



한국 노인의 일일 수분섭취 상태에 따른 주요 만성질환 유병률 및 탈수 예측 생리적 지표 탐색 연구: 2015년 국민건강영양조사 결과를 바탕으로

홍현정¹ · 김나현²

¹영진전문대학 간호학과, ²계명대학교 간호대학

Exploratory Study of the Prevalence of Major Chronic Disease According to Daily Water Intake and Physiological Parameters related to Dehydration in Korean Elderly: Based on the Sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2015)

Hong, Hyunjung¹ · Kim, Nahyun²

¹Department of Nursing, Yeungjin College, Daegu; ²College of Nursing, Keimyung University, Daegu, Korea

Purpose: The aim of this study was to explore the prevalence of major chronic diseases related to daily oral water intake and to identify the physiological parameters related to dehydration in Korean elderly. **Methods:** The data were collected from the sixth Korea Health and Nutrition Examination Survey (KHANES), which was a nationwide and cross-sectional survey in 2015. We analyzed 1,392 participants using t-test and logistic regression. All participants were divided into the adequate water intake (AWI) group and the non-adequate water intake (NAWI) group based on the dietary reference intakes for Koreans. **Results:** There was a significant difference in the water intake between the AWI (6.8 cups in a day) and NAWI (2.8 cups) groups ($p < .001$). There was no statistically significant association between the level of water intake and any of the major chronic diseases. Blood urea nitrogen (BUN) and BUN/Creatinine (Cr) ratio were significantly higher in the NAWI group. Especially, BUN/Cr ratio shows that the NAWI group reached dehydration status. Older age (adjusted odd ratio, OR = 1.07, 95% confidence interval, CI [1.04-1.10]), female gender (adjusted OR = 1.56, 95% CI [1.05-2.33]), lower body mass index (BMI) (adjusted OR = 1.00, 95% CI [0.92-1.00]), higher BUN (adjusted OR = 1.04, 95% CI [1.01-1.08]), and higher urine specific gravity (USG) (adjusted OR = 1.56, 95% CI [1.19-2.05]) were factors associated with the NAWI group. **Conclusion:** The findings suggest that the level of water intake needs to be considered in relation to age, gender, BMI, BUN, and USG. These are sensitive physiological parameters used for predicting dehydration of the elderly according to their daily oral water intake. It would be helpful to develop strategies to prevent dehydration in elderly individuals and enhance their water intake.

Key Words: Chronic disease; Water intake; Dehydration; Physiological parameter; Aged

국문주요어: 만성질환, 수분섭취량, 탈수, 생리적 지표, 노인

Corresponding author: Kim, Nahyun

College of Nursing, Keimyung University, 1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu 42601, Korea
Tel: +82-53-580-3928 Fax: +82-53-580-3916 E-mail: drkim@kmu.ac.kr

* 이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2016R1D1A3B03934143).

* This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education (2016R1D1A3B03934143).

Received: February 21, 2018 Revised: March 17, 2018 Accepted: April 9, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

1. 연구의 필요성

수분은 세포 내외의 항상성을 유지하고 체온을 조절하는 기능을 하는 등, 인간 생명 유지를 위한 필수 불가결한 물질이며 노인에 있어 체중의 약 55%를 차지하는 신체의 주요 구성 성분이다[1]. 이러한 수분이 체내에서 부족해지는 총 체액량의 결핍 현상이 탈수이며 일반적으로 노인에게 흔하게 나타난다[2]. 탈수는 노인에게 있어 요로 결석과 변비, 기립성 저혈압, 인지기능 감소, 낙상과 같은 다양한 증상을 야기하며 호흡기와 관상동맥 질환, 뇌졸중과 같은 질환과의 관련성이 보고되고 있고 나아가 사망률 증가 및 낮은 삶의 질과의 관계도 알려지고 있다[2,3]. 또한 노인의 중환자실 이용률과 장단기 요양시설 사용률, 재입원 비율을 증가시키는 요인으로 작용하여 노년기에 지출되는 의료비용을 상승시키고 있다[4]. 연령 증가에 따라 대부분의 노인은 수분섭취 부족 상태에 빠지는 경향을 보이게 되는데[5], 이에 따른 신체 기능 저하 및 질병 발생 등의 부정적인 영향은 노인의 건강을 위협하는 일반적인 요소가 된다. 나아가 수분섭취량과 신기능에 대한 대규모 생존분석 결과 장기적으로 경구 수분섭취량이 적은 집단에 비해 수분섭취량이 충분한 집단에서의 생존율이 높다는 연구 결과도 제시되고 있다[6].

탈수 예방을 위한 기존의 간호중재 연구들은 대부분 물이나 차를 마시는 방법을 이용하여 평소보다 경구 수분섭취를 더 많이 하도록 격려하는 전략을 이용하고 있다[7-9]. 경구 수분섭취는 탈수를 예방하기 위해 필수적으로 충족되어야 하는 요소이지만 이를 노인 대상자에게 적용하는 경우 심장과 신장의 기능 이상을 동반하는 만성질환 여부를 확인하여야 한다. 노인 대상자들은 다른 연령군과 달리 만성질환의 유병률이 높고 이로 인해 수분섭취가 제한될 수 있으므로 경구 수분섭취를 격려하는 중재는 이러한 만성질환을 고려하여 제공하여야 한다. 그러나 최근 연구에서는 일부 만성질환과 수분섭취와의 관련성이 유의하지 않거나[5,10] 수분섭취 제한으로 인한 심부전 환자의 이득이 없고[11], 수분섭취량이 부족할 경우 만성 신질환의 유병률이 높거나[12] 사망률이 높은 것으로 조사되고 있다[6]. 그러므로 노인의 수분섭취 상태에 따른 대표적인 만성질환의 유병률을 살펴보고 경구 수분섭취가 효과적으로 적용될 수 있는 질환을 구별하여 중재의 방향을 설정할 필요가 있다.

