

혈액투석환자의 근감소증 관련요인

신혜윤¹ · 민혜숙²

¹ 베데스다병원 인공신장실

² 동아대학교 간호학부 교수

Factors Associated with Sarcopenia among Hemodialysis Patients

Shin, Hye Yun¹ · Min, Hye Sook²

¹ Registered Nurse, Hemodialysis Unit, Bethesda Hospital

² Professor, College of Nursing, Dong-A University

Purpose : This descriptive survey aims to identify the prevalence of factors associated with sarcopenia among hemodialysis patients. **Methods** : The study subjects were 137 patients with chronic kidney failure undergoing hemodialysis in three artificial kidney centers in B and Y cities. Data were collected from August 1 to September 30, 2020, using the SARC-F (Strength, Assistant walking, Rising from a chair, Climbing stairs, Falls) questionnaire, Mini Nutritional Assessment-Short Form (MNA-SF), International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-SF), Bioelectrical Impedance Analysis (BIA), and a grip dynamometer. The collected data were analyzed using t-tests, crossover analysis, and logistic regression using the IBM SPSS 23 program. **Results** : The prevalence of sarcopenia among hemodialysis patients, determined using the SARC-F questionnaire, was 16.1%. The associated factors of sarcopenia among hemodialysis patients were found to be gender (OR=6.44, $p=.002$), age (OR=1.07, $p=.015$), nutritional status (OR=10.37, $p=.027$), and albumin level (OR=0.10, $p=.014$). These findings are supported by an explanatory power of 46.3% ($p=.597$). **Conclusion** : The identified risk factors for sarcopenia in hemodialysis patients were: sex, age, nutritional status, and albumin level. The findings of this study can serve as clinical evidence for the development of an intervention program for preventing and managing sarcopenia in patients undergoing hemodialysis.

Key words : Kidney failure, chronic, Renal Dialysis, Sarcopenia

투고일 : 2022. 1. 7 1차 수정일 : 2022. 1. 30 2차 수정일 : 2022. 2. 14 게재확정일 : 2022. 2. 14

주요어 : 만성신부전, 혈액투석, 근감소증

* 이 논문은 제 1저자 신혜윤의 석사학위논문 수정하여 작성한 것임

Address reprint request to : Min, Hye Sook <https://orcid.org/0000-0002-9292-1944>

College of Nursing, Dong-A University, 32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea

Tel : +82-51-240-2872, Fax : +82-51-240-2695, E-mail : hmin@dau.ac.kr

I. 서 론

1. 연구의 필요성

만성신부전은 원인 질환에 관계없이 점차적으로 신장의 정상적인 기능이 25% 이하로 감소된 상태로써 궁극적으로는 혈액투석이나 복막투석, 혹은 신장이식과 같은 신대체 요법을 하지 않으면 생명을 유지할 수 없게 된다[1]. 최근 대한신장학회에서 발표한 국내의 신대체요법 현황보고에 따르면 2019년 만성 신부전 환자는 108,873명으로 환자수가 매년 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 이들 중 75%의 환자가 혈액투석을 받고 있고 이들의 평균연령이 65세로 혈액투석환자가 점차 고령화 되고 있음을 보고하였다[2].

근감소증은 점진적으로 진행되는 골격근 질환으로서 근육의 양이 감소하고 근육의 강도가 저하되거나 신체적 수행기능이 저하되는 상태를 의미한다[3]. 근감소증은 일반적으로 노화와 함께 점진적으로 일어나는 것으로 알려져 있는데[4], 근감소증의 일반적 요인으로는 단백질 분해 및 합성 사이의 불균형, 염증 유발 사이토카인, 코티졸, 인슐린 저항성 등의 요인과 영양불량, 신체활동 감소, 알콜섭취, 흡연과 같은 생활습관이 보고되었다[5,6]. 혈액투석 환자들은 일반인보다 근감소증이 더 발생될 수 있는 요인들을 갖고 있는데, 실제로 선행연구에서 혈액투석환자의 근감소증 유병률이 13.5-37.0%로 일반인과 타질환자 보다는 높은 것으로 보고된다[7-9]. 혈액투석환자에서 자주 나타나는 심각한 신기능 저하와 요독의 축적, 대사성 산증의 발생으로 인한 친염증성 사이토카인의 증가는 단백질 소모와 근육단백의 분해를 증가시킴으로써 근육손실을 초래한다[11-13]. 또한 지속적으로 주 2-3회 실시하는 투석으로 인해 나타나는 피로와 허약감은 환자들의 신체활동을 저하시킴으로써 근육단백의 분해를 증가시킨다[14]. 이와 함께 혈액투석환자들은 투석 시 함께 복용하는 인결합제, 철분제 등의 약물 사용으로 인한 소화불량[12], 엄격하게 적용되는 치료적 제한식이, 식욕부진[15] 등으로 인해 충분하게 음식섭취를 하지 못함으로써 불균형적인 영양상태를 초래하게 된다. 선행연구에서 혈액투석환자들은 음식을 통한 단백질과 칼슘의 섭취량이 권장 기준치보다 낮은 것으로 보고되는데[16], 이러한

불균형적인 영양상태는 근육의 단백질 합성을 감소시키는 요인이 된다.

혈액투석환자의 근감소증은 근육량의 감소뿐만 아니라 근력의 약화를 초래하는데[8] 이로 인해 보행, 균형, 지구력과 같은 신체기능의 감소는 독립적인 일상생활을 방해하며 더 나아가 낙상과 이로 인한 골절의 위험성을 높인다[17]. 근감소증으로 인해 발생하는 신체적인 문제들은 혈액투석 환자들의 우울감을 높이고 자존감 저하와 같은 심리적 문제를 초래하여 삶의 질에도 부정적인 영향을 미치며[18-20] 근감소증이 없는 경우와 비교하여 심혈관 질환의 위험 4.33배, 사망 위험 6.99배, 병원 입원률 2.07배를 높이는 등의 부정적인 임상상황과도 밀접한 관련을 갖는 것으로 보고되었다[7,20,21].

