

혈액투석 환자의 일상식품군 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도의 상관성 분석*

우혜진¹ · 이연주¹ · 오일환² · 이창화² · 이상선^{1†}

한양대학교 생활과학대학 식품영양학과,¹ 한양대학교 서울병원 신장내과²

Association of food intake with serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients*

Woo, Hye Jin¹ · Lee, Yeon Joo¹ · Oh, Il Hwan² · Lee, Chang Hwa² · Lee, Sang Sun^{1†}

¹Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

²Department of Nephrology, Seoul Hospital, Hanyang University, Seoul 133-792, Korea

ABSTRACT

Purpose: Elevated serum phosphorus and potassium levels are a major problem for hemodialysis (HD) patients. Hyperphosphatemia and hyperkalemia are closely related to intake of dietary phosphorus and potassium. **Methods:** This study was conducted in order to investigate the effects of food consumed on serum phosphorus and potassium levels in 48 HD patients (20 males and 28 females). We collected anthropometric data, biochemical parameters, and dietary data of the subjects. Dietary data for usual intake were obtained by use of a food-frequency questionnaire (FFQ) consisting of 21 food items. **Results:** The mean body mass index (BMI) was 22.2 ± 3.0 kg/m², mean serum phosphorus level was 4.50 ± 1.52 mg/dl, and mean serum potassium level was 4.74 ± 0.73 mEq/l. Hyperphosphatemia (> 4.5 mg/dl) was found in 45.8% of subjects, and hyperkalemia (> 5.0 mEq/l) in 35.4%. Subjects who took medication only were 56% of total, and those who took medication with dietary therapy were 27%. Patients with medication and dietary therapy showed significantly lower serum phosphorus levels compared to patients with medication only ($p < 0.05$). Mean duration of HD was 7.9 ± 7.3 years and it showed positive correlation with serum potassium levels ($p < 0.05$). Serum phosphorus levels showed positive correlation with intake of mixed grains and soybean milk ($p < 0.05$). Serum potassium levels showed positive correlation with intake of mixed grains ($p < 0.01$), potatoes, fish, and high-potassium vegetables ($p < 0.05$). On the other hand, intake of white rice showed negative correlation with serum potassium levels ($p < 0.05$). **Conclusion:** The results of our study suggest that intake of white rice rather than mixed grains is an important factor in sustaining normal serum phosphorus and potassium levels. In addition, limiting intake of soybean milk, potatoes, and fish to under three serving per week is recommended. Finally, conduct of a strict dietary therapy along with medical treatment is desirable because inappropriate food intake increases serum phosphorus and potassium levels to a higher than normal range.

KEY WORDS: hemodialysis, hyperphosphatemia, hyperkalemia, food frequency questionnaire (FFQ).

서 론

만성 콩팥병 환자에게 시행되는 치료방법에는 혈액투석과 복막투석 그리고 신장이식이 있다. 그 중 혈액투석은 우리나라 만성 콩팥병 환자에게서 가장 많이 사용되고 있는 신대체 요법으로, 대한신장학회 자료에 따르면 2011년 혈액투석을 시

행하는 환자의 수는 42,596명으로 전체 신대체요법 시행 환자의 67.2%에 달한다.¹

혈액투석은 인공신장을 이용한 투석치료로써 만성 콩팥병 환자의 생존율을 높이는데 많은 기여를 해왔으나, 신장의 다양한 기능 중 일부분만을 수행하기 때문에 어느 정도 한계 점이 있다고 할 수 있다.²

혈액투석 환자에게서 나타나는 합병증으로는 심혈관계 질

Received: Oct 4, 2013 / Revised: Oct 23, 2013 / Accepted: Dec 10, 2013

*This work was supported by grants of the National Research Foundation of Korea (2012R1A1A2008077).

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-2220-1206, e-mail: leess@hanyang.ac.kr

© 2014 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.

환, 뇌졸중, 감염, 악성종양 등이 있으며, 혈액투석 환자의 생존분석에 대해 연구한 서 등의 연구 및 여러 선행연구에 따르면 심혈관계 질환이 혈액투석 환자의 가장 큰 사망원인으로 보고되었다.³⁻⁵ 그 중에서도 고인산혈증과 고칼륨혈증은 혈액투석 환자의 심혈관계 질환과 밀접한 상관 관계를 가진다.^{6,7}

인은 뼈의 주요 구성성분이며 체내에서 일어나는 수많은 대사과정에 관여하고, 칼륨은 골격근 및 심장근육의 수축을 도와주는 중요한 역할을 한다.^{8,9} 이들 전해질은 다양한 식품으로부터 쉽게 섭취할 수 있으므로 신장에서는 항상성 유지를 위해 과량 섭취된 인, 칼륨을 체외로 배설해 주어야 한다. 그러나 만성 콩팥병 환자는 신장기능 저하로 인해 다량의 인, 칼륨이 배설되지 않고 체내에 축적된다.⁸

신장기능 저하로 인한 혈청 인 농도의 증가는 부갑상선 호르몬의 증가와 뼈에서의 칼슘 방출 증가를 유발해 혈관석회화로 인한 동맥경직을 야기하며,^{10,11} 혈청 칼륨 농도의 증가는 부정맥 및 심정지를 야기할 수 있다.¹² 혈액투석 환자의 고인산혈증 및 고칼륨혈증은 식이 인, 칼륨의 섭취와 밀접한 관련이 있으며, 섭취량이 증가할수록 사망위험도 증가한다고 보고되었다.^{13,14}

투석을 시작한 만성 콩팥병 환자들은 투석을 시행하기 전에 비해 식품선택이 비교적 자유로워졌으나, 투석중의 합병증 예방과 사망률 감소를 위해 식이 인, 칼륨의 과잉섭취를 지속적으로 주의해야 한다. 혈청 인, 칼륨 농도의 지속적인 관리를 위해서는 일상생활에서의 식품선택과 섭취 빈도 파악이 선행되어야 하며, 올바른 식품선택 및 섭취 빈도 조정이 심층적으로 이루어져야 한다.

식사섭취 조사법으로는 식이 기록법, 식이력 조사법, 24시간 회상법, 식품섭취빈도조사법 등이 있는데, 그 중 식품섭취빈도조사법은 다른 식사섭취 조사법에 비해 장기간의 식사섭취를 파악할 수 있어 만성질환과 식이와의 관련성 연구에 자주 사용되어 왔다.¹⁵ 지금까지 외국의 경우 혈액투석 환자의 일상식품군 섭취에 따른 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관성에 대한 여러 연구가 진행되어왔으나,^{13,14,16} 우리나라 혈액투석 환자를 대상으로 한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 혈액투석 환자를 대상으로 일상식품군 섭취량을 조사하고, 그에 따른 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관성을 분석함으로써 혈액투석 중의 합병증 예방 및 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구방법

연구 대상자 및 기간

본 연구는 서울특별시에 소재한 한양대학교병원 인공신장

실에 내원하는 만성 콩팥병 환자 중에서 혈액투석을 시행하는 환자 48명 (남: 20명, 여: 28명)을 대상으로 하였다. 조사는 2013년 1월 21일부터 2013년 2월 21일까지 약 4주간 수행하였다. 본 연구는 한양대학교병원 임상시험 심사위원회 (IRB)의 승인을 받고, 임상시험 전 모든 연구 대상자에게 서면 동의를 받은 후 시행되었다 (HYUH IRB 2012-06-023).

조사 내용 및 방법

설문 조사

본 연구의 설문지는 질병력 및 가족력에 관한 조사 8문항, 생활습관 조사 12문항, 식습관 조사 8문항 등 총 28문항으로 구성되었다. 질병력 및 가족력에 관한 조사에서는 만성 콩팥병 진단 시기, 투석 횟수, 합병증 유무, 약물 복용 여부와 가족력 등을 조사하였고, 생활습관 조사에서는 신체활동 정도, 운동 수행 여부와 흡연 및 음주 여부를 조사하였으며, 식습관 조사에서는 하루 중 식사 횟수, 식이요법 실천 여부, 건강보조식품 섭취 여부 등을 조사하였다.