탈수와 관련된 중재에 앞서 정확한 지표 활용을 통한 대상자 평가가 전제되어야 할 것인데 기존 국내의 연구들을 살펴보면 활용된 생리적 지표의 종류가 매우 다양한 상태임을 알 수 있다. 이에 대해서는 대상자의 탈수 상태 평가에 많은 종류의 생리적 지표가 일관성 없이 사용되기 때문에 결과를 잘못 해석하거나 증상에 의존하

여 탈수를 부정확하게 판단하는 문제가 발생할 수 있다는 지적이 있어왔다[13]. Stookey 등[14]은 생리적 지표가 무엇인지에 따라 노인의 탈수 비율이 0.5%에서 60%까지 다양하게 나타날 수 있으므로 타당도 있는 지표를 확인하여 수분섭취량을 결정할 필요성이 있다고 논의하였다. 탈수와 수분섭취에 관련된 국내 연구들에서 사용된 생리적 지표들을 살펴보면 간호중재의 평가를 위해 소변검사를 통한 요비중을 단독 지표로 사용하거나[7,15], 혈액 검사를 통해 Blood urea nitrogen/Creatinine (BUN/Cr) ratio와 혈청 나트륨을 확인하였고[9], 소변검사와 혈액 검사를 병행하여 BUN/Cr ratio, 요비중 및 색깔을 평가하기도 하였다[16]. 그리고 시설 노인의 탈수 예방관리를 위한 가이드라인 연구[8]에서는 요비중과 요산도, 요삼투압을 이용하는 등, 대부분의 연구들이 요검사를 통해 탈수 상태를 평가하고 있었다. 그러나 국외 연구에서는 요비중과 더불어 혈장 삼투압(serum osmolality) [17-19]을 이용한 경우가 많았고 이와 더불어 혈청 나트륨과 BUN/Cr ratio 또는 BUN, creatinine을 함께 살펴보거나[14,19] 헤모글로빈과 헤마토크리트를 추가로 포함한 연구도 있었다[20]. 소수의 연구에서는 혈압과 맥박의 변화 및 기립성 저혈압의 여부를 포함하기도 하였다. 따라서 여러 가지의 탈수 관련 생리적 지표 가운데 간호중재에 많이 이용되는 경구 수분섭취가 대상자에게 미치는 영향을 파악하기 위해서는 수분섭취량에 따라 민감하게 변화하는 생리적 지표가 무엇인지 확인할 필요가 있다. 이를 위해 경구 수분섭취를 충분히 하는 경우와 부족한 경우를 비교하여 차이를 나타내는 생리적 지표를 확인하는 것이 유용할 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 우리나라 노인들의 수분섭취 실태를 파악하고 수분섭취의 적절성에 따른 주요 만성질환과의 관련성을 분석하며 수분섭취 상태에 따라 민감한 변화를 보이는 생리적 지표들을 확인하여 탈수를 예측할 수 있는 지표들을 탐색해보고자 한다. 이를 위해 대규모 표본을 대상으로 일일 수분섭취 상태와 만성질환 유병률, 각종 생리적 지표의 자료를 제시하고 있으며 여러 가중치를 적용하여 표본의 대표성을 높이고 있는 국민건강영양조사 자료를 이용하여 분석을 실시하고자 한다. 국민건강영양조사의 검진조사 항목들 중 기존의 연구들을 통해 대상자의 탈수 상태 평가를 위해 사용되었던 지표들만을 선별하여 대상변수로 사용하였다. 이들 생리적 지표의 분석 결과를 통해 노인의 경구 수분섭취량과 밀접한 관계가 있는 만성질환을 확인하고 수분섭취 관련 간호중재 전략에 있어 주요하게 평가되어야 할 생리적 지표를 선별 제시하여 노인 대상의 수분섭취 중재에 대한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 한국 노인의 일일 수분섭취 상태에 따른 주요

만성질환의 유병률을 분석하고 수분섭취 적절 집단과 부적절 집단에서의 탈수 관련 생리적 지표의 결과를 비교하여 부적절한 수분섭취 상태를 예측하는 요인을 제시함으로써 노인의 탈수 예방을 위한 수분섭취 중재 간호에 대한 기초자료를 제시하는 것이다. 이를 위한 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 한국 노인의 일일 수분섭취 상태에 따른 일반적 특성과 건강 관련 특성의 차이를 파악한다.

둘째, 한국 노인의 일일 수분섭취 상태와 주요 만성질환 유병률의 관련성 정도를 파악한다.

셋째, 일일 수분섭취량이 적절한 노인과 부적절한 노인 집단의 탈수 관련 생리적 지표의 차이를 비교한다.

넷째, 노인의 일일 수분섭취 상태 적절성의 예측요인으로 이용할 수 있는 생리적 지표를 규명한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 일일 수분섭취량이 적절한 노인과 부적절한 노인 집단의 분류 비교를 통해 노인의 일일 수분섭취 상태에 따른 일반적 특성과 건강 관련 특성의 차이와 주요 만성질환 유병률과의 관련성을 확인하며 수분섭취 상태에 따른 지표의 변화량을 통해 탈수를 예측하는 생리적 지표를 확인하기 위한 단면적 서술적 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 질병관리본부의 국민건강영양조사 제 6기 조사 중 3차년도 2015년 자료 내용을 분석 대상으로 하였다. 제 6기 국민건강영양조사는 표본설계시점에서 가장 최근에 실시되었던 2010년 인구주택총조사 자료를 표본추출틀로 사용하였으며 표본크기는 총 576 조사구/11,520가구로, 연간 192개의 조사구를 선정한 후 각 조사구에서 20개의 가구를 표본으로 추출하여 3,840가구를 선정하였다. 시·도·동·읍·면 등의 행정구역 단위와 주택유형을 기준으로 하여 표본을 층화하고 학력과 주거면적 등은 내재적 층화기준으로 사용하여 대상자 표본이 전국을 대표하는 확률표본이 되도록 지역별 순환표본조사(rolling sampling survey) 방식으로 실시되었다. 제 6기 국민건강영양조사 3개년도의 참여율은 78.3%로 9,491가구/22,948명이 참여하였으며, 그 중 3차년도 2015년 참여율은 77.6%로 3,153가구/7,380명이 참여하였다. 3차년도 대상자 중 본 연구에 포함된 최종 분석 대상자는 65세 이상의 노인으로 제한된 1,392명이었다. 조사 자료는 건강 설문조사와 검진조사, 영양조사로 이루어져 있으며 본 연구에 이용된 분석 자료는 건강 설문조사에서 일반적 특성과 건강 관

련 특성을 추출하였고 각종 생리적 지표 결과는 검진조사, 일일 수분섭취량은 영양조사의 조사항목을 통해 수집되었다.

3. 연구 도구

1) 일반적 특성과 건강 관련 특성

일반적 특성으로는 나이와 성별을 포함하였으며 연령은 노화의 정도에 따른 변화 상태를 살펴보기 위해 10세 단위로 나누어 분석하였다. 현재 흡연 여부를 포함하였으며 알코올 섭취 상태를 섭취 안 함, 가끔, 규칙적으로 섭취함으로 나누어 살펴보았다. 체질량지수와 함께 좋음, 보통, 나쁨으로 분류한 주관적 건강인식을 포함하였다.

