40} Perrier 등⁵은 25~40세 여성을 대상으로 조사한 결과, 수분 섭취량이 적은 집단의 하루 소변량은 1.0 L였는데 반해 수분섭취량이 많은 집단의 소변량은

Table 3. Water output in healthy adults

Subjects	Total water output	Urine	Stool	Insensible loss	Reference
review	2,550 mL/d	1,600 mL/d	200 mL/d	750 mL/d (skin 450 mL/d, respiration 300 mL/d)	Jéquier and Constant, 2010 ²
F, 22 ~ 60 y, n = 27, Netherlands	Summer: 3.1 L/d Winter: 3.0 L/d				Westerterp et al., 2005 ³¹
MF, < 19 or ≥ 20 y, n = 892, Greece	Summer: 3,635 mL/d (M 3,760, F 3,545) Winter: 2,637 mL/d (M 2,562, F 2,675)				Malisova et al., 2013 ³²
F, 24 y (avg.), n = 8, Korea		889 ~ 1,037 mL/d			Koo, 1987 ⁴¹
F, 20's, n = 21, Korea		608 ~ 763 mL/d			Park, 1988 ³⁹
F, 20's, n = 15, Korea		1,152 ~ 1,120 mL/d			Kim, 2004 ⁴²
F, 40 y (avg.), n = 30, Korea		1,342 mL/d			Rhie et al., 1990 ⁴³
MF, 20 ~ 59 y, n = 205, Korea		M 1,357, F 1,326, Total 1,336 mL/d			Son et al., 2007 ⁴⁴
MF, 25 ~ 40 y, n = 71, France		Low drinkers vs. High drinkers 24-hour urine volume: 1.0 vs 2.4 L/d			Perrier et al., 2013 ⁵
MF, 40 ~ 79 y, n = 458, US		40 ~ 49 y: M 2.09, F 2.05 L/d 50 ~ 59 y: M 2.00, F 2.27 L/d 60 ~ 69 y: M 2.45, F 2.27 L/d		40 ~ 49 y: M 1.61, F 1.11 L/d 50 ~ 59 y: M 1.53, F 0.65 L/d 60 ~ 69 y: M 1.00, F 0.49 L/d	Raman et al., 2004 ⁴⁵

M: males, F: females, MF: males and females, y: years, avg.: average

2.4 L였다고 하였다. Raman 등⁴⁵이 40~79세 미국 성인을 대상 (n = 458)으로 조사한 결과를 보면 연령에 따른 소변량의 차이도 보이는데 40대에 비해 60대에 소변량이 많은 양상을 보였다. 그러나, 불감손실량의 경우, 남녀 모두 40대 (남자: 1.61 L/일, 여자: 1.11 L/일)에 가장 높고 이후 감소하면서 60대에 가장 낮은 것으로 (남자: 1.00 L/일, 여자: 0.49 L/일) 나타났다.

앞에서 언급한 바와 같이 이러한 수분 배설과 관련한 연구들이 국내에서 매우 부족한 실정이며 인체가 필요로 하는 적정 수분 섭취량에 대한 생리적 근거를 마련하기 위해서라도 더 많은 연구가 필요하리라 본다.

수분 섭취기준 설정 방법

2015 한국인 영양소 섭취기준⁴에서 수분 섭취기준은 전체 연령군에서 수분 필요량에 근거한 충분섭취량 (adequate intake, AI)으로 설정하였다 (Fig. 1). 또한 수분의 경우 섭취기준은 다른 영양소와 달리 섭취 급원과 식생활을 반영해 액체 수분 (fluid water)과 총수분 (total water)으로 나누어 각각의 충분섭취량을 제시한다. 액체 (fluids)란 물 (drinking water)과 음료 (beverage)를 합해서 말하는 것이다. 6~75세의 경우 수분 필요량은 수분 섭취량으로 추정하고 있다.⁴⁶ 수분 섭취량은 음식으로 섭취한 수분량에 물과 음료를 합한 액체로 섭취한 수분량을 합해서 구한다. 미국/캐나다 영양소 섭취기준에서도 수분 섭취기준 설정 시 수