신체계측 및 임상검사

대상자의 키와 체중은 투석을 위해 인공신장실에서 측정된 자료를 사용하였으며, 이때 체중은 대상자들이 투석을 마친 후 측정된 건체중 (dry weight)을 사용하였다. 측정된 키와 체중을 이용하여 체질량 지수 (body mass index, BMI)와 이상체중 백분율 (percent ideal body weight, PIBW)을 산출하였다.

식품섭취 빈도 조사 및 상관관계 분석

대상자의 식품섭취 빈도는 제5기 국민건강영양조사에서 제시한 반정량 식품섭취 빈도 조사지를 이용하여 혈액투석 환자 대상에 맞게 변형하여 사용하였다. 식품섭취조사지의 식품은 9개 식품군 [곡류 및 전분류 (6종), 육류, 생선류, 난류 및 콩류 (7종), 채소류 및 버섯류 (5종), 과일류 (3종) 총 21개 식품] 항목으로 구분하여 조사하였다. 채소류와 과일류는 1교 환단위 당 칼륨 함량이 100 mg 미만인 식품을 저칼륨, 100 mg 이상 200 mg 미만인 식품을 중칼륨, 200 mg 이상 400 mg 미만인 식품을 고칼륨으로 분류하여 추가적으로 조사하였다.¹⁷ 섭취 빈도는 총 9개 (거의 안 먹음, 한 달 1회, 한 달 2~3회, 한 주 1회, 한 주 2~4회, 한 주 5~6회, 하루 1회, 하루 2회, 하루 3회)로 구분하였고, 1회 평균섭취량은 1인 1회 분량을 기준으로 적음 (0.5), 보통 (1.0), 많음 (1.5)으로 구분하여 조사하였다. 대상자의 평균 식품섭취 빈도를 구하기 위해 환산계수를 사용하였고, 정해진 환산계수에 1회 평균 섭취량을 곱하여 주당 식품섭취량을 산출하였다. 산출된 결과를 이용하여 식품항목마다 1인 1회 섭취분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군, 1~3회 섭취하는 군, 3회보다 많이 섭취하는 군

으로 분류하여 대상자들의 혈청 인 농도 및 혈청 칼륨 농도를 비교하였다. 식품군별 섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관관계 분석은 앞서 산출된 대상자의 주당 섭취량을 이용하여 분석하였다. 대상자의 식이 인, 칼륨 섭취량은 수집된 식품섭취 빈도 조사 자료를 이용하여 영양분석 프로그램 (CAN-Pro 4.0, The Korean Nutrition Society, Korea)을 통해 산출하였다.

혈액분석

대상자들의 혈액분석은 설문조사 당일의 투석 전 혈액검사 자료를 이용하였으며, 분석 항목으로는 인, 칼륨, 나트륨, 염소, 칼슘, 총단백질, 알부민, 헤모글로빈, 혈중요소질소 (blood urea nitrogen, BUN), 크레아티닌, 총콜레스테롤, 중성지방 등 15가지 분석자료를 사용하였다.

통계분석

본 연구의 자료분석은 SPSS 18.0 (SPSS Inc, USA)을 이용하였다. 대상자들의 일반적 특성과 혈액학적 특성은 평균 \pm 표준편차로 표시하거나, 빈도와 백분율로 표시한 후 독립표본 t-검정 (Student's t-test) 혹은 카이 제곱 검정 (Chi-square test)으로 유의성을 검증하였다. 각 식품 섭취량에 따른 혈청 인 농도 및 칼륨 농도는 투석기간과 약물섭취를 공변량으로 통제한 공분산분석 (ANCOVA)을 통하여 검정하였다. 식품

섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도 간의 상호관련성은 편상관관계 (Partial correlation coefficient)로 분석하였다. 모든 검정결과의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 정하였다.

결 과

일반적 특성

조사대상자들의 성별에 따른 일반적 특성은 Table 1과 같다. 대상자들의 평균 연령은 남자가 56.9 ± 14.0 세, 여자가 58.4 ± 10.3 세였고, 평균투석기간은 남자가 7.1 ± 7.8 년, 여자가 8.5 ± 7.1 년으로 조사되어 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 전체 대상자의 62.5%가 고혈압을, 35.4%가 당뇨병을 동반하고 있다고 조사되었으며 6.2%에서 만성콩팥병 가족력이 있다고 조사되었으나 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 대상자의 83.3%가 혈청 인 조절제 및 칼륨 조절제를 복용 중이었으며 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 식이요법 실천여부에 대해서는 남자의 65.0%, 여자의 28.6%가 실천하고 있다고 응답해 남자가 여자보다 식이요법 실천율이 유의하게 높은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 신장은 남자가 166.6 ± 6.1 cm이고 여자가 155.7 ± 6.0 cm이었으며, 전체중은 남자가 62.7 ± 7.7 kg이고 여자가 53.0 ± 7.5 kg로 조사되었다. BMI는 남자가 22.6 ± 2.6 kg/m²이고 여자가 21.9 ± 3.3 kg/m²으

Table 1. General characteristics and anthropometric variables of hemodialysis patients

Variables	Total (n = 48)	Male (n = 20)	Female (n = 28)	p-value
Age (yr)	$57.8 \pm 11.8^{1)}$	56.9 ± 14.0	58.4 ± 10.3	0.671
Duration of HD ²⁾ (yr)	7.9 ± 7.3	7.1 ± 7.8	8.5 ± 7.1	0.528
Hypertension				
Yes	30 (62.5) ³⁾	14 (70.0)	16 (57.1)	0.364
No	18 (37.5)	6 (30.0)	12 (42.9)	
Diabetes mellitus				
Yes	17 (35.4)	8 (40.0)	9 (32.1)	0.575
No	31 (64.6)	12 (60.0)	19 (67.9)	
Family history of CKD ⁴⁾				
Yes	3 (6.2)	1 (5.0)	2 (7.1)	0.762
No	45 (93.8)	19 (95.0)	26 (92.9)	
Medication ⁵⁾				
Yes	40 (83.3)	15 (75.0)	25 (89.3)	0.190
No	8 (16.7)	5 (25.0)	3 (10.7)	
Dietary therapy				
Yes	21 (43.8)	13 (65.0)	8 (28.6)	0.012*
No	27 (56.2)	7 (35.0)	20 (71.4)	
Height (cm)	160.2 ± 8.1	166.6 ± 6.1	155.7 ± 6.0	0.000***
Dry weight ⁶⁾ (kg)	57.1 ± 8.9	62.7 ± 7.7	53.0 ± 7.5	0.000***
BMI ⁷⁾ (kg/m ²)	22.2 ± 3.0	22.6 ± 2.6	21.9 ± 3.3	0.466
PIBW ⁸⁾ (%)	102.3 ± 14.0	104.4 ± 12.3	100.7 ± 15.1	0.370

1) Mean \pm SD 2) HD: hemodialysis 3) N (%) 4) CKD: chronic kidney disease 5) Medication: Phoslo Tab., Renagel Tab. and Kalimate 6) Post-dialytic weight 7) BMI: body mass index 8) PIBW: percent ideal body weight
*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$ by student's t-test or χ^2 -test

로 조사되었고, PIBW는 남자가 $104.4 \pm 12.3\%$ 이고 여자가 $100.7 \pm 15.1\%$ 로 조사되어 BMI와 PIBW는 성별에 따른 유의한 차이는 없었고 남녀 대상자 모두 대체적으로 정상범위에 속해 있는 것으로 나타났다.