2) 일일 경구 수분섭취 상태

노인의 일일 경구 수분섭취 상태는 국민건강영양조사의 영양조사 부분 중 식품섭취 부분의 일일 물섭취량을 이용하였다. 해당 질문은 '하루에 물(생수, 보리차, 결명자차, 옥수수차 등)을 얼마나 섭취하십니까?'이며 답변자는 200 mL 기준 1컵으로 하루 몇 컵을 섭취하는지 답변하게 된다. 보건복지부와 한국영양학회에서 제시하고 있는 2015 한국인 영양소 섭취 기준[2] 중 수분의 총분섭취량에서 음식물 형태의 수분섭취를 제외한 액체 수분 기준을 참고하였다. 이에 따르면 일일 수분섭취 기준은 남성 1,000 mL, 여성 900 mL 이나 국민건강영양조사의 원조사 자료가 1컵 200 mL를 기준으로 제시하고 있으므로 5컵 기준의 1,000 mL를 적절한 일일 수분섭취의 기준으로 하였다. 기존 관련 연구[5]와 대상자의 일일 수분섭취량을 기준으로 1,000 mL 이상일 때 적절수분섭취(adequate water intake, AWI), 미만일 때 부적절수분섭취(non-adequate water intake, NAWI) 상태의 집단으로 분류하였다.

3) 주요 만성질환

국민건강영양조사의 건강설문조사 조사영역 중 '이환' 영역에서는 25개 만성질환에 대해 의사의 진단 여부를 질문하고 있다. 이 중 근골격계와 호흡, 피부질환 계통, 암 등의 영역을 제외하고 수분섭취와 관련 있는 순환기와 신장질환 영역을 우선 선정하였다. 그리고 국내의 국민건강영양조사 중 수분섭취와 관련된 선행연구[5]를 참고하여 당뇨와 고혈압, 이상지질혈증, 뇌졸중, 심근경색증, 협심증, 신부전을 대상으로 삼아 총 7개의 주요 만성질환을 분석하였다. 각 대상자의 답변은 해당 질환에 대해 '의사에게 진단을 받았음'란의 표기 여부와 답변에 따라 없음, 있음, 비해당, 모름/무응답의 내용으로 처리되며 본 연구에서는 없음과 있음의 여부로 답변한 노인 대상자의 설문 내용이 반영되었다.

4) 탈수 관련 생리적 지표

(1) 혈압, 맥박

체액량이 감소할수록 맥박은 증가하고 혈압이 감소하는 경향을 보인다. 탈수 상태에서 안정시 맥박은 100회/분 이상 증가하고 수축기 혈압은 100 mmHg 이하로 감소된다[22].

(2) 요검사(요비중, 요산도)

체액량이 감소할수록 요비중은 증가하게 되는데 요비중 1.02미만은 충분한 수분섭취 상태, 1.02이상에서 1.03미만은 탈수 임박상태, 1.03 이상은 탈수를 의미한다. 요산도 검사에서 산성뇨는 탈수를 의미한다. 요산도는 4.6-8.0이 정상이며 4.5이하는 탈수, 8.0이상은 과다한 수분섭취를 의미한다.

(3) 혈액검사(BUN, Cr, BUN/Cr ratio, 헤마토크리트, 헤모글로빈)

혈액검사 중 BUN은 6-20 mg/dL, creatinine은 0.6-1.5 mg/dL가 정상 범위이며 BUN/Cr ratio가 20 미만이면 정상이다. BUN/Cr ratio가 20을 초과하면 탈수 상태를 의미한다. 헤마토크리트의 정상 범위는 40-45%, 헤모글로빈의 정상범위는 남성이 13-17 g/dL, 여성이 12-16 g/dL이며 체액량 감소 시 증가하는 경향을 보이게 된다.

4. 자료 수집

본 연구의 분석 자료는 질병관리본부에서 제공하는 제 6기 국민건강영양조사의 3차년도 2015년도 조사 자료로부터 추출하였다. 국민건강영양조사 홈페이지(<https://knhanes.cdc.go.kr/>)를 통해 원자료를 획득하였으며 자료분석 지침과 활용규정을 숙지하여 분석하였다.

5. 자료 분석

제 6기 국민건강 영양조사를 통해 확보된 원자료에서 3차년도 2015년의 65세 이상 노인 대상자 자료를 추출하여 IBM SPSS statistics data editor version 21.0을 이용하여 분석을 실시하였다. 모든 분석은 국민건강영양조사 홈페이지에서 제공하는 자료분석 지침서를 참고하여 표본설계 내용을 고려하여 통계 프로그램 내의 복합표본분석 메뉴를 이용하였다. 국민건강영양조사 자료는 단순임의 표본설계와는 달리 복합표본설계 정보를 고려하지 않을 경우 추정치가 편향되는 결과를 얻게 되므로 분석계획파일 생성 시 복합표본의 설계요소인 가중치, 층, 집락의 정보가 반영된 변수를 지정하여 반영하였다. 국민영양조사의 가중치는 추정치가 우리나라 전체 모집단을 대표하도록 모집단 분포와 추출률, 응답률 등이 반영되어 산출되는데 본 연구에서는 건강 설문조사, 검진 및 영양 조사부분

의 연관성 분석 가중치인 변수(wt_tot)가 사용되었다. 또한 65세 이상 노인 해당 유무를 관심변수로 생성하여 분석계획 파일 생성시 계층 내에 부모집단으로 지정하였다. 또한 추정치의 표준오차가 과소추정되지 않도록 무응답자에게도 일정한 가중치가 부여되므로 결측자료인 경우에도 유효한 값으로 처리하도록 권고되고 있어 분석 결과에 따라 총 인원의 차이가 있다. 따라서 분석 결과는 가중치가 적용된 추정 평균(weighted mean)과 그에 따른 표준오차(standard error)를 제시하게 된다. 구체적인 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 일일 수분섭취 적절 노인과 부적절 노인 집단 간의 일반적 특성과 건강 관련 특성은 기술통계를 이용하여 빈도와 평균, 표준오차를 제시하고 차이를 파악하기 위해 χ^2 검정과 t-test를 이용하였다.

둘째, 일일 수분섭취 상태와 노인 대상자의 주요 만성질환의 관련성을 파악하기 위해 χ^2 검정을 이용하였다.

셋째, 일일 수분섭취 적절 노인과 부적절 노인 집단 간의 탈수 관련 생리적 지표의 결과를 t-test를 이용하여 분석하였다.

넷째, 일일 수분섭취 상태의 적절성 예측 요인을 확인하기 위해 로지스틱 회귀분석(logistic regression analysis)을 실시하고 결과는 오즈비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(confidence interval, CI)으로 제시하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구의 원자료는 국민건강영양조사 홈페이지에서 필요 절차를 거친 후 제공받았으며 원자료는 연구대상자의 인적사항 관련 내용이 없는 상태였으므로 익명성이 보장되었다.