앞에서 언급하였듯이 혈액투석환자가 증가하고 고령화되는 추세이며[2], 만성신부전의 질환 중증도가 높아질수록 근감소증 유병률이 높아지는 것으로 보고되어[22] 혈액투석환자들의 근감소증 발생을 예방하기 위한 간호중재가 매우 필요하다고 하겠다. 이를 위해서 우선적으로 혈액투석환자의 근감소증 발생과 관련 있는 요인들을 확인할 필요가 있는데, 국외연구에서는 혈액투석환자의 근감소증 발생의 관련요인으로 낮은 보행속도, 체질량지수(body mass index, BMI), 투석기간, 당뇨병 유무, 성별, 악력, 지방량, 근육량, 상박돌레와 종아리돌레, 혈청 알부민수치가 보고된 바 있다[8,22,23]. 국내에서도 혈액투석환자의 낮은 영양상태와 경제상태, 합병증 유무, C-반응 단백질과 인터루킨-6와 같은 염증지표, β_2 -microglobulin, 우울과 인지기능이 근감소증의 위험요인으로 보고되었으나[9,24] 전반적으로 혈액투석환자의 근감소증 발생의 관련요인을 확인한 국내연구는 부족하다고 하겠다. 특히 일반인과 비교하여 혈액투석 환자에서 차이가 있을 것으로 판단되는 영양상태와 신체활동 정도와 같은 생활습관과 근감소증 간의 관련성을 확인하는 연구가 필요하다. 이에 본 연구에서는 혈액투석환자들을 대상으로 이들의 일반적 특성과 혈액투석관련 특성, 영양상태, 신체활동, 신체구성, 악력, 혈액지표와 근감소증 간의 관련성을 확인하고자 한다. 본 연구결과는 근감소증 예방을 위한 간호중재 프로그램의 개발을 위한 근거자료를 제공할 것으로 기대한다.

2. 연구목적

본 연구는 혈액투석환자를 대상으로 근감소증의 관련요인을 확인하는 연구로서 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 근감소증군과 비근감소증군 간의 일반적인 특성과 혈액투석관련 특성의 차이를 확인한다.

둘째, 대상자의 근감소증군과 비근감소증군 간의 영양상태, 신체활동, 신체구성, 악력, 혈액지표의 차이를 확인한다.

셋째, 대상자의 근감소증 관련요인을 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구 설계

본 연구는 혈액투석환자의 근감소증 관련요인을 파악하기 위한 서술적 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구는 B광역시, 경남 Y시에 소재한 3개 병원의 인공신장실에서 혈액투석을 받고 있는 만성신질환 환자를 대상으로 하였다. 대상자의 구체적인 선정기준은 만 20세 이상으로 혈액투석을 시작한 초기에는 혈관의 미성숙 및 신체적, 심리적으로 민감한 시기이므로[25,26] 주 2회 이상의 혈액투석을 시작한지 3개월 이상인 자로 선정하였다. 또한 연구의 목적을 이해하고 참여하기로 동의한 자이다. 사지 중 한쪽 이상의 절단술을 받은 자와 스스로 거동이 불가능한 자는 대상자에서 제외하였다.

대상자의 근감소증 유무에 따른 특성 차이를 확인하기 위해 G*Power program (3.1.9.)을 사용하여 산출하였다. t-검정을 위한 유의수준 .05, 검정력 .8, 효과 크기 .5일 때 산출된 표본 수는 128명이며[9] 탈락률을 고려하여 총 149명을 모집하여 자료 수집을 실시하였고, 어지럼증으로 신체구성 검사를 중단한 3명, 신체계측을 거부한 4명, 설문지 내용이 불충분한 5명을 제외하여 총 137명을 최종 연구대상자로 하였다.

3. 연구 도구

1) 일반적 특성과 혈액투석 관련특성

대상자의 인구학적 특성과 혈액투석 관련특성으로 투석 횟수(week), 투석 기간(year), 투석 시간(time)을 확인하였다.

2) 근감소증

근감소증을 선별하기 위해 Malmstrom [27]가 만든 SARC-F (Strength, Assistant walking, Rising from a chair, Climbing stairs, Falls) 도구를 한국어로 번안한 Kim [28]의 도구를 사용하였다. 도구 사용을 위해 Kim [28]에게 이메일로 도구사용에 대한 승인을 받았다. 본 도구는 근력, 보행보조, 의자에서 일어서기, 계단 오르기, 낙상에 관련된 5개의 자가보고형 문항으로 구성된다. 본 도구의 문항 당 점수는 0점에서 2점으로 배점되며, 총점 10점 중 4점 이상일 때 근감소증으로 분류한다. Kim [28]의 연구에서는 90.6% 이상의 높은 특이도와 88.8% 이상의 음성예측치를 보고하였다. 본 연구의 신뢰도 Cronbach's α 는 .72였다.

3) 영양상태

영양상태는 Rubenstein [29]이 개발하고 Nestle Nutrition Institute [30]에서 번안하여 무료로 제공되는 MNA-SF (Mini Nutritional Assessment Short-Form) 도구를 사용하였다. 본 도구는 식욕저하, 체중저하, 거동 능력, 스트레스와 급성질환, 신경 정신과적 문제, 종아리 둘레의 6개 문항으로 구성되어 있으며 종아리둘레를 제외한 5개 문항은 자가보고형 문항으로 구성된다. 총 점수는 0점에서 14점으로 종아리 둘레와 체중저하 관련 문항은 0-3점으로, 나머지 문항은 0-2점으로 총 점수가 0-7점은 '영양불량군(malnutrition)', 8-11점은 '영양불량 위험군(risk)', 12-14점은 '정상군(well)'으로 분류되며 점수가 낮을수록 영양상태가 좋지 않음을 나타낸다. 본 도구의 개발당시 민감도는 97.9%, 특이도는 100%로 짧은 시간 내 영양불량 환자를 정확하게 선별할 수 있는 도구로 보고되었다[29].