혈액학적 특성

조사대상자들의 성별에 따른 혈액학적 특성은 Table 2와 같다. 남자의 평균 혈청 인은 4.46 ± 1.51 mg/dl, 여자의 평균 혈청 인은 4.54 ± 1.55 mg/dl이었고 남자의 평균 혈청 칼륨은 4.65 ± 0.71 mEq/l, 여자의 평균 혈청 칼륨은 4.80 ± 0.75 mEq/l로 조사되어 남녀간 유의한 차이는 없었다. 이 두 수치 모두 정상수준의 상한치에 가깝게 유지되고 있었다. 혈청 나트륨, 염소, 칼슘은 남녀 대상자에서 대체로 정상범위를 유지하고 있는 것으로 조사되었고 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 총 단백질과 알부민 수치는 남녀 모두 정상범위에 속해 대상자들의 단백질 영양상태가 양호한 것으로 나타났으며, 알부민의 경우 남자가 여자보다 유의하게 높은 것으로 나타나 ($p < 0.05$) 남자의 단백질 영양상태가 여자보다 좋은 것으로 판단되었다. BUN과 크레아티닌은 남, 여 모두에게서 정상범위를 초과한 수치를 보였으나, 만성 콩팥병의 관용범위를 (CKD range)를 고려했을 때 양호한 것으로 나타났다. 크레아티닌의 경우엔 남자가 여자보다 유의하게 높은 것으로 나타났는데 ($p < 0.05$), 이것은 근육량에 비례한 것으로 남자의 근육량이 여자보다 많기 때문에 크레아티닌 생성량도 남

자에게서 더 많은 것으로 사료된다. 대상자의 빈혈 관련 수치를 살펴보면, 혈청 페리틴은 대체적으로 정상 혹은 정상보다 높은 수치를 유지하고 있었으나 헤모글로빈과 헤마토크릿은 남녀 모두에게서 정상범위보다 낮은 수치를 보여, 대상자들의 철 저장상태는 양호하나 신장기능 저하로 인해 조절기능이 저하되어 있다고 판단되었다. 지질 관련 검사로는 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤 (HDL-cholesterol)을 분석했는데, 그 결과 남녀 대상자에서 대체로 정상범위를 유지하고 있었으며 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 남자의 40%에서 고인산혈증이, 25%에서 고칼륨혈증이 나타났고, 여자의 50%에서 고인산혈증이, 42.9%에서 고칼륨혈증이 나타났으며 성별에 따른 유의한 차이는 없었다.

혈청 인, 칼륨 농도

일반적 특성에 따른 혈청 인, 칼륨 농도

조사대상자들의 일반적 특성에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 Table 3과 같다. 성별과 연령에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다. 투석기간에 따른 혈청 인 농도는 유의한 차이가 없었으나, 혈청 칼륨 농도는 5년 미만인 군이 4.49 ± 0.74 mEq/l, 5년 이상인 군이 4.97 ± 0.65 mEq/l로 나타나 투석기간이 5년 이상인 군이 5년 미만인 군보다 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 고혈압 및 당뇨병 유무에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다. 치료방법에 따른 혈청 인 농도는 약물치료만을 시행하는 군에서 $4.99 \pm$

Table 2. Blood parameters of hemodialysis patients

Variables	Normal range ¹⁾	Total (n= 48)	Male (n = 20)	Female (n = 28)
Phosphorus (mg/dl)	3.0–4.5	$4.50 \pm 1.52^2)$	4.46 ± 1.51	4.54 ± 1.55
Potassium (mEq/l)	3.5–5.0	4.74 ± 0.73	4.65 ± 0.71	4.80 ± 0.75
Sodium (mEq/l)	136–145	136.63 ± 3.21	136.55 ± 2.76	136.68 ± 3.54
Chloride (mEq/l)	100–106	96.67 ± 3.55	96.25 ± 3.01	96.96 ± 3.91
Calcium (mg/dl)	9.0–10.5	9.13 ± 0.62	9.13 ± 0.73	9.13 ± 0.54
Total protein (g/dl)	6.4–8.3	6.86 ± 0.42	6.90 ± 0.41	6.83 ± 0.43
Albumin (g/dl)	3.5–5.0	4.08 ± 0.29	4.20 ± 0.29	$4.00 \pm 0.26^*$
BUN ³⁾ (mg/dl)	10–20	56.91 ± 16.03	56.22 ± 16.36	57.40 ± 16.07
Creatinine (mg/dl)	0.5–1.2	8.17 ± 2.36	8.98 ± 2.95	$7.60 \pm 1.66^*$
Ferritin (ng/ml)	10–300	294.03 ± 214.58	232.99 ± 208.86	337.63 ± 211.47
Hemoglobin (g/dl)	12–18	10.50 ± 1.27	10.64 ± 1.25	10.40 ± 1.30
Hematocrit (%)	37–52	31.76 ± 3.78	31.69 ± 3.89	31.81 ± 3.76
Total cholesterol (mg/dl)	< 200	150.48 ± 32.20	141.16 ± 25.90	157.14 ± 34.95
Triglyceride (mg/dl)	35–160	108.75 ± 47.63	99.40 ± 42.13	115.43 ± 50.87
HDL cholesterol (mg/dl)	40–75	43.40 ± 11.20	42.55 ± 12.12	44.00 ± 10.69
Prevalence (%)				
Hyperphosphatemia (serum phosphorus > 4.5 mg/dl)		22 (45.8) ⁴⁾	8 (40.0)	14 (50.0)
Hyperkalemia (serum potassium > 5.0 mEq/l)		17 (35.4)	5 (25.0)	12 (42.9)

1) Nutrition therapy and pathophysiology, Cengage Learning, Nelms, 2012. 2) Mean \pm SD 3) BUN: blood urea nitrogen 4) N (%)
*: $p < 0.05$ by ANCOVA between male and female group after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine

Table 3. Serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients according to general characteristics

Variables	N	Phosphorus (mg/dl)		Potassium (mEq/l)	
Gender					
Male	20	4.46 ± 1.51 ¹⁾	0.838	4.65 ± 0.71	0.586
Female	28	4.54 ± 1.55		4.80 ± 0.75	
Age (yr)					
< 60	27	4.76 ± 1.68	0.305	4.90 ± 0.73	0.421
≥ 60	21	4.18 ± 1.25		4.53 ± 0.69	
Duration of HD ²⁾ (yr)					
< 5	23	4.37 ± 1.48	0.742	4.49 ± 0.74	0.020*
≥ 5	25	4.62 ± 1.57		4.97 ± 0.65	
Hypertension					
Yes	30	4.70 ± 1.68	0.244	4.70 ± 0.81	0.791
No	18	4.18 ± 1.17		4.80 ± 0.59	
Diabetes mellitus					
Yes	17	4.08 ± 1.52	0.235	4.58 ± 0.83	0.581
No	31	4.74 ± 1.49		4.83 ± 0.67	
Treatment method					
Medication ³⁾	27	4.99 ± 1.61	0.034*	4.76 ± 0.74	0.997
Medication and dietary therapy	13	4.06 ± 1.12		4.72 ± 0.68	
Dietary therapy	8	3.58 ± 1.19		4.69 ± 0.88	

1) Mean ± SD 2) HD: hemodialysis 3) Medication: Phoslo Tab., Renagel Tab. and Kalimate

*: p < 0.05 by ANCOVA after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine

1.61 mg/dl, 약물치료와 함께 식이요법을 병행하는 군에서 4.06 ± 1.12 mg/dl로 나타나 약물치료만을 시행하는 군이 약물치료와 식이요법을 병행하는 군보다 혈청 인 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05).

밥의 형태와 곡류 및 전분류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도

조사대상자가 섭취하는 밥의 형태와 곡류 및 전분류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 Table 4와 같다. 밥의 형태에 따른 혈청 인 농도는 백미를 섭취하는 군이 3.98 ± 1.41 mg/dl, 백미에 잡곡을 섞어서 섭취하는 군이 5.22 ± 1.64 mg/dl, 잡곡만을 섭취하는 군이 5.27 ± 1.16 mg/dl로 나타나 백미를 섭취한 군에 비해 잡곡의 섭취량이 많은 군에서 혈청 인 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05). 밥의 형태에 따른 혈청 칼륨 농도는 백미를 섭취하는 군이 4.40 ± 0.65 mEq/l, 백미에 잡곡을 섞어서 섭취하는 군이 5.09 ± 0.53 mEq/l, 잡곡만을 섭취하는 군이 5.33 ± 0.62 mEq/l로 나타나 백미를 섭취한 군에 비해 잡곡의 섭취량이 많은 군에서 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.01). 빵의 섭취에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 섭취량이 높을수록 혈청 인, 칼륨 농도가 증가하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 나타나지 않았다. 그밖에 국수, 떡의 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도에서도 유의한 차이가 없었다. 감자의 섭취량에 따른 혈청 칼륨 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.32 ± 0.60 mEq/l, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.74 ±

0.84 mEq/l, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.08 ± 0.55 mEq/l로 나타나 감자의 섭취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05). 고구마의 섭취량에 따른 혈청 칼륨 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.37 ± 0.60 mEq/l, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.90 ± 0.77 mEq/l, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.20 ± 0.57 mEq/l로 나타나 고구마의 섭취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다 (p < 0.05). 감자와 고구마의 섭취량에 따른 혈청 인 농도는 유의한 차이를 보이지 않았다.