연구 결과

1. 일일 경구 수분섭취 상태에 따른 일반적 특성과 건강 관련 특성

수분섭취 상태에 따른 일반적 특성과 건강 관련 특성은 다음과 같다(Table 1). 총 1,392명의 노인 중에서 적절 수분섭취군에 해당하는 대상자는 519명(38.1%)이었으며 부적절 수분섭취군은 873명(61.9%)으로 다수가 일일 수분섭취량이 부적절한 집단에 속하였다. 적절 수분섭취군의 일일 경구 수분섭취량은 평균 6.79컵이었으며 부적절 수분섭취군은 평균 2.84컵으로 부적절 수분섭취군의 섭취량이 유의하게 낮았다($p < .001$). 이는 한국인 영양소 섭취 기준인 5컵보다 현저하게 적은 양이었다. 적절 수분섭취군과 부적절 수분섭취군의 분포는 연령이 증가함에 유의한 변화를 보이고 있는데($p < .001$), 60대 후반에서 51.4%였던 부적절 수분섭취군은 70대에는 64.5%, 80대에는 76.1%로 급격히 증가하고 있었다. 남성(57.2%)과 여

Table 1. Comparison of General Characteristics between AWI and NAWI Group

| Characteristics | Categories | Total | AWI | NAWI | χ^2 or t | p |
|---|------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------|--------|
| | | n (%) or weighed mean \pm SE | | | | |
| N | | 1,392 | 519 (38.1) | 873 (61.9) | | |
| Age (year) | | 72.7 | 71.55 \pm 0.24 | 73.40 \pm 0.21 | -5.90 | < .001 |
| | 65-69 | 457 | 214 (48.6) | 243 (51.4) | 1271.26 | < .001 |
| | 70-79 | 718 | 254 (35.5) | 464 (64.5) | | |
| | \geq 80 | 217 | 51 (23.9) | 166 (76.1) | | |
| Gender | Male | 599 | 245 (42.8) | 354 (57.2) | 10.25 | .008 |
| | Female | 793 | 274 (34.4) | 519 (65.6) | | |
| Currently smoking | Yes | 128 | 47 (40.0) | 81 (60.0) | 0.20 | .693 |
| | No | 377 | 152 (42.3) | 225 (57.7) | | |
| Alcohol consumption | No | 483 | 186 (37.1) | 297 (62.9) | 7.98 | .630 |
| | Sometimes | 76 | 33 (39.3) | 43 (60.7) | | |
| | regularly | 389 | 171 (46.4) | 218 (53.6) | | |
| BMI (kg/m ²) | | 24.25 | 24.49 \pm 0.16 | 24.10 \pm 0.12 | 2.08 | .038 |
| Subjective health status | Good | 280 | 124 (45.3) | 156 (54.7) | 7.33 | .072 |
| | Moderate | 585 | 215 (37.3) | 370 (62.7) | | |
| | Poor | 396 | 138 (35.4) | 258 (64.6) | | |
| Daily oral water intake (cup/day, 1 cup = 200 mL) | | 4.34 | 6.79 \pm 0.12 | 2.84 \pm 0.05 | 30.35 | < .001 |

AWI = Adequate water intake; NAWI = Non-adequate water intake; SE = Standard error; BMI = Body mass index.

Table 2. Association between Water Intake and Major Chronic Diseases

(N = 1,392)

| Chronic Diseases | Category | Total | AWI | NAWI | χ^2 or t | p |
|-----------------------|----------|-------|------------|------------|---------------|------|
| | | n (%) | | | | |
| Diabetes mellitus | Yes | 272 | 116 (41.3) | 156 (58.7) | 2.18 | .519 |
| | No | 1,009 | 368 (36.4) | 641 (63.6) | | |
| Hypertension | Yes | 727 | 268 (36.0) | 459 (64.0) | 1.52 | .637 |
| | No | 555 | 217 (39.3) | 338 (60.7) | | |
| Dyslipidemia | Yes | 371 | 162 (42.2) | 209 (57.8) | 4.59 | .279 |
| | No | 911 | 323 (35.7) | 588 (64.3) | | |
| Stroke | Yes | 86 | 27 (31.0) | 59 (69.0) | 1.70 | .581 |
| | No | 1,177 | 451 (37.9) | 726 (62.1) | | |
| Myocardial infarction | Yes | 36 | 13 (34.8) | 23 (65.2) | 0.14 | .963 |
| | No | 1,227 | 465 (37.5) | 762 (62.5) | | |
| Angina pectoris | Yes | 86 | 31 (38.3) | 55 (61.7) | 0.05 | .981 |
| | No | 1,177 | 447 (37.4) | 730 (62.6) | | |
| Kidney failure | Yes | 4 | 1 (50.9) | 3 (49.1) | 0.30 | .902 |
| | No | 1,255 | 474 (37.4) | 781 (62.6) | | |

AWI = Adequate water intake; NAWI = Non-adequate water intake.

성(65.6%)에서 모두 부적절 수분섭취군의 대상자 비율이 적절 수분섭취군보다 더 높았으며 여성에서 조금 더 높은 비중을 차지하고 있었다($p = .008$). 부적절 수분섭취군의 흡연자 비율이 높고 규칙적으로 음주하는 대상자가 많았으나 유의한 차이는 아니었다. 주관적 건강인식에서는 두 집단 모두 보통이라고 대답한 대상자가 가장 많았으며, '나쁘다(poor)'라고 답변한 대상자가 적절 수분섭취군에서 35.4%, 부적절 수분섭취군에서 64.6%로 나타났으나 유의한 결과는 아니었다. 체질량지수는 적절 수분섭취군이 평균 24.49, 부적절 수분섭취군이 24.10으로 부적절 수분섭취군이 유의하게 적은 수치를 보여주었다($p = .038$).

2. 일일 경구 수분섭취 상태와 주요 만성질환 유병률의 관련성

교차분석 결과 대부분의 당뇨와 고혈압 등의 주요 만성질환을 진단받은 대상자들은 수분섭취 적절군에 비해 수분섭취 부적절군의 비율의 약 2배가량 높았으나 유의한 차이는 없었다(Table 2). 신부전의 경우에는 두 군 간 비율의 차이가 없었으며, 신부전 진단 대상자 수도 매우 적었다. 따라서 일일 경구 수분섭취 상태와 유의한 관련성을 지닌 특정 만성질환은 확인되지 않았다.