4) 신체활동

국제합의기구(The international Consensus Group for the Development of an International Physical Activity Questionnaire)에서 개발하고 무료로 제공되는 IPAQ-SF (International Physical Activity Questionnaire Short-form) [31]를 사용하여 신체활동을 측정하였다. 도구는 최근의 신체활동으로서 걷기, 중강도와 고강도 활동의 정도를 확인하는 내용으로 구성된다. IPAQ는 점수 환산법에 근거하여 각 활동에 대해 분당 가중치를 두고 환산하였고 신체활동량은 METs (Metabolic Equivalent Task-minutes)으로 산출하였다. 고강도 활동은 8.0 METs, 중강도 활동은 4.0 METs, 걷기는 3.3 METs로 나누어 주당 활동횟수 x 활동시간(분) x 운동 강도(METs)로 계산하였고 점수에 따라 세 군으로 분류하였다. Category 1인 '비활동군'은 가장 낮은 신체활동군이며, Category 2인 '최소한의 신체활동군'은 고강도의 신체활동을 1일 20분 이상을 주 3회 이상 실행하거나, 1일 30분 이상 중강도의 신체활동, 걷기를 주 5회 이상 실행하여 최소 600 METs-min/week 이상의 신체활동을 하는 대상자이다. Category 3은 '건강증진형 신체활동군'으로 1주 동안 최소 3일 이상 1,500 METs-min/week에 해당하는 격렬한 활동을 하거나, 1주 동안 최소 7일 이상 3,000 METs-min/week에 해당되는 걷기, 중강도 또는 격렬한 활동을 하는 대상자를 의미한다[31].

5) 신체구성

혈액투석환자의 신체구성으로 BMI (kg/m^2), 사지 근육량(kg/m^2), 체지방률(%)은 체성분분석기(Inbody 270, Inbody, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 종아리둘레는 기립상태에서 종아리의 가장 굵은 위치의 둘레를 측정하였으며 양측을 측정하여 평균값을 기록하였다. 상박둘레는 투석 시 사용하는 혈관통로가 없는 팔에서 측정하였으며, 견봉돌기와 주관절 돌기의 1/2 지점의 둘레를 측정하였다.

6) 악력

근력을 확인하기 위해 디지털 악력계(EH101, Camry, Zhongshan, China)를 이용하여 악력(kg)을 측정하였다. 악력은 기립상태에서 혈액투석 시 사용하는 혈관통로가 없는 팔의 손바닥으로 악력계를 잡고 몸

옆에 일직선으로 붙인 상태에서 최대한으로 힘을 주도록 하여 총 2회 측정한 후 평균값을 기록하였고, 각 측정 사이에는 1분간의 휴식시간을 두었다. 악력의 측정값이 높을수록 근력이 높음을 나타낸다.

7) 혈액지표

혈액학적 지표로는 영양상태를 간접적으로 확인할 수 있는 헤모글로빈, 단백질, 알부민을 조사하였고, 노폐물 제거 능력을 확인할 수 있는 지표로는 나트륨, 칼륨, 크레아티닌, 요산, 혈액요소질소를 조사하였다. 혈액학적 지표는 혈액투석 직전에 채혈한 수치로 EMR (Electronic Medical Record)에 기록된 값을 수집하였다.

4. 자료수집

본 연구의 자료 수집은 2020년 8월 1일부터 2020년 9월 30일까지 B광역시와 경남 Y시의 3개 병원의 간호부 협조를 구해 진행하였다. 각 병원의 인공신장실에서 혈액투석을 받는 환자를 대상으로 오전, 오후, 야간 개인 투석 스케줄에 따라 조사연구원 1인이 혈액투석 실시 전 악력계를 통해 근력을 측정하였고, 이후 투석이 진행되는 동안 설문지를 이용하여 일반적 특성, 혈액투석 관련특성, 근감소증 유무, 영양상태, 신체활동 자료를 수집하였다. 혈액투석 종료 후에 동일한 조사연구원 1인이 신체구성을 측정하였으며 총 자료 수집 시간은 20분 정도 소요되었다. 혈액지표는 자료수집 당일 기준으로 1주 이내의 혈액검사 결과를 전자의무기록을 통해 확인하여 기록하였다.

5. 윤리적 고려

본 연구는 D대학교 생명윤리위원회의 심의 및 승인 이후(2-1040709-AB-N-01-202005-HR-016-04)에 진행하였다. 자료수집 전 대상자에게 연구의 목적과 방법을 설명하고 대상자로부터 수집된 개인정보는 순수한 연구 목적으로만 사용될 것임을 알리고 연구 진행 중 언제든지 참여 중단을 할 수 있으며 참여하지 않을 시에도 어떠한 불이익도 없음을 고지한 후 동의서를 받은 후 자료 수집을 시작하였다. 작성된 설문지는 바로 회수하여 서류봉투에 보관하였으며, 제공한 모든 정보는 무기명으로 수집하

였고 개인을 식별할 수 없도록 코드화하여 컴퓨터에 저장하였고, 본 연구자가 아닌 타인이 접근할 수 없도록 연구자의 개인 저장매체에 보관하여 암호화하였다.

6. 자료 분석

본 연구의 수집된 자료는 IBM SPSS 23.0을 사용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성과 혈액투석 관련 특성, 영양상태, 신체활동, 신체구성, 악력, 혈액지표는 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 산출하였다. 근감소증군과 비근감소증 간의 일반적 특성, 혈액투석 관련 특성, 신체구성, 영양상태, 신체활동에 대한 차이는 t-검정과 교차분석으로 분석하였다. 대상자의 근감소증 관련요인 위험도는 다변량 로지스틱 회귀분석으로 분석하였다.