육류, 생선류, 난류 및 콩류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도

조사대상자의 육류, 생선류, 난류 및 콩류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 Table 5와 같다. 육류의 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다. 생선의 섭취에 따른 혈청 인 농도는 섭취량이 높을수록 혈청 인 농도가 증가하는 경향을 보이긴 했지만 유의한 차이는 나타나지 않았다. 생선의 섭취량에 따른 혈청 칼륨 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.48 ± 0.77 mEq/l, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.69 ± 0.62 mEq/l, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.03 ± 0.78 mEq/l로 나타나 생선의 섭취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05). 멸치와 난류, 두부의 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다. 콩자반의 섭취량에

Table 4. Serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients according to intake of grains and starch food

Variables	N	Phosphorus (mg/dl)		Potassium (mEq/l)	
Type of staple food					
Rice only	28	3.98 ± 1.41 ¹⁾	0.013*	4.40 ± 0.65	0.001**
Rice and mixed grains	10	5.22 ± 1.64		5.09 ± 0.53	
Mixed grains only	10	5.27 ± 1.16		5.33 ± 0.62	
Bread					
< 1 serving/wk	18	3.97 ± 1.18	0.196	4.56 ± 0.73	0.232
1-3 serving/wk	19	4.75 ± 1.66		4.76 ± 0.80	
> 3 serving/wk	11	4.95 ± 1.63		5.01 ± 0.58	
Noodles					
< 1 serving/wk	24	4.46 ± 1.38	0.415	4.88 ± 0.72	0.333
1-3 serving/wk	16	4.22 ± 1.45		4.70 ± 0.65	
> 3 serving/wk	8	5.20 ± 1.99		4.41 ± 0.90	
Rice cake					
< 1 serving/wk	26	4.19 ± 1.12	0.239	4.57 ± 0.67	0.132
1-3 serving/wk	15	4.91 ± 1.74		5.03 ± 0.76	
> 3 serving/wk	7	4.81 ± 2.20		4.77 ± 0.79	
Potato					
< 1 serving/wk	14	4.44 ± 1.56 ¹⁾	0.917	4.32 ± 0.60	0.031*
1-3 serving/wk	17	4.32 ± 1.44		4.74 ± 0.84	
> 3 serving/wk	17	4.74 ± 1.62		5.08 ± 0.55	
Sweet potato					
< 1 serving/wk	20	4.10 ± 1.30	0.099	4.37 ± 0.60	0.012*
1-3 serving/wk	18	5.20 ± 1.60		4.90 ± 0.77	
> 3 serving/wk	10	4.07 ± 1.45		5.20 ± 0.57	

1) Mean ± SD

*: p < 0.05, **: p < 0.01 by ANCOVA after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine. Serving size: bread (100 g), noodles (100 g), rice cake (130 g), potato (130 g), sweet potato (130 g)

따른 혈청 인 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.08 ± 1.09 mg/dl, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 5.10 ± 1.38 mg/dl, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.31 ± 2.36 mg/dl로 나타나 콩자반의 섭취량이 높을수록 혈청 인 농도가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다 (p < 0.05). 두유의 섭취량에 따른 혈청 인 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.17 ± 1.25 mg/dl, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.25 ± 1.96 mg/dl, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.55 ± 1.25 mg/dl로 나타나 두유의 섭취량이 높을수록 혈청 인 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05). 콩자반과 두유의 섭취량에 따른 혈청 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다.

채소류 및 과일류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도

조사대상자의 채소류 및 과일류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 Table 6과 같다. 채소류 섭취량에 따른 혈청 인 농도는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 칼륨 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.29 ± 0.72 mEq/l, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.44 ± 0.65 mEq/l, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.01 ± 0.67 mEq/l로

나타나 채소류 섭취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다 (p < 0.05). 대상자가 주로 섭취하는 채소류를 조사한 결과 저칼륨채소를 주로 섭취한다고 응답한 군이 24명, 중칼륨채소를 주로 섭취한다고 응답한 군이 18명, 고칼륨채소를 주로 섭취한다고 응답한 군이 6명으로 조사되었다. 세 군의 혈청 칼륨 농도는 각각 4.58 ± 0.77 mEq/l, 4.72 ± 0.64 mEq/l, 5.43 ± 0.45 mEq/l로 나타나 칼륨 함량이 높은 채소를 주로 섭취한 군일수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 (p < 0.05). 과일류 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 유의한 차이가 없었다. 대상자가 주로 섭취하는 과일류를 조사한 결과 저칼륨과일을 주로 섭취한다고 응답한 군이 22명, 중칼륨과일을 주로 섭취한다고 응답한 군이 26명으로 조사되었고 고칼륨과일을 주로 섭취한다고 응답한 군은 없었으며, 각 군간 혈청 인, 칼륨 농도의 유의한 차이는 없었다. 버섯의 섭취에 따른 혈청 인 농도는 섭취량이 증가함에 따라 혈청 인 농도도 증가하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었고, 혈청 칼륨 농도는 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 미만으로 섭취하는 군이 4.49 ± 0.70 mEq/l, 일주일에 1~3회 섭취하는 군이 4.69 ± 0.57 mEq/l, 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군이 5.02 ± 0.83 mEq/l로 나타나 버섯류 섭취

Table 5. Serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients according to intake of meat, fish, eggs and legumes

Variables	N	Phosphorus (mg/dl)		Potassium (mEq/l)	
Meat					
< 1 serving/wk	19	4.38 ± 1.59 ¹⁾	0.872	4.59 ± 0.72	0.099
1-3 serving/wk	16	4.61 ± 1.30		5.11 ± 0.41	
> 3 serving/wk	13	4.56 ± 1.76		4.50 ± 0.91	
Fish					
< 1 serving/wk	13	4.29 ± 1.34	0.791	4.48 ± 0.77	0.045*
1-3 serving/wk	20	4.57 ± 1.81		4.69 ± 0.62	
> 3 serving/wk	15	4.61 ± 1.30		5.03 ± 0.78	
Anchovy					
< 1 serving/wk	21	4.71 ± 1.48	0.407	4.79 ± 0.64	0.159
1-3 serving/wk	15	3.98 ± 1.34		4.39 ± 0.64	
> 3 serving/wk	12	4.79 ± 1.75		5.08 ± 0.85	
Egg					
< 1 serving/wk	11	4.12 ± 1.51	0.434	4.60 ± 0.78	0.677
1-3 serving/wk	19	4.61 ± 1.75		4.82 ± 0.53	
> 3 serving/wk	18	4.63 ± 1.30		4.74 ± 0.90	
Tofu					
< 1 serving/wk	14	4.76 ± 1.36	0.788	4.93 ± 0.67	0.428
1-3 serving/wk	15	4.47 ± 1.37		4.72 ± 0.71	
> 3 serving/wk	19	4.34 ± 1.77		4.62 ± 0.80	
Kong ja ban²⁾					
< 1 serving/wk	30	4.08 ± 1.09	0.033*	4.64 ± 0.70	0.668
1-3 serving/wk	9	5.10 ± 1.38		4.90 ± 0.79	
> 3 serving/wk	9	5.31 ± 2.36		4.90 ± 0.81	
Soybean milk					
< 1 serving/wk	26	4.17 ± 1.25	0.039*	4.77 ± 0.71	0.174
1-3 serving/wk	11	4.25 ± 1.96		4.44 ± 0.84	
> 3 serving/wk	11	5.55 ± 1.25		4.96 ± 0.63	

1) Mean ± SD 2) Beans cooked in soy sauce.