3. 일일 경구 수분섭취 상태에 따른 탈수 관련 생리적 지표의 차이

적절 수분섭취군과 부적절 수분섭취군에서 탈수 관련 생리적 지

Table 3. Comparison of Dehydration-related Physiological Parameters between AWI and NAWI Group (N = 1,392)

| | AWI | NAWI | t | p |
|------------------|-------------------|---------------|-------|-------|
| | Weighed mean ± SE | | | |
| SBP (mmHg) | 130.19 ± 0.85 | 130.06 ± 0.66 | 0.13 | .898 |
| Pulse (rate/min) | 57.38 ± 1.57 | 60.13 ± 1.40 | -1.16 | .250 |
| Hct (%) | 42.0 ± 0.23 | 41.4 ± 0.22 | 1.93 | .054 |
| Hb (g/dL) | 13.91 ± 0.08 | 13.64 ± 0.08 | 2.54 | .011 |
| BUN/Cr | 19.00 ± 0.33 | 20.45 ± .28 | -3.35 | .001 |
| BUN (mg/dL) | 15.96 ± 0.24 | 17.23 ± 0.20 | -4.11 | <.001 |
| Cr (mg/dL) | 0.87 ± 0.01 | 0.88 ± 0.01 | -8.08 | .420 |
| USG | 1.016 ± 0.00 | 1.017 ± 0.00 | -2.80 | .005 |
| Urine pH | 5.88 ± 0.05 | 5.94 ± 0.40 | -1.05 | .294 |

AWI = Adequate water intake; NAWI = Non-adequate water intake; SBP = Systolic blood pressure; Hct = Hematocrit; Hb = Hemoglobin; BUN/Cr = BUN/Cr ratio; BUN = Blood urea nitrogen; Cr = Creatinine; USG = Urine specific gravity.

표의 결과를 비교한 내용은 다음과 같다(Table 3). 적절 수분섭취군의 평균 수축기 혈압은 130.19 mmHg였으며 평균 맥박은 분당 57.38회였다. 부적절 수분섭취 증후군의 평균 수축기 혈압은 130.06 mmHg였으며 평균 맥박은 분당 60.13회로 유의한 차이는 없었다. 혈액검사를 통해 확인된 적절 수분섭취군의 헤마토크리트는 42.0%였으며 부적절 수분섭취군은 41.4%로 역시 유의한 차이가 없었고 두 집단 모두 정상 범위에 포함되는 수치를 보였다. 헤모글로빈은 적절 수분섭취군에서 13.91 g/dL, 부적절 수분섭취군에서 13.64 g/dL로 나타나 부적절 수분섭취군의 수치가 유의하게 낮은 상태였으며($p = .011$) 두 집단 모두 정상 범위로 확인되었다. BUN/Cr ratio는 적절 수분섭취군이 19.00, 부적절 수분섭취군이 20.45로 차이가 유의하게 나타났으며($p = .001$) 부적절 수분섭취군의 수치는 20을 초과하여 탈수 상태를 보여주고 있었다. BUN은 부적절 수분섭취군이 17.23 mg/dL, 적절 수분섭취군이 15.96 mg/dL로 부적절 수분섭취군의 수치가 유의하게 높았으며($p < .001$), 크레아티닌은 유의한 차이가 없으므로 나타났다. 따라서 BUN/Cr ratio의 차이는 BUN의 변화에 따라 초래된 결과임을 알 수 있었다. 소변검사를 통해 확인된 요비중 검사의 결과는 적절 수분섭취군에서 1.016, 부적절 수분섭취군에서 1.017로 부적절 수분섭취군의 요비중이 유의하게 낮았으나($p = .005$) 두 집단 모두 정상 범위 이내에 있었다. 요산도는 적절 수분섭취군이 5.88, 부적절 수분섭취군이 5.94로 부적절 수분섭취군에서 약간 높았으나 정상 범주 안에 포함되어 있으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

4. 일일 경구 수분섭취 상태에 근거한 탈수 예측 생리적 지표

본 연구에서 대상자의 일반적 특성과 건강 관련 특성, 탈수 관련 생리적 지표들 중 적절 수분섭취군과 부적절 수분섭취군 간 유의

Table 4. Logistic Regression Analysis for Physiological Parameters related to Dehydration (N = 1,392)

| Variables (references) | Crude OR | 95% CI | | Adjusted OR | 95% CI | |
|--------------------------|----------|--------|-------|-------------|--------|-------|
| | | Lower | Upper | | Lower | Upper |
| Age (year) | 1.08* | 1.05 | 1.11 | 1.07* | 1.04 | 1.10 |
| Gender (male) | 1.43* | 1.10 | 1.85 | 1.56* | 1.05 | 2.33 |
| BMI (kg/m ²) | 0.96* | 0.93 | 1.00 | 1.00* | 0.92 | 1.00 |
| Hb (g/dL) | 0.88* | 0.80 | 0.98 | 1.00 | 0.87 | 1.13 |
| BUN/Cr | 1.04* | 1.01 | 1.06 | 1.00 | 0.96 | 1.03 |
| BUN (mg/dL) | 1.06* | 1.03 | 1.09 | 1.04* | 1.01 | 1.08 |
| USG (0.01) | 1.39* | 0.57 | 0.90 | 1.56* | 1.19 | 2.05 |

OR = Odds ratio; CI = Confidence interval; BMI = Body mass index; Hb = Hemoglobin; BUN/Cr = BUN/Cr ratio; BUN = Blood urea nitrogen; USG = Urine specific gravity. * $p < .05$.

한 차이가 확인된 변수들을 공변량으로 포함하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다(Table 4). 분석에 투입된 변수는 연령, 성별, 체질량지수, 헤모글로빈, BUN/Cr, BUN, 요비중이었으며, 그 결과 연령과 성별, 체질량지수, BUN, 요비중이 통계적으로 유의한 변수로 확인되었다. 변수를 보정한 결과 연령의 경우에는 OR이 1.07 (95% CI: 1.04-1.10)로 유의하게 나타났으며 이는 연령이 증가할수록 대상자가 부적절 수분섭취군에 속하는 양상을 보이는 것이다. 성별은 남성에게 비해 여성의 경우 OR이 1.56 (95% CI: 1.05-2.33)으로 증가하여 여성이 남성보다 부적절 수분섭취군에 속할 가능성이 유의하게 높아짐을 보여주고 있었다. 체질량지수의 경우 OR 1.00 (95% CI: 0.92-1.00)으로 체질량지수가 오히려 낮은 경우 부적절 수분섭취군에 속할 가능성이 유의하게 높은 상태임을 나타내고 있었다. BUN은 OR이 1.04 (95% CI: 1.01-1.08)로 수치가 증가할수록 부적절 수분섭취군에 속할 가능성이 유의하게 높았다. 요비중은 OR이 1.56 (95% CI: 1.19-2.05)으로 수치 증가 시 적절 수분섭취군보다 부적절 수분섭취군에 속할 가능성이 높아지는 양상을 보였다.