분 필요량에 근거한 충분섭취량으로 제시하고 수분 필요량은 음식이나 물, 음료에서 섭취하는 양으로 추정하고 있다.⁴⁷ 한편, 1~5세나 임신부, 수유부의 수분 섭취기준은 생애주기별 특성을 반영하여 구한다. 영아 0~5개월의 수분 섭취는 모유에 의존하므로 모유를 통한 수분 섭취량을 총 수분섭취량으로 보아야 한다. 영아 6~11개월에는 주로 모유와 수분 함량이 높은 보충식으로 수분을 섭취하므로 모유와 보충식을 통한 수분 섭취량을 총수분섭취량으로 보아야 한다. 1~5세의 유아는 성인보다 국물 섭취량이 적은 점 등 식사 내용이 다른 점을 반영해야 한다. 임신부는 임신에 따른 추가 에너지양으로 수분 섭취량이 증가하게 되므로 이점을 고려해야 한다. 수유부는 모유를 통한 수분 손실량이 발생하므로 일반 성인 여자보다 모유 생성에 필요한 수분을 추가해 주어야 한다.⁴

한국인의 음식 수분 섭취량에 관한 대규모 조사 자료는 아직 없는 실정이다. 이는 우리나라 식품성분표가 음식 중 건더기 식재료 위주의 영양소 함량을 제시하고 국물을 제외하고 있기 때문이다. 또한 국물이 많은 음식인 국, 물김치, 죽, 찌개 등의 수분 함량 자료가 없어서 이들로 섭취한 수분을 액체 수분 섭취량에 포함시키지 못하고 음식 수분 섭취량에 추정해서 포함시키고 있는데 이런 문제점에 대해서는 추후 보완이 이루어질 필요가 있다. 일본은 음식 수분 섭취량을 액체인 우유, 주스, 스프, 물의 섭취량을 제외한 나머지 음식에서 섭취한 수분량으로 구하고 있어,²⁶