III. 연구결과

1. 대상자의 근감소증군과 비근감소증군 간의 일반적 인 특성과 혈액투석관련 특성의 차이

본 연구의 총 대상자는 137명으로 SARC-F로 근감소증을 분류한 결과, 근감소증에 해당하는 대상자는 22명으로 16.1%이었다. 전체 대상자 중 남성은 89명(65.0%), 여성은 48명(35.0%)으로 평균 나이는 63.38 ± 12.73세였으며 직업이 없는 대상자는 96명(70.1%), 현재 흡연을 하지 않는 대상자가 97명(70.8%)명이었다. 혈액투석관련 특성 중 혈액투석을 시작하게 된 원인으로 고혈압을 응답한 대상자가 40명(29.2%)으로 가장 많았으며, 주 3회 이상의 투석을 받는 대상자

Table 1. Differences in General Characteristics and Hemodialysis-related Characteristics of Participants according to Sarcopenia (N=137)

Characteristics	Categories	Total (n=137)	Sarcopenia (n=22)	Non sarcopenia (n=115)	χ^2	p
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Gender	Male	89(65.0)	6(6.7)	83(93.3)	16.36	<.001
	Female	48(35.0)	16(33.3)	32(66.7)		
Age (year)	<60	54(39.4)	2(3.7)	52(96.3)	14.24	.001
	60~69	39(28.5)	6(15.4)	33(84.6)		
	≥70	44(32.1)	14(31.8)	30(68.2)		
	Mean average (year)	63.38±12.73	72.31±8.57	61.67±12.70		
Job	Yes	41(29.9)	0(0.0)	41(100.0)	11.19	.001
	No	96(70.1)	22(22.9)	74(77.1)		
Smoking	Yes	25(18.2)	5(20.0)	20(80.0)	1.12	.610*
	No	97(70.8)	16(16.5)	81(83.5)		
	Past (experience)	15(11.0)	1(6.7)	14(93.3)		
Cause disease	DM	36(26.3)	7(19.4)	29(80.6)	3.37	.358
	HTN	40(29.2)	7(17.5)	33(82.5)		
	Both (DM, HTN)	36(26.3)	7(19.4)	29(80.6)		
	Etc.	25(18.2)	1(4.0)	24(96.0)		
Dialysis count (week)	Twice	11(8.0)	2(18.2)	9(81.8)	0.04	.690*
	≥Three times	126(92.0)	20(15.9)	106(84.1)		
Dialysis time	Day	77(56.2)	15(19.5)	62(80.5)	2.60	.279
	Evening	51(37.2)	7(13.7)	44(86.3)		
	Night	9(6.6)	0(0.0)	9(100.0)		
Dialysis period (year)	<1	35(25.5)	5(14.3)	30(85.7)	2.19	.356
	1~5	76(55.5)	15(19.7)	61(80.3)		
	≥5	26(19.0)	2(7.7)	24(92.3)		
	Average (month)	41.27±51.11	48.22±87.39	39.93±41.20	-0.44	.667

* = Fisher's exact test

M=Mean; SD=Standard deviation; DM=Diabetes mellitus; HTN=Hypertension

가 126명(92.0%)으로 나타났다. 투석을 받는 시간대는 오전 77명(56.2%), 오후 51명(37.2%), 야간 9명(6.6%) 이었고, 투석을 받은 평균 기간은 41.27±51.11개월로 나타났다(Table 1).

대상자의 일반적 특성 중 근감소증군과 비근감소증군의 차이를 Table 1에 제시하였다. 근감소증 대상자 22명 중 남성이 6명(6.7%), 여성이 16명(33.3%)로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 근감소증군의 평균연령은 72.31±8.57세, 비근감소증군에서는 61.67±12.70세로 근감소증군의 연령이 유의하게 높았으며($p < .001$), 근감소증군 모두가 직업이 없어 두 군 간의 유의한 차이가 있었다($p = .001$). 일반적 특성 중 흡연여부에서는 두 군간 유의한 차이를 보이지 않았다($p = .610$).

혈액투석 관련 특성 중 혈액투석을 시작하게 된 원인 질환, 혈액투석을 받는 시간대, 혈액투석을 받은 평균 기간 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 대상자의 근감소증군과 비근감소증군 간의 영양상태, 신체활동, 신체구성, 악력, 혈액지표의 차이

본 연구에서 근감소증군과 비근감소증군 간의 영양상태, 신체활동, 신체구성, 악력, 혈액지표의 차이를 Table 2에 제시하였다. 근감소증의 유무에 따라 영양상태의 차이를 비교한 결과, 근감소증군에서 '영양불량위험' 9명(40.9%) '정상'이 8명(36.4%), '영양불량' 5명(22.7%)순이었다. 비근감소증군에서는 '영양불량'에 해당하는 대상자가 2명(1.7%)로 가장 낮은 비율을 보여 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 17.02, p = .001$).

본 연구에서 근감소증 유무에 따라 신체활동의 차이를 비교한 결과, 두 군 간에 신체활동에 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다($\chi^2 = 12.86, p = .001$). 근감소증군에서는 '비활동군'이 16명(72.7%)이었고, '건강증진형 신체활동군'에 속하는 대상자는 없었다. 비근감소증

Table 2. Differences in Nutritional Status, Physical Activities, Body Compositions, Hand Grip Strength and Blood Indicators of Participants according Sarcopenia (N=137)

Variables	Categories	Sarcopenia	Non	χ^2 or t	p
		(n=22)	sarcopenia (n=115)		
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Nutritional status	Well	8(36.4)	61(53.0)	17.02	.001
	Risk	9(40.9)	52(45.3)		
	Malnutrition	5(22.7)	2(1.7)		
Physical activities	Category 1*	16(72.7)	44(38.3)	12.86	.001
	Category 2†	6(27.3)	30(26.1)		
	Category 3‡	0(0.0)	41(35.7)		
Body compositions	BMI (kg/m ²)	24.14±4.44	23.38±3.62	0.87	.387
	ASM (kg/m ²)	8.61±1.51	9.35±1.27	-2.42	.017
	Body fat (%)	32.48±9.11	26.13±9.13	2.99	.003
	Upper arm circumference (cm)	27.40±5.04	27.24±3.74	0.17	.863
	Calf circumference (cm)	30.44±3.43	32.53±3.71	-2.44	.016
Hand grip strength (kg)		16.43±5.48	25.91±8.55	-5.00	<.001
Blood indicators	Hemoglobin	10.33±1.08	10.76±1.06	1.70	.091
	Albumin	3.64±0.24	3.89±0.33	3.27	.001
	Protein	6.36±0.46	6.69±0.77	1.89	.060
	Na	138.18±3.30	138.99±2.60	1.09	.287
	K	4.88±0.60	5.10±0.82	1.21	.229
	Creatinine	7.87±2.20	9.54±2.98	2.50	.014
	Uric acid	7.22±1.46	6.69±0.77	-1.45	.149
BUN	62.40±21.34	61.56±15.42	-0.22	.828	

*=Inactive; †=Minimally active; ‡=Health enhancing physical activity

M=Mean; SD=Standard deviation; BMI=Body mass index; ASM=Appendicular skeletal muscle; BUN=Blood urea nitrogen

군에서는 ‘비활동군’에 속하는 대상자가 44명(38.3%), ‘건강증진형 신체활동군’ 41명(35.7%), ‘최소한의 신체 활동군’ 30명(26.1%) 순이었다.