논 의

본 연구는 일일 경구 수분섭취량 수준에 따른 우리나라 노인의 일반적 특성과 건강 관련 특성, 주요 만성질환 유병률과 탈수 예측 생리적 지표를 탐색해 보고자 시도되었다. 연구 결과, 대상자의 연령이 증가함에 따라 노인들의 수분섭취량이 급격하게 줄어드는 양상을 확인할 수 있었다. 이는 일반 성인에 비해 노인이 생리적으로 신장의 소변 농축 능력과 항이뇨호르몬 분비능력이 감소되어 있으며 체내 수분 감소에 대한 갈증 증추의 활성화 정도와 수분섭취 반응 수준이 떨어져 있기 때문이며 그 결과 탈수에 대한 위험성이 증

가하는 것으로 설명할 수 있다[23]. 또한 노인들은 배설능력 감소로 인해 이노제와 하제(laxatives) 같은 체내 수분을 감소시키는 약물을 복용하게 되는 경우가 많으며 인지능력 및 신체 활동의 감소에 따른 직접적인 수분섭취가 감소하는 경향이 존재하는 것도 이러한 현상의 원인으로 꼽을 수 있다[24]. 실제 식사를 통한 수분섭취량을 제외한 일일 경구 수분섭취량을 분석한 본 연구 결과에서도 부적절 수분섭취군의 일일 경구 수분섭취량은 적절수분섭취군의 섭취량의 절반에도 미치지 못했다. 그리고 남성보다는 여성에서, 체질량지수는 낮을수록 부적절 수분섭취군에 속할 가능성이 높았는데 여성의 경우 체질량지수가 남성보다 상대적으로 낮기 때문에 이는 동일한 내용의 결과로 해석되며 선행연구들의 결과와도 일치하고 있다[12,19].

따라서 고령이면서 마르고 왜소한 체격의 노인일수록 경구수분섭취량이 일반적으로 많이 부족할 것으로 예상할 수 있으며, 전체 노인 중에서도 해당 집단에 대해 적절한 양의 수분섭취를 유지할 수 있도록 하는 중재가 필요할 것이다. 그러나 체질량지수가 높은 사람일수록 총 수분부족량(total water deficit)이 함께 늘어나므로 수분섭취량이 증가해야 하며 탈수는 체질량지수와 관계없이 대상자들에게 영향을 미친다는 견해도 있으므로[18] 대상자의 개별적인 수화(hydration) 상태가 함께 고려되어야 할 것이다.

한편 본 연구에서는 경구 수분섭취량에 따른 고혈압과 당뇨, 신부전 등의 만성질환 유병률의 관계가 통계적으로 유의하지 않아 경구수분섭취량의 부적절한 상태로 인한 유병률의 증가를 보이는 특정질환을 확인할 수 없었다. 이는 2012년 국민건강영양조사 자료로부터 수분섭취량과 일부 만성질환 유병률의 관계를 분석한 국내 연구 결과[5]와 미국의 국민건강영양조사 결과[12]와도 일치하는 내용이다. 체액의 균형은 인체에서의 항상성 조절기전에 따라 민감하고 정밀하게 조절되고 있어 수 백 mL의 수분 과다 혹은 결핍 상태의 변화에 대해서는 대부분 통제가 이루어진다[1]. 본 연구의 대상자들 역시 항상성 유지기전이 정상적으로 조절되고 있는 상태로 지역사회에서 일상생활을 유지하고 있었으며, 부적절 수분섭취군에 속한 경우에도 유의미할 정도의 유병률 증감상태는 나타내고 있지 않아 경구수분섭취가 다소 부족한 경우에도 유의하게 발생 위험이 증가하는 만성질환을 특정할 수는 없었다. 경구 수분섭취 상태와 만성질환의 관련성이 유의하지 않음은 오히려 수분섭취량 제한을 강행할 필요가 없다는 점을 시사한다. 이는 일반 노인 대상자들의 경우 충분한 경구 수분섭취가 체액 증가에 따른 순환기와 신장 계통 질환의 위험성과 유병률 증가로 이어지지 않음을 보여주고 있어 자유로운 수분섭취에 허용적일 필요성을 보여주고 있다. 미국 심장협회에서는 간호시설에서 심부전이 심화된 상태이거나 저나트

륨혈증이 동반된 대상자에 대한 개별화된 수분제한은 합리적이나, 보상이 되는 경우 수분제한이 확실한 근거가 없는 것으로 설명하고 있으며[25], 메타분석을 통해서도 급만성 심부전에서 흔히 시행되는 경구 수분섭취량 제한 상태와 비교했을 때 자유로운 경구 수분섭취의 유해한 결과는 찾아볼 수 없었음이 제시되었다[11]. 오히려 탈수는 노인에게 흔한 뇌졸중의 발생 시 입원비와 감염률을 증가시키고 퇴원 시 예후를 악화시키는 등[26] 건강의 악화요인이므로 만성질환을 가진 노인 대상자들에게 경구수분섭취 제한은 부정적인 측면이 더 크다고 볼 수 있다. 따라서 일반적인 지역사회 거주 노인들의 수분섭취 격려 시 만성질환에 따른 수분섭취 제한은 일반적으로 필요치 않을 것으로 보인다.

다음으로 경구 수분섭취의 부족으로 인한 탈수와 관련된 생리적 지표들을 살펴본 결과, 경구 수분섭취량이 부족한 대상자군에서 오히려 헤모글로빈과 요비중이 유의하게 낮고 BUN, 요비중, BUN/Cr ratio가 유의하게 높은 것을 살펴볼 수 있었다. 일반적으로 탈수 상태에서는 헤모글로빈 수치가 증가하면 이에 따라 혈액의 점도가 높아지게 되며, 수분섭취 시 다시 수치가 감소하게 된다[26,27]. 그러나 본 연구 결과에서는 경구 수분섭취 부족군의 헤모글로빈이 상대적으로 낮게 측정되었는데 이는 수분섭취 부족군의 여성비율이 월등하게 높아 상대적으로 낮은 헤모글로빈 정상범위를 보이는 여성 대상자의 검사 결과가 반영된 것으로 보인다. 그러나 헤모글로빈이 탈수 지표 중 하나로 이용되고 있음에도 불구하고 실제 두 집단 모두 정상 범위로 나타났으므로 실무에서 노인 탈수 상태의 예측지표로 활용되기에는 정확성이 낮을 것으로 보인다.