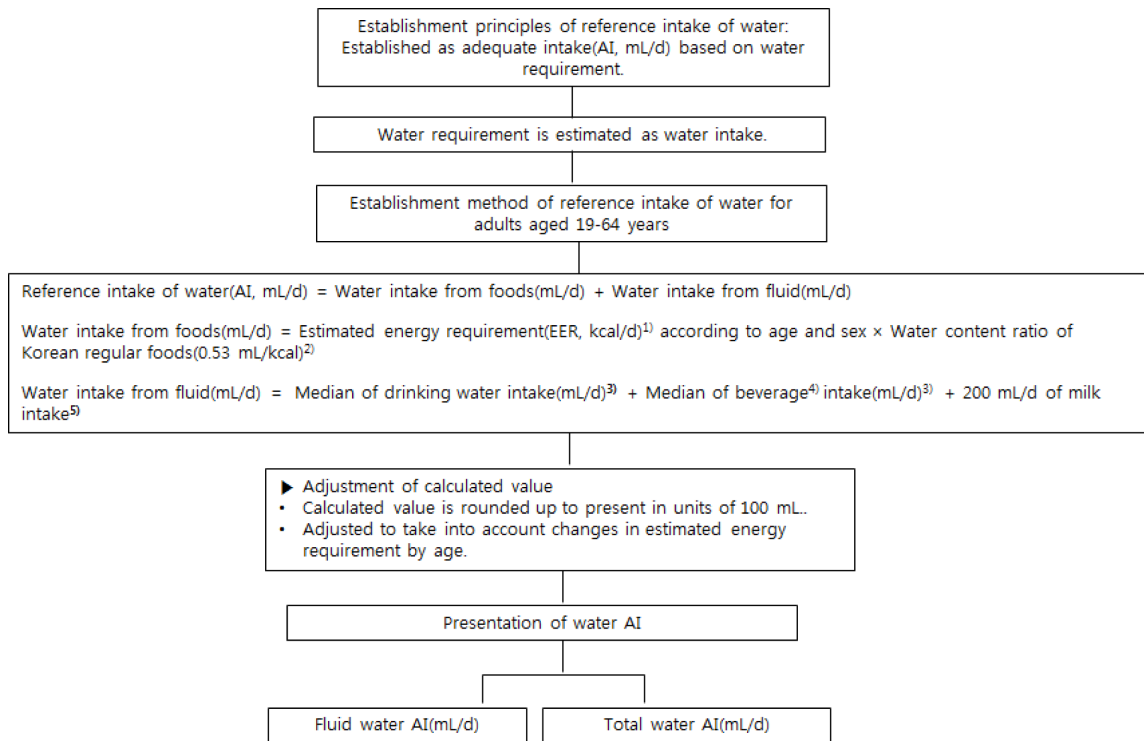


Fig. 1. Establishment method of reference intake of water for Korean adults

1) Ministry of Health and Welfare of Korea, The Korean Nutrition Society, 2015⁴ 2) Park, 1988³⁹ 3) Korea Centers for Disease Control & Prevention, 2008~2012⁴⁸ 4) It refers to 'beverage and alcohol' reported in Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008~2012⁴⁸ 5) Intake of 'beverage and alcohol' in Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008~2012⁴⁸ does not include milk intake, so adds 200 mL of milk intake in order to recommend milk intake.

우리나라보다 수분 섭취량을 좀 더 정확하게 파악하고 있다. 따라서 2015 한국인 영양섭취기준에서는 음식 수분 섭취량을 추정하기 위해 일부 인체대사 연구에서 부수적으로 분석한 한국인 상용음식의 수분 함량 자료를 외삽하는 방법을 적용하였다. 한국인 일상식 (물, 음료 제외)의 수분 함량비는 0.53 mL/kcal로 보고되었다.³⁹ 따라서 한국인의 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량 (estimated energy requirement, EER)⁴에 한국인 일상식 (물과 음료 제외)의 수분 함량비인 0.53 mL/kcal를 곱해 구한다.

액체 수분 섭취량은 국민건강영양조사 2008~2012⁴⁸의 물 섭취량 중앙값에 음료 섭취량 중앙값을 합한 후 우유 섭취량 200 mL를 더해서 구한다. '음료'는 국민건강영양조사에서는 '음료 및 주류'로 되어 있으나 수분 섭취기준 설정 시 통상적으로 이를 '음료'로 표기하고 있어 본 연구에서도 '음료'로 표기하였다. 따라서 음료에 주류가 포함되어 있다고 보면 된다. 그런데 국민건강영양조사의 '음료' 섭취량에 일부 음료 (우유, 액상발효유, 천연과일주스, 두유 등)가 포함되지 않아 실제 액체 수분 섭취량을 반영하지 못하고 있는 문제점이 있다. 이를 일부 참작하여 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 2010 한국인 영양섭취기준⁴⁶에서와 마

찬가지로 우유 섭취를 권장하는 의미에서 6세부터 액체 수분 섭취량 산출시 우유 섭취량 200 mL/일을 더해주었다. 최근 남미, 유럽, 아시아를 포함한 13개 국가의 성인에 대한 연구에서도³⁶ 액체 수분 섭취량을 산출하기 위해 물 (수돗물 포함), 우유, 뜨거운 음료 (커피, 차, 기타), 주스, 탄산음료, 주류 및 기타 음료를 대상으로 하였다.

한편, 수분은 장기적으로 과잉 섭취시 나트륨 농도가 135 mmol/L 미만인 저나트륨혈증 (hyponatremia)이 유발된다. 이때 세포외액의 나트륨 농도 저하로 인해 세포외액이 세포내로 이동하므로 세포 특히 뇌세포의 팽창을 초래하여 두통, 메스꺼움, 구토 등을 일으키고, 근육경련, 발작이 일어나고 혈압이 떨어지며 심하면 혼수 및 사망에 이른다.⁴⁹ 저나트륨혈증은 자발적으로 수분을 과잉 섭취하는 심리질환자나 홍수 등 사회조건, 지구력 운동선수 등에서 관찰되기도 한다. 단기적으로는 인체에서 신장이 배설할 수 있는 최대능력에 해당하는 수분량은 0.7~1.0 L/시간으로서 한계가 있으므로, 그 이상 수분을 섭취할 경우 위해 가능성이 나타날 수 있음을 배제할 수 없으나 위해 증거에 관한 보고는 제한적이다. 정상식사를 하는 건강한 사람이 수분을 만성적으로 과량 섭취했을 때 체내에서 유해작용

이 발생되었다는 보고는 거의 없으므로 수분은 상한섭취량을 설정하지 않는다.⁴⁷ 이는 사람은 수분 섭취량을 기온에 따라 조절하며 수분 섭취량에 맞춰 수분 배설량을 조절하는 자가 능력을 가지고 있기 때문이다.^{2,12} 2015 한국인 영양소 섭취기준에서도 수분의 상한섭취량을 설정하지 않았다.