*: p < 0.05 by ANCOVA after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine. Serving size: meat (60 g), fish (60 g), anchovy (15 g), egg (60 g), tofu (80 g), kong ja ban (20 g), soybean milk (200 ml)

Table 6. Serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients according to intake of vegetables, fruits and mushrooms

Variables	N	Phosphorus (mg/dl)		Potassium (mEq/l)	
Vegetables					
< 1 serving/wk	7	3.47 ± 1.28 ¹⁾	0.171	4.29 ± 0.72	0.038*
1-3 serving/wk	14	4.47 ± 1.64		4.44 ± 0.65	
> 3 serving/wk	27	4.79 ± 1.44		5.01 ± 0.67	
Mostly intake vegetables					
Low-potassium vegetables	24	4.33 ± 1.66	0.303	4.58 ± 0.77	0.047*
Moderate-potassium vegetables	18	4.41 ± 1.27		4.72 ± 0.64	
High-potassium vegetables	6	5.52 ± 1.46		5.43 ± 0.45	
Fruits					
< 1 serving/wk	8	4.14 ± 1.13	0.378	4.78 ± 0.97	0.362
1-3 serving/wk	16	4.32 ± 1.69		4.61 ± 0.59	
> 3 serving/wk	24	4.75 ± 1.53		4.81 ± 0.75	
Mostly intake fruits					
Low-potassium fruits	22	4.12 ± 1.35	0.235	4.60 ± 0.77	0.090
Moderate-potassium fruits	26	4.83 ± 1.60		4.86 ± 0.69	
Mushrooms					
< 1 serving/wk	16	4.13 ± 1.26	0.330	4.49 ± 0.70	0.048*
1-3 serving/wk	15	4.62 ± 1.64		4.69 ± 0.57	
> 3 serving/wk	17	4.76 ± 1.64		5.02 ± 0.83	

1) Mean ± SD

*: p < 0.05 by ANCOVA after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine. Serving size: vegetables (70 g), fruits (100 g), mushrooms (30 g)

취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다 ($p < 0.05$).

식이 인, 칼륨 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도

조사대상자의 식이 인, 칼륨 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도는 Table 7과 같다. 대상자의 평균 인 섭취량은 $16.98 \pm$

7.37 mg/kg IBW, 평균 칼륨 섭취량은 1926.9 ± 824.4 mg/day로 조사되었고, 이들 중 50%가 대한영양사협회에서 제시한 인의 권장섭취량 ($15 \sim 17$ mg/kg IBW)보다 높게 섭취하고 있었으며 31.2%가 칼륨의 권장섭취량 ($1,500 \sim 2,500$ mg/day)보다 높게 섭취하는 것으로 나타났다.¹⁷ 식이 인 섭취가 권장

Table 7. Serum levels of phosphorus and potassium in hemodialysis patients according to nutrient intake

Phosphorus	N (%)	Nutrient intake (mg/kg IBW)	Serum levels (mg/dl)	
Total	48 (100)	16.98 ± 7.37	4.50 ± 1.52	
Adequate intake (< 17 mg/kg IBW)	24 (50)	11.34 ± 3.63	4.13 ± 1.31	0.047*
High intake (≥ 17 mg/kg IBW)	24 (50)	22.62 ± 5.60	4.88 ± 1.64	
Potassium	N (%)	Nutrient intake (mg/day)	Serum levels (mEq/l)	
Total	48 (100)	1926.9 ± 824.4	4.74 ± 0.73	
Adequate intake (< 2,500 mg/day)	33 (68.8)	1498.1 ± 489.8	4.59 ± 0.61	0.022*
High intake ($\geq 2,500$ mg/day)	15 (31.2)	2870.5 ± 588.0	5.07 ± 0.88	

*: $p < 0.05$ by ANCOVA between adequate intake and high intake group after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine

Table 8. Partial correlation coefficients between serum levels of phosphorus, potassium and general characteristics, food intake, nutrient intake of hemodialysis patients

Variables	Serum phosphorus		Serum potassium	
	Correlation	p-value	Correlation	p-value
Age	0.039	0.798	0.081	0.591
Duration of HD ¹⁾	0.027	0.857	0.323	0.027*
Rice	-0.198	0.186	-0.312	0.035*
Mixed grains	0.312	0.035*	0.430	0.003**
Noodles	0.217	0.148	-0.153	0.309
Bread	0.189	0.208	0.180	0.233
Rice cake	0.114	0.449	0.094	0.533
Potatoes	0.027	0.858	0.329	0.026*
Sweet potatoes	0.037	0.809	0.270	0.069
Meat	0.072	0.635	-0.189	0.208
Fish	0.176	0.241	0.313	0.034*
Anchovy	-0.046	0.762	0.070	0.644
Eggs	0.188	0.211	0.066	0.661
Tofu	-0.002	0.987	-0.211	0.160
Kong ja ban	0.271	0.068	0.054	0.724
Soybean milk	0.309	0.036*	0.042	0.780
Vegetables	0.178	0.237	0.289	0.052
Low-potassium vegetables	0.047	0.755	0.220	0.141
Moderate-potassium vegetables	0.184	0.221	0.077	0.612
High-potassium vegetables	0.147	0.329	0.330	0.025*
Fruits	0.275	0.064	0.243	0.104
Low-potassium fruits	0.171	0.257	0.171	0.256
Moderate-potassium fruits	0.276	0.064	0.280	0.059
High-potassium fruits	-0.125	0.409	-0.285	0.055
Mushrooms	0.222	0.139	0.218	0.145
Intake of phosphorus	0.327	0.027*	0.180	0.232
Intake of potassium	0.245	0.094	0.357	0.015*

1) HD: hemodialysis

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by Partial Correlations after adjusting for hemodialysis duration and taking medicine

량 미만인 군의 혈청 인 농도는 4.13 ± 1.31 mg/dl, 권장량 이상인 군의 혈청 인 농도는 4.88 ± 1.64 mg/dl로 식이 인 섭취가 권장량 이상인 군이 권장량 미만인 군보다 혈청 인 농도가 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 식이 칼륨 섭취가 권장량 미만인 군의 혈청 칼륨 농도는 4.59 ± 0.61 mEq/l, 권장량 이상인 군의 혈청 칼륨 농도는 5.07 ± 0.88 mEq/l로 식이 칼륨 섭취가 권장량 이상인 군이 권장량 미만인 군보다 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았다 ($p < 0.05$).

일반적 특성, 식품군 및 영양소 섭취량과 혈청 인, 칼륨과의 상관관계

조사대상자의 나이, 투석기간, 식품군 및 식이 인, 칼륨 섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도 간의 상관관계는 Table 8과 같다. 대상자의 나이와 혈청 인, 칼륨과는 관련성을 보이지 않았고, 대상자의 투석기간과 혈청 칼륨 농도에서는 유의한 양의 상관관계가 나타났다 ($p < 0.05$). 쌀의 섭취와 혈청 칼륨과의 관계에서는 유의한 음의 상관관계를 보였고 ($p < 0.05$), 잡곡의 섭취는 혈청 인 ($p < 0.05$), 칼륨 ($p < 0.01$) 모두에서 유의한 양의 상관관계를 보였다. 이를 통해 잡곡의 섭취량이 높을수록 혈청 인, 칼륨 농도가 유의하게 증가됨을 알 수 있었다. 감자의 섭취와 혈청 칼륨과의 관계 ($p < 0.05$), 생선의 섭취와 혈청 칼륨과의 관계 ($p < 0.05$) 에서 유의한 양의 상관관계를 보였고, 두유의 섭취와 혈청 인과의 관계에서도 유의한 양의 상관관계가 나타났다 ($p < 0.05$). 이를 통해 감자와 생선의 섭취량이 높을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가되며, 두유의 섭취량이 높을수록 혈청 인 농도가 유의하게 증가됨을 추론할 수 있다. 고칼륨채소의 섭취와 혈청 칼륨 농도에서도 유의한 양의 상관관계가 나타났다 ($p < 0.05$). 영양소 섭취량과 혈청 농도와의 상관관계에서는 식이 인 섭취량과 혈청 인 농도에서 유의한 양의 상관관계가 나타났으며, 식이 칼륨 섭취량과 혈청 칼륨 농도에서도 유의한 양의 상관관계가 나타났다 ($p < 0.05$).

