ISSN 1976-7315
한국정맥경장영양학회지 제5권 제2호 2013
JKSPEN Vol. 5, No. 2, 2013

□종 설□

신부전 환자의 영양 지원

[1]서울대학교 의과대학 외과학교실, [2]건국대학교병원 외과, [3]서울대학교 의과대학 내과학교실,
[4]서울대학교병원 영양집중지원팀

한동석[1,2] · 김동기[3,4] · 이혁준[1,4]

Nutritional Support in Renal Failure

Dong-Seok Han, M.D.[1,2], **Dong Ki Kim,** M.D., Ph.D.[3,4], **Hyuk-Joon Lee,** M.D., Ph.D.[1,4]

[1]Department of Surgery, Seoul National University College of Medicine, [2]Department of Surgery, Konkuk University Medical Center, [3]Department of Internal Medicine, Seoul National University College of Medicine, [4]Nutritional Support Team, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

The kidney is the organ responsible for clearing nitrogenous and metabolic waste from the body as well as for regulating fluid, electrolyte, and acid-base balance in the body. Because of kidney's important role in the human body, renal insufficiency could exert a significant effect on the nutritional and metabolic status of patients. Renal insufficiency includes a variety of areas of disease. Disease extent can be categorized as acute kidney injury (AKI), chronic kidney disease (CKD), and end-stage renal disease (ESRD) requiring renal replacement therapy (RRT). Most patients with AKI require continuous RRT. Nutritional support in renal insufficiency plays an essential role in improving the survival and quality of life in patients. AKI is a frequent complication affecting many critically ill patients, who are in hypermetabolic state presenting with hyperglycemia, insulin resistance, hypertriglyceridemia and increased protein catabolism. The optimal nutritional management of AKI includes providing adequate macronutrients to correct the underlying conditions and prevent ongoing loss as well as supplementing micronutrients and vitamins during RRT. As a result of the inflammatory mediators, protein-calorie malnutrition may develop in patients with CKD. Uremia also can secondarily worsen protein-calorie malnutrition through the development of anorexia and nausea. The pre-dialysis CKD patients require low-protein diet with caloric supplementation of 35 kcal/kg/day. However, ESRD patients on dialysis should receive 1.2～1.3 g/kg of protein daily. An appropriate nutrition delivery, tailored to the patient's clinical presentation, is important to good nutritional care. Energy requirements must be assessed and supplementation of macronutrients and micronutrients based on the disease category and type of RRT must be performed. **(JKSPEN 2013;5(2):50-56)**

Key Words: Nutritional support, Acute kidney injury, Chronic kidney disease
중심 단어: 영양지원, 급성 신손상, 만성 신질환

서 론

신장은 질소 및 대사 산물의 배설, 신체의 수분량 및 전해질 조절, 산-염기 균형과 같은 중요한 역할을 담당하고 있기 때문에 신기능 저하는 환자의 영양상태 및 대사에 중요한 영향을 미치게 된다.

신 기능 장애 또는 신기능 부전은 상당히 다양한 질환 영역을 포함하고 있는데, 크게 나누어 1) 급성 신손상(acute kidney injury), 2) 만성 신질환(chronic kidney disease), 3) 투석 또는 이식 등의 신대체요법(renal replacement therapy, RRT)이 필요한 말기 신부전(end stage renal disease, ESRD)으로 나눌 수 있다. 급성 신손상의 경우 지속적 정정맥 혈액여과(continuous veno-venous hemfiltration, CVVH), 지속적 정정맥 혈액투석여과(continuous veno-venous hemodiafiltration, CVVHDF) 등의 지속적 신대체요법(continuous renal replacement therapy, CRRT)을 시행하게 되는 경우가 많으며, 만성 신질환의 경우 말기 신부전에 이를 경우 혈액 투석, 복막 투석, 이식과 같은 신대체요법을 시행하게 된다. 신대체요법은 급성 신손상 환자의 생존 및 말기신부전 환자의

Received June 29, 2013 Revised July 4, 2013
Accepted July 5, 2013

Correspondence to **Hyuk-Joon Lee**
Department of Surgery, Seoul National University College of Medicine, 101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea
Tel: +82-2-2072-1957/2318, Fax: +82-2-766-3975,
E-mail: appe98@snu.ac.kr

Copyright ⓒ 2013. The Korean Society for Parenteral and Enteral Nutrition. All Rights Reserved.
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.

삶의 질을 향상시켰으며, 좀 더 효과적인 영양 지원을 가능하게 하였다.

이들에 대한 영양 지원 역시 각 환자 군에 따라 개별적으로 적용되어야 함은 물론이다. 급성 신손상 환자의 경우 단백질 및 에너지 요구량이 증가하게 되며 만성 신질환 환자의 경우 단백-에너지 영양실조(protein-energy malnutrition)가 흔하게 나타난다. 신대체요법 시에는 손실되는 여러 가지 영양분에 대한 공급 또한 중요하다.

본 종설에서는 신질환 환자에서의 영양 지원의 적응증, 영양 지원의 선택 시 고려 사항, 영양 지원의 방법, 모니터링 및 주요 합병증에 대해 기술하고자 한다.