한국 성인의 수분 섭취기준 산출

우리나라 성인의 수분 섭취기준은 위에서와 같이 수분 섭취량을 기준으로 충분섭취량으로 설정하며 액체 수분 섭취기준, 총수분 섭취기준으로 나누어 제시한다. 수분 섭취량은 음식 수분 섭취량에 액체 수분 섭취량을 더해서 산출한다. 20대 남자의 음식 수분 섭취량은 20대 남자의 예

Table 4. Fluid water intake of adults based on Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008 ~ 2012¹⁾

Age (years)	Number of subjects	50th percentile			Milk intake ³⁾ (g/d)
		Drinking water intake (g/d)	Beverage intake (g/d)	Fluid water intake ²⁾ (g/d)	
Males					
19 ~ 29	653	975.2	34.0	1,009.2	+200
30 ~ 49	2,160	1,017.0	104.9	1,121.9	+200
50 ~ 64	1,172	928.5	44.4	972.9	+200
Females					
19 ~ 29	877	765.6	23.5	789.1	+200
30 ~ 49	2,804	778.8	15.2	794.0	+200
50 ~ 64	1,152	764.1	11.9	776.0	+200

1) Korea Centers for Disease Control & Prevention. 2008~2012⁴⁸ 2) It is sum of median of drinking water intake and median of beverage intake. 3) Intake of 'beverage and alcohol' in Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008~2012⁴⁸ does not include milk intake, so adds 200 g/d of milk intake in order to recommend milk consumption from 6 years of age.

Table 5. Calculation of reference intake of water of Korean adults

Category	Calculation	Adequate intake (AI, mL/d)	
		Fluid water	Total water
	AI of water (mL/d) = Water intake from foods (mL/d)* + Water intake from fluid (mL/d)** * Water intake from foods (mL/d) = Estimated energy requirement (EER, kcal/d) ¹⁾ according to age ¹⁾ × Water content ratio of Korean regular foods (0.53 mL/kcal) ²⁾ ** Water intake from fluid (mL/d) = Median of drinking water intake (mL/d) ³⁾ + Median of beverage intake (mL/d) ³⁾ + 200 mL/d of milk intake	-	-
Males			
19 ~ 29 y	AI = (2,600 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 975 mL + 34 mL + 200 mL ≅ 1,400 mL + 1,200 mL ≅ 2,600 mL/d	1,200	2,600
30 ~ 49 y	AI = (2,400 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 1,017 mL + 105 mL + 200 mL ≅ 1,300 mL + 1,300 mL ≅ 2,600 mL/d → 2,500 mL/d Considering that the EER of male aged 30 ~ 49 y is 200 kcal/d lower than that of the male aged 19 ~ 29 y, the AI is lowered by 100 mL/d and thus the fluid water intake is adjusted from 1,300 mL/d to 1,200 mL/d.	1,200	2,500
50 ~ 64 y	AI = (2,200 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 929 mL + 44 mL + 200 mL ≅ 1,200 mL + 1,200 mL ≅ 2,400 mL/d → 2,200 mL/d Considering that the EER of male aged 50 ~ 64 y is 400 kcal/d lower than that of the male aged 19-29 y, the AI is lowered by 200 mL/d and thus the fluid water intake is adjusted from 1,200 mL/d to 1,000 mL/d.	1,000	2,200
Females			
19 ~ 29 y	AI = (2,100 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 766 mL + 24 mL + 200 mL ≅ 1,100 mL + 1,000 mL ≅ 2,100 mL/d	1,000	2,100
30 ~ 49 y	AI = (1,900 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 779 mL + 15 mL + 200 mL ≅ 1,000 mL + 1,000 mL ≅ 2,000 mL/d AI = (1,800 kcal/d × 0.53 mL/kcal) + 764 mL + 12 mL + 200 mL ≅ 1,000 mL + 1,000 mL ≅ 2,000 mL/d → 1,900 mL/d	1,000	2,000
50 ~ 64 y	Considering that the EER of female aged 50 ~ 64 y is 300 kcal/d lower than that of the female aged 19 ~ 29 y, the AI is lowered by 100 mL/d and thus the fluid water intake is adjusted from 1,000 mL/d to 900 mL/d.	900	1,900

y: years

1) Ministry of Health and Welfare of Korea, The Korean Nutrition Society, 2015⁴ 2) Park, 1988³⁹ 3) Korea Centers for Disease Control & Prevention, 2008~2012⁴⁸