고 찰

본 연구는 혈액투석을 시행중인 만성 콩팥병 환자를 대상으로 일상식품군의 섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도의 상관관계를 살펴보고자 수행되었다.

고인산혈증 및 고칼륨혈증은 혈액투석 환자에게 흔히 발생하는 임상증상으로 투석 환자의 생존율과 깊은 상관관계를 가진다.¹⁸⁻²¹ 본 연구에서는 모든 대상자가 투석 시의 식이요법에 대해 이미 한차례 이상 교육 받았으나, 그 중 43.8%만이 식이요법을 시행중인 것으로 조사되었다. 이는 Kim²²이 보고

한 76.1%에 비해 현저히 낮은 수치로, 본 연구 대상자의 식이요법 실천율이 심각하게 낮은 것으로 나타났다. 성별에 따른 식이요법 실천율은 남자가 여자보다 유의하게 높은 것으로 조사되었고, 이는 An²³의 연구에서 남자의 신장관련 식습관 점수가 여자보다 높게 나타난 결과와 유사하였다. 식이요법의 실천을 위해서는 돌보는 가족의 적극적인 도움이 필요한데, 남자 환자의 경우 여자 배우자의 철저한 식사 준비가 이러한 결과로 나타난 것이라 사료된다.

투석 환자들은 투석기간이 길어짐에 따라 식이조절에 대한 의지가 약해지면서 식이요법 실천의욕이 저하되기 쉽다. 복막투석 환자의 투석 기간에 따른 식이요법 실천정도를 비교한 Seo 등²⁴의 연구에서는 2년 이상 투석자가 2년 미만 투석자 보다 식이요법 실천도가 유의하게 낮았다고 보고하였다. 본 연구에서는 대상자를 5년 미만 투석자와 5년 이상 투석자로 분류하여 혈청 인, 칼륨 농도를 조사하였고, 그 결과 혈청 칼륨 농도가 5년 미만 투석자보다 5년 이상 투석자에서 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이는 5년 이상의 장기간의 투석요법으로 인한 대상자들의 식이요법 실천의욕 저하가 원인인 것으로 사료된다.

혈청 인, 칼륨 농도가 투석요법과 식이요법만으로는 조절되지 않을 경우엔 포슬로, 레나겔 등의 혈청 인 조절제와 카리메트 등의 혈청 칼륨 조절제를 복용함으로써 혈청 농도를 정상수준으로 유지할 수 있다. 본 연구에서는 전체 대상자의 45.8%, 35.4%가 각각 혈청 인, 칼륨 농도가 정상수준을 초과한 것으로 조사되었으며, 48명 중 40명이 혈청 인, 칼륨 농도 조절을 위한 약물을 복용 중인 것으로 조사되었다. 이 중 약물요법과 함께 식이요법을 병행하는 환자는 13명으로, 약물요법만을 시행하는 환자 27명에 비해 평균 혈청 인 농도가 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 이를 통해 혈청 인 농도 조절을 위한 약물 복용 시, 식이요법을 병행하는 것이 혈청 인 농도 감소에 상당한 효과가 있는 것으로 사료된다. 한편 본 연구에서 혈청 칼륨 농도는 약물치료를 시행하더라도 정상 수준으로 유지하기 어려운 것으로 나타났으므로, 혈청 칼륨 농도 조절을 위해 식이요법이 반드시 시행되어야 할 것으로 사료된다.

혈액투석 시 식이 인, 칼륨의 섭취는 하루 권장 섭취량 (인: 15~17 mg/kg IBW, 칼륨: 1,500~2,500 mg/day)을 초과하지 않도록 제한함으로써 혈청 인, 칼륨 농도를 정상범위 (인: 3.0~4.5 mg/dl, 칼륨: 3.5~5.0 mEq/l)이내로 유지하도록 권장된다.^{17,25} 본 연구에서는 대상자의 식이 인, 칼륨 섭취량을 각각 권장량 미만인 군과 권장량 이상인 군으로 나누어 혈청 인, 칼륨 농도를 조사하였다. 그 결과 두 영양소에서 모두 권장량 이상 섭취하는 군이 권장량 미만 섭취하는 군보다 혈청 농도가 유의하게 높았으며, 정상범위를 초과한 것으로 나타

났다. 이를 통해 혈액투석 환자의 식이요법 실천이 혈청 인, 칼륨 농도의 정상범위 유지에 상당한 효과가 있는 것으로 사료된다. 그러나 이러한 미량영양소의 경우엔 식품선택 및 조리법에 따라 영양소 함량이 천차만별이고, 매 식사 시 섭취량을 일일이 파악하기 힘들기 때문에 환자들이 식이요법을 실천하는데 많은 어려움을 겪는다. 만성 콩팥병 환자의 영양관리 상태에 대해 연구한 Kim²²에 따르면, 대부분의 만성 콩팥병 환자들은 특정 식품과 질병과의 관계에 대한 이해력이 미흡하고, 알고 있는 영양지식이 있더라도 실제 행동에 옮기지 못하는 것으로 보고되었다. 따라서 만성 콩팥병 환자가 식이요법을 보다 간편하게 실천하기 위해서는 식이 인, 칼륨의 섭취를 권장 섭취량으로 제시한 기존의 식사지침 이외에 식품군별 1인 1회 분량에 대한 권장 섭취 횟수를 제시한 새로운 식사지침이 필요할 것으로 사료된다.

짧은 한국인의 식사에서 차지하는 비중이 크고 섭취 빈도가 높아 무기질 공급원으로써 중요한 역할을 한다. 그 중에서도 인과 칼륨은 각각 전체 무기질의 46%, 36% 정도로 다른 무기질에 비해 다량 함유되어있다.²⁶ 이 두 영양소의 절대적인 함량은 도정율에 따라 달라지는데, 현미와 백미의 무기질 함량에 대해 연구한 Kim 등²⁶은 현미의 인, 칼륨 함량이 백미보다 2배 이상 높아 도정에 의해 이를 50% 이상 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 한편 차조, 보리, 찹쌀 등 기타 곡류에도 인, 칼륨이 다량 함유되어 있는데, 백미와 혼합잡곡의 무기질성분에 대해 연구한 Lim 등²⁷에 따르면 혼합잡곡의 인, 칼륨 함량이 백미에 비해 월등히 높은 것으로 보고되었다. 이러한 이유로 혈액투석 환자에게는 인, 칼륨 함량이 낮은 백미를 섭취하도록 권장하고 있는데, 그럼에도 불구하고 본 연구 대상자의 42% 가량이 잡곡을 섭취하고 있는 것으로 조사되어 대상자의 상당수가 식이요법을 제대로 수행하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 대상자의 주식형태에 따른 혈청 인, 칼륨 농도를 비교한 결과 잡곡을 섭취한 군이 백미를 섭취한 군보다 혈청 인, 칼륨 농도가 유의하게 높았고, 정상범위를 훌쩍 넘어선 것으로 조사되었다. 따라서 혈액투석환자는 잡곡의 섭취를 엄격히 제한하고 가급적 백미를 섭취함으로써 혈청 인, 칼륨 농도를 정상범위 이내로 유지할 것을 권장한다.