근감소증군과 비근감소증군 간의 신체구성의 차이를 비교한 결과, 근감소증군과 비근감소증군 간에는 사지 근육량($t=-2.42, p=.017$), 체지방률($t=2.99, p=.003$), 종아리둘레($t=-2.44, p=.016$)에서 유의한 차이가 있었다.

근감소증과 비근감소증군 간의 악력의 차이를 비교한 결과, 근감소증군의 악력은 $16.43 \pm 5.48\text{kg}$ 로 비근감소증군 보다 유의하게 낮았다($t=-5.00, p<.001$).

근감소증군과 비근감소증군 간의 혈액지표를 비교한 결과, 알부민($t=3.27, p=.001$), 크레아티닌($t=2.50, p=.014$)이 유의하게 낮았으며 헤모글로빈, 단백질, 나트륨, 칼륨, 요산, 혈중요소질소에서는 유의한 차이가 없었다.

3. 대상자의 근감소증 관련요인

대상자의 근감소증 발생 관련요인을 확인하기 위해 일차적으로 본 연구의 연구변수를 단변량 로지스틱으로 분석하였다. 분석 결과 성별(odds ratio, OR=6.92, 95% confidence interval, CI=2.49-19.24), 평균나이(OR=1.09, CI=1.04-1.14), 영양상태가 불량인 경우

(OR=19.06, CI=3.16-115.07), 사지근육량(OR=0.65, CI=0.46-0.94), 체지방률(OR=1.08, CI=1.02-1.14), 종아리둘레(OR=0.86, CI=0.75-0.98), 악력(OR=0.84, CI=0.77-0.91), 알부민(OR=0.08, CI=0.02-0.40), 크레아티닌(OR=0.81, CI=0.68-0.96)이 유의한 변수로 확인되었다. 유럽연합근감소증평가위원회[3]의 근감소증 진단 기준에 사지근육량과 악력이 포함되어 본 연구에서는 SARC-F로 근감소증 분류를 하였음에도 사지근육량과 악력이 근감소증 발생에 영향을 미칠 것으로 판단하여 독립변수에서 제외하였고, 두 변수를 제외하고 단변량 로지스틱에서 유의하게 확인된 변수들을 독립변수로 투입하여 전진법(Wald) 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 모형의 적합을 확인하기 위해 Hosmer와 Lemeshow의 적합도 검정을 실시한 결과 통계량은 $\chi^2=5.88, p=.661$ 로 회귀모형은 적합하였으며 모형의 설명력은 44.0%였다(Table 3).

혈액투석환자의 성별이 여성인 경우(OR=6.44, CI=1.95-21.28), 나이가 많아질수록(OR=1.07, CI=1.01-1.13), 영양상태가 정상인 상태보다 영양불량인 경우(OR=10.37, CI=1.30-82.48)와 알부민(OR=0.10, CI=0.02-0.62)이 낮은 경우 근감소증 발생 위험이 더 높은 것으로 분석되었다.

Table 3. Association Factors for Sarcopenia of Participants (logistic regression) (N=137)

Variables	Categories	β	OR	95% CI	p
General characteristics					
	Male		1		
	Female	1.86	6.44	1.95-21.28	.002
	Age (average)	0.07	1.07	1.01-1.13	.015
Nutritional status					
	Well		1		
	Risk	-0.36	0.70	0.21-2.36	.566
	Malnutrition	2.34	10.37	1.30-82.48	.027
Body compositions					
	Body fat (%)	0.01	1.03	0.96-1.11	.443
	Calf circumference (cm)	-0.10	0.90	0.70-1.16	.417
Blood indicators					
	Albumin	-2.30	0.10	0.02-0.62	.014
	Creatinine	0.133	1.14	0.87-1.51	.346
Hosmer & Lemeshow $\chi^2 = 5.88$		Nagelkerke $R^2 = 0.440$			

OR=Odds ratio; CI=Confidence interval

IV. 논 의

본 연구는 혈액투석환자들을 대상으로 근감소증의 유병률과 근감소증 발생에 영향을 미치는 관련요인을 확인하기 위해 시행되었다. 본 연구결과 혈액투석환자의 근감소증 유병률은 16.1%였으며 본 연구와 동일한 도구인 SARC-F로 측정한 Jiang [32]의 연구에서는 만성 신질환자의 근감소증 유병률이 30%로 본 연구결과보다 높았으며, 대규모 지역사회 인구를 대상으로 한 Kim [28]의 연구에서는 근감소증 유병률을 10.1%로 보고하여 본 연구의 수치보다 낮았다.