너지필요추정량 (estimated energy requirement, EER)인 2,600 kcal/일⁴에 한국인 일상식 (물과 음료 제외)의 수분 함량비인 0.53 mL/kcal³⁹를 곱해 1,378 mL/일로 추정하였다. 액체 수분 섭취량은 20대 남자의 경우 국민건강영양조사⁴⁸의 이 연령군에 해당하는 물 섭취량 중앙값 975.2 mL/일에 음료 섭취량 중앙값 34.0 mL/일 (Table 4)을 합해 1,009.2 mL/일로 산출하였다. 그런데 음료에 우유가 포함되지 않아 20대 남자의 1일 액체 수분 섭취량은 위에서 구한 우유를 제외한 액체 수분 섭취량 1,009.2 mL/일에 우유 섭취량 200 mL를 더해 1,209.2 mL/일로 산출하였다. 따라서 음식 수분 섭취량과 최종적으로 구한 액체 수분 섭취량을 합한 총수분섭취량은 2,587.2 mL/일로 산출되었다. 이들을 다듬어 액체 수분 충분섭취량은 1,200 mL/일로, 총수분 충분섭취량은 2,600 mL/일로 제시하였다 (Table 5). 수치를 다듬는 (rounding) 과정에서 총수분 충분섭취량 및 액체 수분 충분섭취량은 반올림해서 100 mL 단위로 맞춰주었다. 19~64세 성인 남녀에 대한 다른 연령군에서도 20대 성인 남자와 같은 방식으로 수분 섭취기준을 산출하였다. 그런데 수분 섭취기준 산출에 영향력이 큰 인자인 에너지필요추정량의 연령 변화를 고려하여 일부 연령군 (남자 30~49세와 50~64세, 여자 50~64세)에서 총수분 충분섭취량을 조정해주었고 이에 따라 총수분 충분섭취량에서 감해진 값만큼을 액체 수분 충분섭취량에 반영해서 조정해주었다.

이상에서 수분 섭취기준인 충분섭취량은 수분 섭취량에 근거해 설정하므로 음식 수분 섭취량과 액체 수분 섭취량을 정확히 조사해야 한다. 그러나 현재의 국내 조사 방법은 한국인이 상용하는 음식과 특히 국물 음식의 수분 섭취량을 정확하게 반영하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 이유로 현재 음식 수분 섭취량은 에너지필요추정량에 한국인 일상식 수분 함량비를 곱해 산출하고 있어 실제 음식 수분 섭취량과 차이가 있는 문제점이 있다. 또한 액체 수분 섭취량 산출시 근거가 되는 물과 음료 섭취량은 국민건강영양조사 자료를 활용하고 있는데 동자료에서 ‘음료 및 주류’ 섭취량에는 일상적인 음료의 상당 부분이 포함되어 있지 않아서, 한국인의 ‘음료 및 주류’ 섭취량이 과소평가되는 문제점이 있다.

따라서 수분 섭취기준을 정확히 설정하기 위해서는 식품성분표의 국물음식 중 수분 함량이 기존의 식재료 위주에서 국물까지 포함하여 제시되도록 보완될 필요가 있으며, 국민건강영양조사 활용 연구를 포함하여 다양한 음료 섭취 실태 조사 연구가 수행될 필요가 있다. 또한 19~64세 성인 남녀에 대한 수분 섭취기준은 성인의 연령군별 에너지필요추정량 변화를 고려하여 조정해주고 있어 정확한 기준이 되지 못할 우려가 있으므로, 연령별 수분 섭취기준

을 정확히 산출할 수 있도록 뒷받침하는 기초 연구가 수행될 필요가 있다. 이밖에도 수분 섭취가 질병과 다양한 건강 문제들에 미치는 영향들을 밝혀서 건강증진 및 질병예방 관리에 적용할 필요가 있다고 생각한다.