감자와 고구마는 칼륨 함량이 높은 채소로써 칼륨의 과잉 섭취 시 체외 배설이 어려운 투석 환자들에게는 이 두 채소의 과잉섭취를 제한해야 한다. 본 연구에서도 감자 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하였으며, 특히 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군의 혈청 칼륨 농도는 정상범위를 넘어선 것으로 조사되었다. 고구마 역시 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하였으며 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 3회 보다 많이 섭취

한 군의 혈청 칼륨 농도가 정상범위를 넘어선 것으로 나타났다. 따라서 이 두 식품을 일주일에 3회 이하 즉, 하루에 0.5회 이하로 섭취할 것을 권장하며 굵거나 튀기는 조리법 보다는 껍질을 제거하고 삶는 조리법을 통해 수용성 물질인 칼륨을 물에 용출시켜 일부를 제거하고 섭취할 것을 권장한다.¹⁷

단백질 식품의 과잉 섭취는 단백질의 과량섭취 자체가 문제가 되기도 하지만, 단백질과 함께 결합되어있는 인의 과잉 섭취로 인한 고인산혈증도 문제가 될 수 있다.²⁸ Noori 등의 연구에 따르면 인의 섭취량과 단백질의 섭취량은 높은 양의 상관관계를 가진다고 보고하였고 그로 인해 사망위험이 증가할 수 있다고 하였다.¹³ 따라서 인 함량이 풍부한 동물성 단백질 즉, 어육류, 가금류 등의 섭취 시에는 인 함량은 낮으면서도 생물가가 높은 쇠등심, 닭가슴살, 돼지 삼겹살, 임연수와 같은 식품을 선택할 것을 권장한다.^{23,29} 본 연구에서는 생선의 섭취량이 높은 군일수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높은 것으로 조사되었다. 특히 생선의 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 3회 보다 많이 섭취할 경우 혈청 칼륨 농도가 정상범위를 초과한 것으로 나타났으므로 생선의 섭취를 일주일에 3회 이하 즉, 하루에 0.5회 이하로 하는 것이 바람직하다고 사료된다. 그밖에 동물성 단백질 식품에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

콩자반의 주재료가 되는 서리태는 인 함량이 백미의 약 1.5배 정도이며, 서리태 외에 다른 콩류도 일반적으로 곡류에 비해 더 많은 양의 인을 함유하고 있다.²⁷ 따라서 만성 콩팥병 환자들에게는 콩밥을 비롯한 각종 콩요리의 섭취를 가급적 제한하고 있다. 특히 짠맛이 강한 콩자반은 나트륨 및 수분 섭취 증가로 인한 부종을 유발할 수 있기 때문에 주의해야 한다. 본 연구에서는 콩자반의 섭취량 증가에 따라 혈청 인 농도가 유의하게 증가하며 콩자반의 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 1회 이상 섭취한 군에서는 혈청 인 농도가 정상범위를 초과한 것으로 나타났다. 따라서 혈액투석 환자는 콩자반을 엄격히 제한함으로써 혈청 인 농도가 정상범위를 초과하지 않도록 주의해야 한다.

두유 섭취량이 높을수록 혈청 인 농도가 유의하게 증가했으며, 특히 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군에서는 다른 군에 비해 혈청 인 농도가 급격히 증가한 것으로 나타났다. 두유는 원재료가 콩류이며 단백질 식품이기 때문에 혈청 인 농도에 영향을 준 것으로 사료되며 일주일에 3회 미만 즉, 하루에 0.5회 이하로 섭취할 것을 권장한다.

채소는 종류와 조리법이 다양하고 특히 한국인은 김치의 섭취가 높아 대상자의 절반 이상이 1인 1회 섭취 분량을 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 것으로 조사되었다. 채소의 섭취에 따른 혈청 칼륨 농도는 섭취량이 높을수록 유의적으로 증가했으며, 특히 일주일에 3회 보다 많이 섭취하는 군에서는

정상 혈청 범위를 초과한 것으로 조사되었다. 김치는 배추 자체의 칼륨 함량은 낮지만, 조미료로 쓰이는 고춧가루의 칼륨 함량이 매우 높다.²⁹ 따라서 김치의 섭취량을 줄이기 힘들면, 섭취 시 양념을 덜어내거나 고춧가루 사용이 적은 백김치나 나박김치 등을 섭취하는 것이 좋을 것이라 사료된다. 채소를 칼륨 함량을 기준으로 분류하여 대상자가 주로 섭취하는 채소 군별 혈청 칼륨 농도를 분석한 결과 고칼륨 채소를 주로 섭취하는 군이 저칼륨 채소를 주로 섭취하는 군의 혈청 칼륨 농도보다 유의하게 높았으며, 다른 군과는 달리 정상범위를 넘어서는 수치를 보였다. 따라서 고칼륨 채소의 섭취를 가급적 제한하도록 하고 섭취 시에는 얇게 썰어 많은 양의 물에 담갔다 사용하거나 물에 데친 것을 사용하여 칼륨의 일부를 제거한 뒤 섭취할 것을 권장한다. 고칼륨 채소로는 아욱, 근대, 미나리, 부추, 시금치 등이 있으며, 중칼륨 채소로는 상추, 도라지, 열무, 애호박 등이 있고, 저칼륨 채소로는 배추, 양배추, 오이, 콩나물 등이 있다. 과일의 섭취량에 따른 혈청 인, 칼륨 농도의 유의한 차이는 없었으며, 저칼륨 과일을 주로 섭취하는 군과 중칼륨 과일을 주로 섭취하는 군에서도 유의한 차이는 없었다. 그러나 고칼륨 과일을 주로 섭취하는 대상자는 없는 것으로 조사되어, 만성 콩팥병 환자들이 고칼륨 채소의 섭취보다 고칼륨 과일의 섭취를 더 자제하는 것으로 판단되었다. 고칼륨 과일로는 바나나, 키위, 토마토 등이 있으며, 중칼륨 과일로는 귤, 배, 딸기, 오렌지 등이 있고, 저칼륨 과일로는 감, 사과, 파인애플, 포도 등이 있다. 한편 버섯은 중칼륨 채소에 해당하는 만큼의 칼륨을 함유하고 있으므로 과다섭취를 주의해야 한다. 본 연구결과, 버섯의 섭취량에 따라서도 혈청 칼륨 농도가 유의하게 증가하는 것으로 나타나, 버섯의 섭취를 일주일에 3회 즉, 하루에 0.5회 이하로 할 것을 권장한다.

대상자의 일상식품군 섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관관계를 분석한 결과 잡곡, 두유의 섭취와 혈청 인 농도에서 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 혈액투석 기간, 잡곡, 감자, 생선, 고칼륨 채소의 섭취와 혈청 칼륨 농도에서 유의한 양의 상관관계를 보인 것으로 나타났다. 한편 백미의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 유의한 음의 상관관계를 보여 잡곡 대신에 백미를 섭취하는 것이 혈청 칼륨농도 감소에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점으로는 식품섭취빈도조사만을 이용하여 식이 조사를 하였기 때문에 대상자들의 영양소 섭취량을 정확하게 파악할 수 없다는 점이 있었다.

요 약

본 연구는 서울특별시 소재한 한양대학교병원에서 혈액

투석을 시행중인 만성 콩팥병 환자를 대상으로 일상식품군의 섭취량과 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관관계를 살펴봄으로써 혈액투석 중의 합병증 예방 및 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

1) 본 연구 대상자는 총 48명 (남: 20명, 여: 28명)으로 평균 혈청 인 농도는 4.50 ± 1.52 mg/dl, 평균 혈청 칼륨 농도는 4.74 ± 0.73 mEq/l였다. 전체 대상자 중 고인산혈증을 보인 환자는 45.8%, 고칼륨혈증을 보인 환자는 35.4%였다.

2) 식이요법 실천율은 남자가 여자보다 유의하게 높았고, 대상자 중 약물치료만 시행하는 군보다 약물치료에 식이요법을 병행하는 군에서 혈청 인 농도가 유의하게 낮았다.

3) 투석기간에 따른 혈청 칼륨 농도는 5년 미만 투석자보다 5년 이상 투석자에서 유의하게 높았다.

4) 백미를 섭취한 군이 잡곡을 섭취하는 군보다 혈청 인, 칼륨 농도가 유의하게 낮았다. 감자와 고구마의 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았으며, 일주일에 3회를 초과하여 섭취한 군의 경우 혈청 칼륨 농도가 정상범위를 넘어섰다.