본 연구에서 혈액투석환자들의 근감소증 발생의 관련 요인으로는 성별, 나이, 영양상태와 알부민으로 확인되었다. 성별의 경우 혈액투석환자가 여성일 경우 근감소증에 걸릴 위험이 6.44배 높은 것으로 분석되었다. 본 연구에서 근감소증 유병률은 남자환자에서 6.7%, 여자환자에서 33.3%였는데 국내 70세 이상 노인을 대상으로 한 Kim [28]의 연구에서도 SARC-F를 이용한 근감소증 유병률이 남성 4.2%, 여성 15.3%로 본 연구결과를 지지하였다. 일반인 대상의 연구[33]에서도 남성 6.6%, 여성 9.4%로 여성의 근감소증 유병률이 높은 것으로 보고되어 본 연구결과를 지지하였다. Maltais [34]는 여성에서 폐경 이후 나타나는 에스트로겐 감소가 내장지방을 증가시키고 골밀도와 근육을 감소시켜 근력 상실의 큰 원인이 됨을 보고하였다. 그러나 혈액투석환자와 만성신부전의 3-5단계의 대상으로 한 연구에서는 여성보다 남성의 근감소증 유병률이 높게 확인되었다[8,33,35]. 한국 노인여성의 경우 개인적인 건강 상태의 문제와 별개로 가사노동을 전담하고 있는 경우가 많아 노인남성보다 근육량을 더 많이 유지할 수가 있는데[35]. 본 연구에서 신체활동이 관련요인으로 도출되지는 않았지만 근감소증군과 비근감소증군 간 $p < .001$ 유의수준에서 의미 있는 차이가 있어 혈액투석환자의 성별에 따른 신체활동을 확인하고 관련요인을 확인하는 반복연구가 필요하겠다.

본 연구에서 연령 변수가 혈액투석환자의 근감소증 발생의 위험요인이었다. 일반적으로 근감소증은 노화가 진행됨에 따라 유병률이 높아지는 것으로 보고되는데, 일반인을 대상으로 한 Kim [28]과 Wu [36]의 연구에서는 각각 평균 연령이 77.9세와 76.1세인 것과 비교하여 본 연구의 혈액투석환자의 평균 연령은 63.38세

로 본 연구 대상자의 평균연령이 적었음에도 유병률이 높음을 확인할 수 있다. 본 연구의 근감소증군 평균연령은 72.31 ± 8.57 세로 비근감소증군의 61.67 ± 12.70 세에 비해 높았는데, 만성 신부전환자를 대상으로 한 연구[22]에서도 근감소증군의 평균나이가 78.21 ± 8.46 세로 비근감소증군 71.70 ± 8.93 세에 비해 높았고, Cho [37]의 연구에서도 연령대가 증가함에 따라 유병률이 증가하는 것으로 보고하여 본 연구를 지지하였다. 나이가 근감소증의 위험을 증가시키는 이유는 나이가 증가할수록 전체적인 근육량이 감소하며 사이토카인 등과 같은 염증성 물질이 증가하기 때문이다[38]. 혈액투석환자들은 투석과정에서 많은 양의 단백질 손실이 일어나 단백질 에너지소모가 많이 발생하여 영양소 손실의 위험이 있을 수 있고[11], 만성신부전과 동반되는 빈혈, 심장기능 저하, 신성골이양증 및 근력 약화와 같은 합병증으로 신체활동량과 능력이 급격히 저하되어 정상인의 50% 정도로 감소되어 있어 일상적으로 근력 약화를 경험하고 있다[18,39]. 이러한 결과들을 토대로 혈액투석환자들은 연령대가 높아질수록 타 질환자에 비해 근감소증에 대해 더욱 취약할 것으로 예상된다. 그러므로 근감소증을 조기발견하기 위한 노력과 더불어 근감소증으로 인해 발생할 수 있는 합병증의 예방과 관련된 간호중재가 더 요구된다고 하겠다.

본 연구에서 근감소증의 관련요인으로 확인된 변수는 영양상태였다. 본 연구에서는 MNA-SF를 이용하여 3단계로 영양상태를 분석하였는데, 영양상태가 '정상군'보다 '영양불량군'일 때 근감소증 위험이 10.37배 높아지는 것으로 확인되었다. 주관적 영양상태평가(subjective global assessment, SGA) 도구를 이용하여 영양상태를 평가한 선행연구[9]에서도 영양상태가 나빠질수록 근감소증의 위험이 높아지는 것으로 보고하여 본 연구를 지지하였다. 또한 Giglio [7]의 연구에서 비근감소증군에 비해 근감소증군에서 영양상태가 유의하게 더 낮았음을 보고한 바 있다.

혈청알부민이 혈액투석환자의 근감소증에 영향을 미치는 위험요인으로 분석되었는데, 혈청 알부민은 영양상태를 나타낼 수 있는 혈액학적 지표로서 혈액투석환자의 혈청 알부민이 1g/dL 증가할 때 근감소증이 나타날 확률이 90%(OR=0.10) 감소하는 것으로 나타났다. Mori [23]의 연구에서도 알부민이 증가할수록 근감소증의 위험은 83%(OR=0.17) 감소하는 것으로 보고하여 본 연구

를 지지하였다. 혈액투석환자에게서 알부민의 저하는 근육을 약화시키고, 휴식 시 대사율과 신체활동량을 감소시켜 근감소증을 유발하는데, 이는 다시 신체적 허약을 일으켜 악순환을 형성하게 된다[40]. 본 연구에서는 혈액투석환자의 약 50%에서 영양상태가 '영양불량 위험군'이나 '영양불량군'에 속하는 것으로 조사되어 이들의 영양상태를 개선시키는 노력이 필요한 것으로 판단된다. 혈액투석환자의 영양상태가 불량할수록 총 영양 및 단백질에 대한 지식부족, 음식의 섭취 및 요리 등에 어려움이 있는 것으로 보고되었으며[41] Leon [42]은 혈액투석환자에게 적정량의 음식과 단백질의 섭취, 조리방법 등에 대한 교육중재를 통해 27%의 환자에서 알부민이 상승($\geq 0.05\text{g/dL}$)되었음을 보고하였다. 그러므로 혈액투석 환자들에게 영양상태를 호전시키고 근육합성에 도움이 되도록 올바른 식이섭취를 위한 식이교육이 우선적으로 시행되어야 하는데, 단순히 영양학적 지식을 전달하는 교육에서 그치지 않고, 대상자가 수행할 수 있는 조리법과 같은 실제적인 식이교육이 실행될 수 있는 적극적인 간호중재가 필요하다고 하겠다.