References

1. Fomon SJ. Body composition of the male reference infant during the first year of life. *Pediatrics* 1967; 40(5): 863-870.
2. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64(2): 115-123.
3. Adolph EF. Physiological regulations. Lancaster (PA): Jaques Cattell Press; 1943.
4. Ministry of Health and Welfare (KR); The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2016.
5. Perrier E, Rondeau P, Poupin M, Le Bellego L, Armstrong LE, Lang F, Stookey J, Tack I, Vergne S, Klein A. Relation between urinary hydration biomarkers and total fluid intake in healthy adults. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(9): 939-943.
6. Park TS, Kim EK. The living nutrition of contemporain. 2nd ed. Paju: Kyomunsa; 2011.
7. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA J* 2010; 8(3): 1459.
8. Hillyer M, Menon K, Singh R. The effects of dehydration on skill-based performance. *Int J Sports Sci* 2015; 5(3): 99-107.
9. Cheuvront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med* 2001; 31(10): 743-762.
10. Armstrong LE. Challenges of linking chronic dehydration and fluid consumption to health outcomes. *Nutr Rev* 2012; 70 Suppl 2: S121-S127.
11. Dai M, Zhao A, Liu A, You L, Wang P. Dietary factors and risk of kidney stone: a case-control study in southern China. *J Ren Nutr* 2013; 23(2): e21-e28.
12. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev* 2010; 68(8): 439-458.
13. Manz F, Wentz A. The importance of good hydration for the prevention of chronic diseases. *Nutr Rev* 2005; 63(6 Pt 2): S2-S5.
14. Davy BM, Dennis EA, Dengo AL, Wilson KL, Davy KP. Water consumption reduces energy intake at a breakfast meal in obese older adults. *J Am Diet Assoc* 2008; 108(7): 1236-1239.
15. Dennis EA, Dengo AL, Comber DL, Flack KD, Savla J, Davy KP, Davy BM. Water consumption increases weight loss during a hypocaloric diet intervention in middle-aged and older adults. *Obesity (Silver Spring)* 2010; 18(2): 300-307.
16. Popkin BM, Barclay DV, Nielsen SJ. Water and food consumption patterns of U.S. adults from 1999 to 2001. *Obes Res* 2005; 13(12): 2146-2152.
17. Stookey JD, Constant F, Popkin BM, Gardner CD. Drinking water is associated with weight loss in overweight dieting women independent of diet and activity. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16(11): 2481-2488.
18. Kant AK, Graubard BI, Atchison EA. Intakes of plain water, mois-