본 연구에서는 BUN과 BUN/Cr ratio, 요비중 등, 신기능 관련 지표들이 주로 경구수분섭취량 섭취수준에 따라 유의한 차이를 나타내었다. 탈수는 주로 BUN/Cr ratio와 혈장 삼투압의 상승으로 입증될 수 있는데[28], 수분섭취 부적절군의 BUN/Cr ratio는 해당 그룹의 대상자들이 탈수 상태에 있음을 보여주고 있다. 크레아티닌은 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 BUN/Cr 비율의 차이는 BUN의 변화에 따라 초래된 결과임을 알 수 있었는데, BUN은 탈수를 예측할 수 있는 변수로도 확인되어 경구 수분섭취가 부족한 경우에 발생하는 탈수의 경향성을 민감하게 보여주는 생리적 지표임을 확인할 수 있었다. 여러 연구에서 탈수의 확인을 위해 혈장 삼투압 검사를 자주 이용하고 있었으나 요검사보다 상대적으로 분석비용이 더 소요되고 경미한 탈수상태에서는 그다지 민감하지 않은 것으로 조사되었다[20]. 그러므로 BUN은 탈수 예방을 위한 생리적 예측 지표로서 혈장 삼투압을 대체할 수 있는 활용성 높은 지표라고 할 수 있겠다. 또한 이러한 신기능 관련 지표들은 수분섭취 중재의 주요 대상인 경구 수분섭취량이 불충분한 노인 대상자 집단에서의 장기적

인 혈액 내 노폐물의 축적 및 신장의 배설기능을 살펴볼 수 있는 이 점을 가진다. 영국의 국민건강영양조사 결과에 의하면 일일 수분섭취량이 2L 미만인 집단은 수분을 충분히 섭취하는 집단에 비해 만성신장질환 유병률이 2.52배 높은 것으로 드러났으며, 이를 예방하기 위한 적절한 수분공급원은 음식물이나 음료수보다는 일반적인 물임을 밝히고 있다[12]. 이러한 결과들을 통해 부적절하게 적은 양의 수분을 섭취하는 노인 대상자의 신기능을 유지하기 위해서는 음식 섭취 외의 수분섭취량을 적극적으로 증가시켜야 할 필요성을 확인할 수 있었다. 최근에는 체내의 수화(hydration) 상태에 따른 혈전형성 정도와 관련되어 뇌졸중 발생에서의 신기능 지표의 변화가 유용한 예측요인으로도 알려져 있으며 이를 바탕으로 한 수액요법의 효율성이 입증되고 있다[29,30]. 이와 같이 BUN과 요비중은 국민건강영양조사 자료를 통해 확보한 탈수 예측 관련 생리적 지표 중 경구수분섭취량에 따라 가장 유의한 변수로 기능하여 노인 대상자의 수화상태를 확인함과 동시에 신기능에 대한 모니터링을 가능하게 하므로 수분섭취 관련 간호중재 및 연구에 대한 유용한 예측지표로 활용할 수 있을 것이다. 따라서 노인 대상자의 BUN과 요비중이 특히 높은 경우 일상생활 속에서의 경구 수분섭취가 부족하고 탈수 가능성이 상대적으로 높을 것으로 예측하여 수분섭취량을 늘리는 간호중재가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가진다. 우선, 국민건강영양조사 결과의 이차자료 분석을 통해 수분섭취량의 적절성과 관련 생리적 지표 및 만성질환과의 관계를 살펴보았으므로 조사항목에 포함되지 않은 혈중 삼투질 농도와 전해질 등, 탈수와 관련한 다양한 지표를 모두 분석하지는 못하였다는 점이다. 또한 본 연구에서는 탈수 경향성 유무를 수분섭취량으로 추정하여 이를 종속변수로 보고, 이와 관련되는 변수들을 공변량으로 포함하여 예측인자로 설명하였는데, 본 연구에서 선택한 생리적 변수는 수분섭취량이 감소하였을 때 변화가 나타나기 쉬운 지표로 알려져 있으므로 인과적 설명은 어려운 제한점이 있다. 그 외 일일 경구 수분섭취량은 24시간 동안 직접 기록한 것이 아니라 대상자의 자가 보고로 도출된 값이고, 만성질환에 관한 정보 역시 의무기록이 아닌 대상자들의 서술에 의해 작성되었으므로 본 연구 결과의 해석에 주의가 필요하다. 이러한 제한점에도 불구하고 전국의 노인을 대상으로 한 대규모 복합표본 분석을 거쳐 일반화된 자료를 통해 연령이 증가하거나 여성인 경우, 체질량지수가 적은 노인의 경우 수분섭취 저하 정도가 심해지고 있는 경향성을 확인하였다.

이를 통해 탈수 위험이 상대적으로 높은 해당 노인들을 선별하여 목표 대상자로 삼을 수 있으므로 수분섭취의 필요성을 강조하고 실질적으로 적절한 수분섭취량을 유지할 수 있는 방법을 교육

하는 프로그램에 있어 대상자 선별기준을 뒷받침할 수 있는 근거자료라 할 수 있겠다. 그리고 대상자의 생리적 지표 결과 중 경구수분섭취에 따라 유의미한 결과를 보여준 지표들은 평소 노인 대상자의 경구 수분섭취량 부족 및 탈수가능성을 예측하여 관리할 수 있도록 하는 유용한 지표로 활용할 수 있을 것이다. 이러한 결과들은 수분섭취 관련 간호중재 프로그램의 대상자 선정과 평가를 위한 생리적 지표 결정에 근거를 제공하며 해당 대상자의 건강 증진에 도움을 줄 수 있을 것으로 여겨진다.

결론

본 연구는 2015년도 국민건강영양조사의 대상자 중 65세 이상의 노인들을 대상으로 수분섭취량에 따른 주요 만성질환의 유병률 및 탈수 관련 생리적 지표의 확인을 목적으로 시도되었다. 분석 결과 연령 증가에 따른 수분섭취량의 급격한 감소가 확인되었으며 여성 노인과 체질량지수가 적은 노인의 경우 경구 수분섭취 상태가 매우 열악한 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 경구 수분섭취 적절성에 따른 여러 가지 만성질환과의 연관성은 직접적으로 나타나지 않았으나 다양한 생리적 지표 중에서도 경구 수분섭취량에 따라 노인 대상자의 BUN, 요비중과 같은 신기능 지표의 변화가 유의함을 확인하였다. 본 연구는 경구 수분섭취량이 부족한 노인 대상자들 중 구체적인 취약집단의 특성을 확인하고, 경구 수분섭취를 통한 수화상태를 조기에 확인할 수 있는 탈수 예측의 생리적 지표를 선별하여 경구 수분섭취를 격려하는 간호중재의 필요성과 유용성의 근거자료로 삼을 수 있는 결과를 제시하였다는 데 의미가 있다. 이러한 연구 결과를 토대로 신기능 지표를 적극적으로 활용하여 탈수 위험군 노인의 경구 수분섭취량을 증가시키는 간호중재 연구를 제안한다. 또한 노인의 수분섭취량과 만성질환과의 연관성을 확인하는 다양한 지표를 발굴하는 연구의 필요성을 제시하는 바이다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutrition Reviews*. 2010;68(8):439-458. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x>
2. Thomas DR, Cote TR, Lawhorne L, Levenson SA, Rubenstein LZ, Smith DA, et al. Understanding clinical dehydration and its treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2008;9(5):292-301. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2008.05.002>