본 연구에서는 혈액투석환자들을 대상으로 근감소증의 유무를 확인하고 관련요인을 확인하여 근감소증의 예방 및 교육을 위한 임상근거를 확인하였다는 것에 의의가 있다고 하겠다. 혈액투석환자들은 주기적인 투석 스케줄로 인해 많은 시간을 인공신장실에서 보내게 된다. 간호사는 혈액투석환자의 일상에서 가장 많은 시간을 함께 하는 의료진으로서 그들의 건강과 삶의 질에 큰 영향을 끼칠 수 있다. 논의에서 살펴본 바와 같이 본 연구에서 근감소증의 위험요인으로서 성별, 연령, 영양상태, 알부민을 확인하였다. 혈액투석환자의 근감소증을 예방하고 관리하기 위해서는 대상자의 영양상태를 지속적으로 모니터링하고, 성별과 연령을 고려한 차별화된 식이교육이 필요하다. 또한 근감소증군과 비근감소증군 간에 신체활동 정도가 통계적으로 유의한 차이가 있었으므로 혈액투석환자에게 신체활동을 증진시킬 수 있는 간호중재가 필요하다고 하겠다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 혈액투석환자들을 대상으로 SARC-F 도구를 이용하여 근감소증의 유병률과 관련요인을 규명하였

다. 연구 결과, 혈액투석환자의 근감소증의 유병률은 16.1%로 확인되었으며 혈액투석환자의 성별, 연령, 영양상태, 알부민이 근감소증의 위험요인으로 분석되었다. 이러한 결과를 통해 혈액투석환자의 영양상태를 향상시킬 수 있는 간호중재 방안을 모색해야 하며, 성별과 나이를 고려한 근감소증 예방 및 중재 프로그램의 개발과 중재가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구결과를 토대로 다음과 같이 제안하고자 한다. 첫째, 대상자 수를 늘려 위험요인을 파악하는 반복연구를 제안한다. 둘째, 혈액투석환자에게서 근육량과 근력 모두를 사용한 근감소증 진단방식과 SARC-F를 이용한 근감소증의 진단방식 간의 관련성을 비교하는 연구를 제안한다. 셋째, 혈액투석환자의 영양상태를 향상시킬 수 있는 교육프로그램을 개발하고 그 효과를 검증하는 연구를 제안한다.

ORCID

Shin, Hye Yun : <https://orcid.org/0000-0001-5255-269X>

Min, Hye Sook : <http://orcid.org/0000-0002-9292-1944>

REFERENCES

1. The Korean Society for Dialysis Therapy. Hemodialysis [Internet]. Seoul: The Korean Society for Dialysis Therapy; 2013 [cited 2012 December 20]. Available from: <http://www.e-kda.org/blood/sub01.html>
2. Hong YA, Ban TH, Kang CY, Hwang SD, Choi SR, Lee H, et al. Trends in epidemiologic characteristics of end-stage renal disease from 2019 Korean renal data system (KORDS). *Kidney Research and Clinical Practice*. 2021;40(1):52-61. <https://doi.org/10.23876/j.krcp.20.202>
3. Cruz-Jentoft A, Baeyens JP, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age & Ageing*. 2010;39(4):412-23. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
4. Lee On, Kim Y. Association between grip strength as diagnostic criteria of sarcopenia and health-related quality of life in Korean elderly. *The Korean Journal of Sport Medicine*. 2018;36(1):15-23.
5. Kim HH, Kim JS, Yu JO. Factors contributing to sarcopenia among community-dwelling older Korean

- adults. *Journal of Korean Gerontological Nursing*. 2014;16(2):170-9.
6. Stenvinkel P, Carrero JJ, von Walden F, Ikizler TA, Nader GA. Muscle wasting in end-stage renal disease promulgates premature death: established, emerging and potential novel treatment strategies. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2016;31(7):1070-77. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfv122>
 7. Giglio J, Kamimura MA, Lamarca F, Rodrigues J, Santin F, Avesani CM. Association of sarcopenia with nutritional parameters, quality of life, hospitalization, and mortality rates of elderly patients on hemodialysis. *Journal of Renal Nutrition*. 2018;28(3):197-207. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.12.003>
 8. Bataille S, Serveaux M, Carreno E, Pedinielli N, Darmon P, Robert A. The diagnosis of sarcopenia is mainly driven by muscle mass in hemodialysis patients. *Clinical Nutrition*. 2017;36(6):1654-60. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.10.016>
 9. Kim J, Choi SR, Choi MJ, Kim SG, Lee YK, Noh JW, et al. Prevalence of and factors associated with sarcopenia in elderly patients with end-stage renal disease. *Clinical Nutrition*. 2014;33(1):64-8. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.04.002>
 10. Lin Y, Wang C, Lai Y, Kuo C, Hsu B, Liou H, et al. Impact of sarcopenia and its diagnostic criteria on hospitalization and mortality in chronic hemodialysis patients: a 3-year longitudinal study. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2020;119(7):1219-29. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2019.10.020>
 11. Lee SW. Protein-energy wasting in dialysis patients : causes and treatment. *The Korean Journal of Nephrology*. 2009;28(4):279-85.
 12. Carrero JJ, Stenvinkel P, Cuppari L, Ikizler TA, Kalantar-Zadeh K, Kaysen G, et al. Etiology of the protein-energy wasting syndrome in chronic kidney disease: a consensus statement from the international society of renal nutrition and metabolism (ISRNM). *Journal of Renal Nutrition*. 2013;23(2):77-90. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2013.01.001>
 13. Stenvinkel P, Ketteler M, Johnson RJ, Lindholm B, Pecoits-Filho R, Riella M, et al. IL-10, IL-6, and TNF-alpha: central factors in the altered cytokine network of uremia-the good, the bad, and the ugly. *Kidney International*. 2005;67(4):1216-33. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2005.00200.x>
 14. Johansen KL, Delgado C, Bao Y, Tamura MK. Frailty and dialysis initiation. *Seminars in Dialysis*. 2013;26(6):690-6. <https://doi.org/10.1111/sdi.12126>
 15. Bossola M, Luciani G, Rosa F, Tazza L. Appetite and gastrointestinal symptoms in chronic hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*. 2011;21(6):448-54. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2010.09.003>
 16. Lee HS, Ly SY. Nutrient intake status and relevant factors of hemodialysis patients hospitalized in general hospital located in Daejeon. *Korean Association of Human Ecology*. 2016;25(1):55-71.
 17. Moorthi RN, Avin KG. Clinical relevance of sarcopenia in chronic kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 2017;26(3):219-28. <https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000318>
 18. Park YJ, Lee HJ. The levels of physical activity and its relationships with depression, health-related quality of life, sleep disturbance, and physiological indicators in hemodialysis patients. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2015;27(6):718-27. <https://doi.org/10.7475/kjan.2015.27.6.718>
 19. Go SW, Cha YH, Lee JA, Park HS. Association between sarcopenia, bone density, and health-related quality of life in Korean men. *Korean Journal of Family Medicine*. 2013;34(4):281-8. <https://doi.org/10.4082/kjfm.2013.34.4.281>
 20. Ren H, Gong D, Jia F, Xu B, Liu Z. Sarcopenia in patients undergoing maintenance hemodialysis: incidence rate, risk factors and its effect on survival risk. *Renal Failure*. 2016;38(3):364-71. <https://doi.org/10.3109/0886022X.2015.1132173>
 21. Cruz-Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2019;48(1):16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
 22. Souza VAd, Oliveira D, Barbosa SR, Corrêa JOda, Colugnati FAB, Mansur HN, et al. Sarcopenia in patients with chronic kidney disease not yet on dialysis: analysis of the prevalence and associated factors. *Plos One*. 2017;12(4):1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176230>
 23. Mori K, Nishide K, Okuno S, Shoji T, Emoto M, Tsuda A, et al. Impact of diabetes on sarcopenia and mortality in patients undergoing hemodialysis. *BMC Nephrology*. 2019;20(1):105. <https://doi.org/10.1186/s12882-019-1271-8>
 24. Kim JK, Kim SG, Oh JE, Lee YK, Noh JW, Kim HJ, et al. Impact of sarcopenia on long-term mortality and cardiovascular events in patients undergoing hemodialysis. *The Korean Journal of Internal*