- ture 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(3): 655-663.
19. Pan A, Malik VS, Schulze MB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Plain-water intake and risk of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 2012; 95(6): 1454-1460.
 20. Roussel R, Fezeu L, Bouby N, Balkau B, Lantieri O, Alhenc-Gelas F, Marre M, Bankir L; D.E.S.I.R. Study Group. Low water intake and risk for new-onset hyperglycemia. *Diabetes Care* 2011; 34(12): 2551-2554.
 21. Geoffroy-Perez B, Cordier S. Fluid consumption and the risk of bladder cancer: results of a multicenter case-control study. *Int J Cancer* 2001; 93(6): 880-887.
 22. Altieri A, La Vecchia C, Negri E. Fluid intake and risk of bladder and other cancers. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57 Suppl 2: S59-S68.
 23. Simons CC, Leurs LJ, Weijenberg MP, Schouten LJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA. Fluid intake and colorectal cancer risk in the Netherlands Cohort Study. *Nutr Cancer* 2010; 62(3): 307-321.
 24. Arnaud MJ. Mild dehydration: a risk factor of constipation? *Eur J Clin Nutr* 2003; 57 Suppl 2: S88-S95.
 25. Cuomo R, Grasso R, Sarnelli G, Capuano G, Nicolai E, Nardone G, Pomponi D, Budillon G, Ierardi E. Effects of carbonated water on functional dyspepsia and constipation. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2002; 14(9): 991-999.
 26. Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Takahashi Y, Hosoi Y, Itabashi M; Freshmen in Dietetic Courses Study II Group. Association between dietary fiber, water and magnesium intake and functional constipation among young Japanese women. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(5): 616-622.
 27. Benton D. Dehydration influences mood and cognition: a plausible hypothesis? *Nutrients* 2011; 3(5): 555-573.
 28. Wright JM, Hoffman CS, Savitz DA. The relationship between water intake and foetal growth and preterm delivery in a prospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2010; 10(1): 48.
 29. Gibson S, Shirreffs SM. Beverage consumption habits “24/7” among British adults: association with total water intake and energy intake. *Nutr J* 2013; 12(1): 9.
 30. Lee KW, Shin D, Song WO. Total water intake from beverages and foods is associated with energy intake and eating behaviors in Korean adults. *Nutrients* 2016; 8(10): 617.
 31. Westerterp KR, Plasqui G, Goris AH. Water loss as a function of energy intake, physical activity and season. *Br J Nutr* 2005; 93(2): 199-203.
 32. Malisova O, Bountziouka V, Panagiotakos DB, Zampelas A, Kapsokefalou M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in Greece. *J Hum Nutr Diet* 2013; 26 Suppl 1: 90-96.
 33. Kim J, Yang YJ. Plain water intake of Korean adults according to life style, anthropometric and dietary characteristic: the Korea National Health and Nutrition Examination Surveys 2008-2010. *Nutr Res Pract* 2014; 8(5): 580-588.
 34. Kim SH. A survey on dietary behaviors and liquid consumptions of university students in Kongju of Chungnam province in Korea. *Korean J Nutr* 2009; 42(4): 327-337.
 35. Kim IS, Yu HH. Diet qualities by sex and age of adults over thirty years old in Jeon-ju area. *Korean J Nutr* 2001; 34(5): 580-596.
 36. Guelinckx I, Ferreira-Pêgo C, Moreno LA, Kavouras SA, Gandy J, Martinez H, Bardosono S, Abdollahi M, Nasser E, Jarosz A, Ma G, Carmuega E, Babio N, Salas-Salvado J. Intake of water and different beverages in adults across 13 countries. *Eur J Nutr* 2015; 54 Suppl 2: 45-55.
 37. Kim IS, Ahn HS. Beverage consumption patterns of inhabitants in Seoul. *Korean J Nutr* 1987; 20(4): 281-288.
 38. Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea Health Statistics 2014: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-2). Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2015.
 39. Park YS. Effects of dietary factors on urinary sodium excretion and establishing simplifies method to estimate salt intake [dissertation]. Seoul: Seoul National University; 1988.
 40. Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology. 11th edition. Philadelphia (PA): Elsevier Saunders; 2006.
 41. Koo JO. Effects of dietary protein and calcium on protein and calcium metabolism in Korean women [dissertation]. Seoul: Seoul National University; 1987.
 42. Kim JH. Effect of supplemental zinc and dietary phytate on zinc metabolism in young and elderly Korean women using stable isotopes [dissertation]. Seoul: Seoul National University; 2004.
 43. Rhie SG, Lee DT, Kim HN, Kim AJ, Sung CJ. The comparison mineral intakes with serum lipids and minerals in some rural housewives. *J Korean Soc Food Nutr* 1990; 19(5): 411-417.
 44. Son SM, Park YS, Lim HJ, Kim SB, Jeong YS. Sodium intakes of Korean adults with 24-hour urine analysis and dish frequency questionnaire and comparison of sodium intakes according to the regional area and dish group. *Korean J Community Nutr* 2007; 12(5): 545-558.
 45. Raman A, Schoeller DA, Subar AF, Troiano RP, Schatzkin A, Harris T, Bauer D, Bingham SA, Everhart JE, Newman AB, Tyllavsky FA. Water turnover in 458 American adults 40-79 yr of age. *Am J Physiol Renal Physiol* 2004; 286(2): F394-F401.
 46. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. 1st revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
 47. Institute of Medicine (US). Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005.
 48. Korea Centers for Disease Control and Prevention. Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2008-2012)'s Certified [Internet]. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention [cited 2014 Feb 13]. Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>.
 49. Koo JO, Lim HS, Yoon JS, Lee AR, Seo JS, Lee JH, Sohn JM. Advanced nutrition. Seoul: Powerbook; 2013.