5) 생선의 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았으며, 특히 일주일에 3회를 초과하여 섭취한 군의 경우 혈청 칼륨농도가 정상범위를 넘어섰다. 콩자반과 두유의 섭취량이 증가할수록 혈청 인 농도가 유의하게 높았으며, 콩자반의 경우 일주일에 1회 이상, 두유의 경우 일주일에 3회 보다 많이 섭취한 군의 경우 혈청 인 농도가 정상범위를 넘어섰다.

6) 채소의 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았으며, 특히 고칼륨 채소의 섭취가 많을수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 더 높았다. 버섯의 섭취량이 증가할수록 혈청 칼륨 농도가 유의하게 높았으며, 일주일에 3회 보다 많이 섭취한 군의 경우 혈청 칼륨 농도가 정상범위를 넘어섰다.

7) 잡곡과 두유의 섭취는 혈청 인 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 투석기간, 잡곡, 감자, 생선, 고칼륨 채소의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 양의 상관관계를 보였다. 한편 쌀의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 유의한 음의 상관관계를 보였다.

이와 같은 결과를 통하여 혈액투석 환자들의 식이요법 실천은 혈청 인 농도 조절에 긍정적인 효과가 있었으며, 투석기간이 길어질수록 혈청 칼륨 농도가 높아지는 것으로 보아 지속적인 식이요법이 필수적인 것으로 생각된다. 일상식품군의 섭취와 혈청 인, 칼륨 농도와의 상관관계에서 잡곡의 섭취는 혈청 인, 칼륨 농도와 유의한 양의 상관관계를, 백미의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 유의한 음의 상관관계를 보여주었다. 이를 통해 잡곡의 섭취를 줄이고 백미를 섭취하는 것이 혈청 인, 칼륨 농도 감소에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 두유의 섭취는 혈청 인 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였으

며, 감자 및 생선의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 정상 혈청 인, 칼륨 농도의 유지를 위해서는 이들 식품의 1인 1회 섭취 분량을 하루에 0.5회 이하로 나누어 섭취하되, 일주일에 3회를 초과하여 섭취하지 않을 것을 권장한다. 한편 고칼륨 채소의 섭취는 혈청 칼륨 농도와 유의한 양의 상관관계를 보였으며, 다른 채소 섭취에 비해 혈청 칼륨 농도를 정상범위 이상으로 증가시키는 것으로 보아 가급적 섭취를 제한할 것을 권장한다.

References

- Jin DC, Kim NH, Lee SW, Lee JS, Yoon SR, Kim BS. Current renal replacement therapy in Korea - Insan Memorial Dialysis Registry, 2011 - ESRD Registry Committee, Korean Socociety of Nephrology [Internet]. Seoul: Korean Society of Nephrology; 2011 [cited 2013 Oct 4]. Available from: <http://www.ksn.or.kr/journal/2012/index.html>.
- Jo WY. Special: management of the complications in hemodialysis patients. *Kidney Health* 2002; 3: 12-15.
- Suh MR, Lee EB, Yang WS, Kim SB, Park SK, Lee SK, Park JS, Hong CG. Survival analysis of hemodialysis patients: a single center study. *Korean J Nephrol* 2002; 21(4): 636-644.
- Lim IS, Lee GY, Chun SH, Kim GH, Goo JR, Chun RW, Chae DW, Kim HJ, Noe JW. Factors contributing to morbidity and mortality in chronic hemodialysis patients. *Korean J Med* 1995; 49(5): 683-692.
- Song KI, Kim SH, Maeng JH, Choi JS. Survival analysis of elderly hemodialysis patients in a single center. *Korean J Nephrol* 2003; 22(2): 228-236.
- Ganesh SK, Stack AG, Levin NW, Hulbert-Shearon T, Port FK. Association of elevated serum PO(4), Ca X PO(4) product, and parathyroid hormone with cardiac mortality risk in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12(10): 2131-2138.
- Kovesdy CP, Regidor DL, Mehrotra R, Jing J, McAllister CJ, Greenland S, Kopple JD, Kalantar-Zadeh K. Serum and dialysate potassium concentrations and survival in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2(5): 999-1007.
- Sehgal AR, Sullivan C, Leon JB, Bialostosky K. Public health approach to addressing hyperphosphatemia among dialysis patients. *J Ren Nutr* 2008; 18(3): 256-261.
- Rodriguez DJ, Hunter VM. Nutritional intervention in the treatment of chronic renal failure. *Nurs Clin North Am* 1981; 16(3): 573-585.
- Giachelli CM. Vascular calcification mechanisms. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(12): 2959-2964.
- Block GA, Klassen PS, Lazarus JM, Ofsthun N, Lowrie EG, Chertow GM. Mineral metabolism, mortality, and morbidity in maintenance hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(8): 2208-2218.
- Kim OK. Hyperkalemia in chronic renal failure [dissertation]. Gwangju: Chonnam National University; 2006.
- Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, Bross R, Benner D, Kopple JD. Association of dietary phosphorus intake and phosphorus to protein ratio with mortality in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5(4): 683-692.
- Noori N, Kalantar-Zadeh K, Kovesdy CP, Murali SB, Bross R, Nissenson AR, Kopple JD. Dietary potassium intake and mortality in long-term hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2010; 56(2): 338-347.
- Kim MY, Suh I, Nam CM, Yoon JY, Shim JS, Oh KW. The development and evaluation of a simple semi-quantitative food frequency questionnaire using the contribution of specific foods to absolute intake and between-person variation of nutrient consumption. *Korean J Nutr* 2002; 35(2): 250-262.
- Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Deepak S, Block D, Block G. Food intake characteristics of hemodialysis patients as obtained by food frequency questionnaire. *J Ren Nutr* 2002; 12(1): 17-31.
- Korean Dietetic Association. The food exchange list for kidney failure patients. Seoul: Korean Dietetic Association; 1997.
- Lowrie EG, Lew NL. Death risk in hemodialysis patients: the predictive value of commonly measured variables and an evaluation of death rate differences between facilities. *Am J Kidney Dis* 1990; 15(5): 458-482.
- Iseki K, Uehara H, Nishime K, Tokuyama K, Yoshihara K, Kinjo K, Shiohira Y, Fukiyama K. Impact of the initial levels of laboratory variables on survival in chronic dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1996; 28(4): 541-548.
- Kestenbaum B, Sampson JN, Rudser KD, Patterson DJ, Seliger SL, Young B, Sherrard DJ, Andress DL. Serum phosphate levels and mortality risk among people with chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16(2): 520-528.
- Abe M, Okada K, Soma M. Mineral metabolic abnormalities and mortality in dialysis patients. *Nutrients* 2013; 5(3): 1002-1023.
- Kim JH. A study on nutritional management conditions of chronic renal failure patients [dissertation]. Seoul: Ewha Womans University; 1992.
- An HJ. Effects of K and P intervention on improvement of nutritional status in predialysis patients of diabetic nephropathy [dissertation]. Busan: Pusan National University; 2008.
- Seo JY, Kim NH, Heo YR. A study on nutritional status during dialysis in patients undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Korean J Nutr* 2012; 45(1): 30-43.
- Nahikian Nelms M, Sucher K, Lacey K, Roth SL. Nutrition intervention. In: *Nutrition Therapy and Pathophysiology*, 2nd edition. Belmont (CA): Wadsworth, Cengage Learning; 2011. p.532-536.
- Kim M, Yang HR, Jeong Y. Mineral contents of brown and milled rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2004; 33(2): 443-446.
- Lim S, Kang MS, Jwa MK, Song DJ, Oh YJ. Characteristics of cooked rice by adding grains and legumes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2003; 32(1): 52-57.
- Kalantar-Zadeh K, Gutekunst L, Mehrotra R, Kovesdy CP, Bross R, Shinaberger CS, Noori N, Hirschberg R, Benner D, Nissenson AR, Kopple JD. Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5(3): 519-530.
- The Korean Nutrition Society. *Food Values*. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2009.