- Medicine. 2019;34(3):599-607. <https://doi.org/10.3904/kjim.2017.083>
25. Cho HM, Yoo EK. The factors influencing the resilience among hemodialysis patients. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2014;26(6):614-20. <https://doi.org/10.7475/kjan.2014.26.6.614>
 26. Kim YJ, Choi HJ. The influence of uncertainty and social support on general well-being among hemodialysis patients. *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing*. 2012;15(1):20-9. <https://doi.org/10.7587/kjrehn.2012.20>
 27. Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2013;14(8):531-2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.018>
 28. Kim S, Kim M, Won CW. Validation of the Korean version of the SARC-F questionnaire to assess sarcopenia: Korean frailty and aging cohort study. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2018;19(1):40-5. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.07.006>
 29. Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2001;56(6):M366-72. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.6.M366>
 30. Nestle Nutrition Institute. MNA® Forms [Internet]. Switzerland: Nestle Nutrition Institute; 2021 [cited 2021 February 14]. Available from: <https://www.mna-elderly.com/mna-forms>
 31. The International Consensus Group for the Development of an International Physical Activity Questionnaire. IPAQ [Internet]. IPAQ; 2019 [cited 2019 July 27]. Available from: <https://sites.google.com/site/theipaq/>
 32. Jiang K, Slee A, Davenport A. Screening tests for sarcopenia in patients with chronic kidney disease. *Nutrition in Clinical Practice*. 2021;36(5):1049-52. <https://doi.org/10.1002/ncp.10597>
 33. Kim HH, Kim JS, Yu JO. Factors contributing to sarcopenia among community-dwelling older Korean adults. *Journal of Korean Gerontological Nursing*. 2014;16(2):170-9.
 34. Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. 2009; 9(4):186-97.
 35. Moon SJ, Kim TH, Yoon SY, Chung JH, Hwang HJ. Relationship between stage of chronic kidney disease and sarcopenia in Korean aged 40 years and older using the Korea national health and nutrition examination surveys (KNHANES IV-2, 3, and V-1, 2) 2008-2011. *PLoS One*. 2015;10(6):1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130740>
 36. Wu T, Liaw C, Chen F, Kuo K, Chie W, Yang R. Sarcopenia screened with SARC-F questionnaire is associated with quality of life and 4-year mortality. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(12):1129-35. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.07.029>
 37. Cho GY, Bae EJ, Kim YH. Association between sarcopenia and health risk behaviors by age groups in Korean adults: Korea national health and nutrition examination survey IV to V. *Journal of The Korean Data Analysis Society*. 2019;21(3):1523-37. <https://doi.org/10.37727/jkdas.2019.21.3.1523>
 38. Hong SM, Choi WH. Clinical and physiopathological mechanism of sarcopenia. *Korean Journal of Medicine*. 2012;83(4):444-54. <https://doi.org/10.3904/kjm.2012.83.4.444>
 39. Johansen KL, Chertow GM, Kutner NG, Dalrymple LS, Grimes BA, Kaysen GA. Low level of self-reported physical activity in ambulatory patients new to dialysis. *Kidney International*. 2010;78(11):1164-70. <https://doi.org/10.1038/ki.2010.312>
 40. Uemura K, Doi T, Lee S, Shimada H. Sarcopenia and low serum albumin level synergistically increase the risk of incident disability in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2019;20(1):90-3. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.06.011>
 41. Ekramzadeh M, Mazloom Z, Jafari P, Ayatollahi M, Sagheb MM. Major barriers responsible for malnutrition in hemodialysis patients: challenges to optimal nutrition. *Nephro-Urology Monthly*. 2014;6(6):e23158. <https://doi.org/10.5812/numonthly.23158>
 42. Leon JB, Majerle AD, Soinski JA, Kushner I, Ohri-Vachaspati P, Sehgal AR. Can a nutrition intervention improve albumin levels among hemodialysis patients? A pilot study. *Journal of Renal Nutrition*. 2001;11(1):9-15. [https://doi.org/10.1016/S1051-2276\(01\)79890-1](https://doi.org/10.1016/S1051-2276(01)79890-1)