- org/10.1016/j.jamda.2008.03.006
3. Masento NA, Golightly M, Field DT, Butler LT, van Reekum CM. Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *British Journal of Nutrition*. 2014;111(10):1841-1852. <https://doi.org/10.1017/S0007114513004455>
 4. Frangskou M, Lopez-Valcarcel B, Serra-Majem L. Dehydration in the elderly: A review focused on economic burden. *The Journal of Nutrition, Health & Ageing*. 2015;19(6): 619-627. <https://doi.org/10.1007/s12603-015-0491-2>
 5. Jang S, Cheon C, Jang BH, Park S, Oh SM, Shin YC, et al. Relationship between water intake and metabolic/heart diseases: Based on Korean national health and nutrition examination survey. *Osong Public Health and Research Perspectives*. 2016;7(5): 289-295. <https://doi.org/10.1016/j.phrp.2016.08.007>
 6. Wu LW, Chen WL, Liaw FY, Sun YS, Yang HF, Wang CC, et al. Association between fluid intake and kidney function, and survival outcomes analysis: A nationwide population-based study. *BMJ Open*. 2016;6(5):e010708. <https://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010708>
 7. Oh H, Lee EH, Hur MH, Kim EK. The effect of fluid intake enhancing program for institutionalized elderly. *Journal of Korean Gerontological Society*. 2007; 27(2):357-370.
 8. Kim M, Jung D. Development of evidence-based nursing practice guidelines for dehydration prevention of the elderly living in a care facility. *Journal of Korean Gerontological Society*. 2014;34(4):917-934.
 9. Lim JS, Jo HS. Effects of fluid therapy education program for aged stroke patients. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2015;17(3):277-285. <https://dx.doi.org/10.7586/jkbn.2015.17.3.277>
 10. Leurs LJ, Schouten LJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA. Total fluid and specific beverage intake and mortality due to IHD and stroke in the Netherlands Cohort Study. *British Journal of Nutrition*. 2010;104(8):1212-1221. <https://dx.doi.org/10.1017/S0007114510001923>
 11. Vecchis R, Baldi C, Cioppa C, Giasi A, Fusco A. Effects of limiting fluid intake on clinical and laboratory outcomes in patients with heart failure. *Herz*. 2016; 41(1):63-75. <https://dx.doi.org/10.1007/s00059-015-4345-9>
 12. Sontrop JM, Dixon SN, Garg AX, Buendia-Jimenez I, Dohein O, Huang, SH, et al. Association between water intake, chronic kidney disease, and cardiovascular disease: A cross-sectional analysis of NHANES data. *American Journal of Nephrology*. 2013;37(5):434-442. <https://doi.org/10.1159/000350377>
 13. Thomas DR, Tariq SH, Makhdomm S, Haddad R, Moinuddin A. Physician misdiagnosis of dehydration in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2004;5(2):251-254. [https://doi.org/10.1016/S1525-8610\(04\)70088-2](https://doi.org/10.1016/S1525-8610(04)70088-2)
 14. Stookey JD, Pieper CF, Cohen HJ. Is the prevalence of dehydration among community-dwelling older adults really low? Informing current debate over the fluid recommendation for adults aged 70+ years. *Public Health Nutrition*. 2005;8(8):1275-1285. <https://dx.doi.org/10.1079/PHN2005829>
 15. Kim S, Kim CG, Hwang J, Jung D, Shin DS. Dehydration and its related factors among older adults admitted in a long-term care hospital. *Korean Public Health Research*. 2017;43(1):1-11.
 16. Kim SH, Lee M, Kang JH, Jeong SH. The effects of a fluid intake intervention for elders in long-term care hospitals. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2012;14(2):139-146. <https://doi.org/10.7586/jkbn.2012.14.2.139>
 17. Bossingham MJ, Carnell NS, Campbell WW. Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2005;81(6):1342-1350. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.6.1342>
 18. Marra MV, Simmons SF, Shotwell MS, Hudson A, Hollingsworth EK, Long E, et al. Elevated serum osmolality and total water deficit indicate impaired hydration status in residents of long-term care facilities regardless of low or high body mass index. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2016;116(5): 828-836. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.011>
 19. El-Sharkawy AM, Watson P, Neal KR, Jungqvist O, Maughan RJ, Sahota O, et al. Hydration and outcome in older patients admitted to hospital (The HOOP prospective cohort study). *Age and Ageing*. 2015;44(6):943-947. <https://doi.org/10.1093/ageing/afv119>
 20. Vivanti A, Harvey K, Ash S, Battistutta D. Clinical assessment of dehydration in older people admitted to hospital: What are the strongest indicators? *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2008;47(3):340-355. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2007.08.016>
 21. Jung HJ et al. Dietary references intakes for Koreans 2015. Final report. Sejong: Ministry of Health and Welfare & The Korean Nutrition Society; 2016 Nov. Report No.:11-1352000-001537-14.
 22. Fortes MB, Owen JA, Raymond-Barker P, Bishop C, Elghenzai S, Oliver SJ, et al. Is this elderly patient dehydrated? Diagnostic accuracy of hydration assessment using physical signs, urine, and saliva markers. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2015;16(3):221-228. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.09.012>
 23. Hooper L, Bunn D, Jimoh F O, Fairweather-Tait SJ. Water-loss dehydration and aging. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2014;136-137:50-58. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2013.11.009>
 24. Jéquier E, Constant F. Water as an essential nutrient: The physiological basis of hydration. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2010;64(2):115-123. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.111>
 25. Jurgens CY, Goodlin S, Dolansky M, Ahmed A, Fonarow GC, Boxer R, et al. Heart failure management in skilled nursing facilities: A scientific statement from the American Heart Association and the Heart Failure Society of America. *Journal of Cardiac Failure*. 2015;21(4):263-299. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2015.02.007>
 26. Ashraf MM, Rea R. Effect of dehydration on blood tests. *Practical Diabetes*. 2017;34(5):169-171.
 27. Holsworth RE Jr, Cho YI, Weidman J. Effect of hydration on whole blood viscosity in firefighters. *Alternative Therapies in Health and Medicine*. 2013;19(4): 44-49.
 28. Lin CJ, Yang JT, Huang YC, Tsai YH, Lee MH, Lee M, et al. Favorable outcome of blood urea nitrogen/creatinine-based hydration therapy 3 months after acute ischemic stroke. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2016;34(12):2414-2418. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2016.09.033>
 29. Lin LC, Lee JD, Hung YC, Chang CH, Yang JT. Bun/creatinine ratio-based hydration for preventing stroke-in-evolution after acute ischemic stroke. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2014;32(7):709-712. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2014.03.045>
 30. Lin WC, Shih HM, Lin LC. Preliminary Prospective study to assess the effect of early blood urea nitrogen/creatinine ratio-based hydration therapy on post-stroke infection rate and length of stay in acute ischemic stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2015;24(12):2720-2727. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.08.002>