본 론

1. 급성 신손상(Acute Kidney Injury)

1) 정의

급성 신손상은 여러 가지 원인에 의해 수시간 또는 수일에 걸쳐 신기능이 급격하게 저하되는 임상 증후군으로 체내에 질소화합물이 축적되고, 체액과 전해질 및 산염기 불균형 등을 동반한다. 소변량에 따라 핍뇨성(anuric, oliguric), 비핍뇨성(non-oliguric)으로 나눌 수 있으며 혈청 크레아티닌 수치 및 소변량을 기준으로 급성 신손상의 정도를 분류할 수 있다(Table 1).[1,2] 급성 신손상의 원인은 다양하며, 탈수, 출혈, 저혈압, 심부전 등에 인한 신 혈류량이 감소되어 발생하는 신전성(prerenal), 신혈관질환, 사구체 신염, 신독성 약물에 의한 신성(renal), 요관 폐색(postrenal) 등에 의한 신후성(postrenal)을 나눌 수 있으며 이에 따라 치료방침이 달라지게 된다. 급성 신손상은 다장기 부전(multi-organ failure)의 형태로 발생하는 경우가 많고 외과적 수술 후에 흔히 접할 수 있게 된다.[3] 신기능이 정상의 20% 미만으로 감소 시 고칼륨혈증, 고인산혈증, 당불내성, 산증, 고질소 혈증 등이 발생하게 된다.[1,2]

급성 신손상은 전체 입원 환자의 약 1.9%～5.7%에서 발생하며 특히 집중치료실 입원 환자의 경우에는 60%의 유병률을 보이는 것으로 알려졌다. 만성 신질환과 달리 급성 신손상의 경우 경과가 가역적이나, 전체 집중치료실 입원 환자의 7.5%에서 신대체요법이 시행되며 이 경우 사망률은 50%～60%에 이르는 것으로 알려졌다.

Table 1. Staging system for acute kidney injury

Stage	sCr	Urine output
I	150～200% of normal creatinine level	＜0.5 mL/kg/h (more than 6 hours)
II	200～300% of normal creatinine level	＜0.5 mL/kg/h (more than 12 hours)
III	More than 300% or normal creatinine level, sCr＞4 mg/dL	＜0.3 mL/kg/h (more than 24 hours), Anuria (more than 12 hours)

sCr = serum creatinine.

2) 급성 신부전 환자의 대사 및 영양

급성 신손상 환자의 경우 급격한 신기능 소실에 따른 신경호르몬 반응에 의해 대사가 항진되며 이로 인한 혈당항상성(glucose homeostasis)이 소실되고, 단백질 이화작용(protein catabolism) 및 근육 소실, 전해질 불균형, 대사성 산증(metabolic acidosis) 등이 유발된다.[4]

급성 신손상 환자에서 단백질-열량 소모(protein-energy wasting)는 흔히 나타나는 증상으로 원내 사망률의 중요 예측인자로, 특이 중환자가 급성 신손상을 보이는 경우 체액 불균형, 전해질 이상, 대사성 산증 등으로 인해 영양지원에 대한 참고사항이 많아진다.

단백질 이화작용에 의한 아미노산 손실은 1.3～1.8 g/kg/day에 이르며 혈중 phenylalanine, methionine, taurine, cysteine의 농도는 증가하는 반면 valine, leucine의 농도는 감소하게 된다.[5,6] 신대체요법으로 수분 및 전해질 불균형 상태는 교정되고 요독 증상(uremic symptom)은 감소되나 투석만으로 대사항진에 따른 혈당항상성의 소실 및 단백질 이화작용 등을 교정할 수는 없다. 따라서 급성 신손상 환자에서의 영양 지원은 환자의 경과 및 회복에 있어서 중요한 역할을 하며, 영양 지원 자체가 신기능의 회복에 도움이 된다는 보고도 있다.[7,8] 영양 지원의 목적은 다른 이화상태(catabolic state)의 환자와 마찬가지로, 단백질-열량 소모(protein energy wasting)를 억제하여 체중을 유지하고 면역 기능을 유지하며 최종적으로는 합병증 및 사망률을 감소시키는 것이다. 특히 급성 신손상 환자에서 충분한 영양 공급이 단백질 이화작용 및 음성 질소 균형(negative nitrogen balance)의 회복에 도움을 주는데, 장관 영양(enteral nutrition) 지원이 일반적으로 추천되는 방법이나, 추가적인 영양 공급이 요구될 때, 수술 후 장마비 또는 동반된 기저 질환에 의해 집중치료실 치료가 필요한 경우 정맥 영양(parenteral nutrition) 지원이 불가피하다.

3) 영양 상태 평가

급성 신손상 환자에서의 단백질-열량 소모는 염증 반응, 이화 작용, 투석에 의한 영양 손실, 대사성 산증 및 내분비계 이상 등에 의해 나타나게 된다.[9] 영양 상태를 평가하기 위해서 환자들의 실제 단백질 요구량을 측정하기 위한 24시간 urinary urea nitrogen 검사를 시행해야 하나 무뇨 또는 핍뇨 상태의 급성 신손상 환자에서는 평가가 어렵다. 따라서 급성 신손상 환자의 단백질 요구량 평가는 urea nitrogen appear-

ance의 계산이 더 쉽고 정확한 편이다. 에너지 소비량은 급성 신손상에 동반된 기저 질환의 심각도에 영향을 받는다.[10]

4) 영양 공급

급성 신손상 환자는 일반적으로 하루에 약 20～35 kcal/kg/day의 열량을 필요로 하며, 대사성 스트레스와 단백질-열량 요구량에 따라 개별적인 영양 상태 평가를 시행해야 한다.[11,12] 1단계 급성 신손상 환자의 경우 기저 질환 및 합병증에 따라 칼로리 요구량을 계산하며, 2, 3단계 급성 신손상 환자의 경우 더 많은 칼로리를 필요로 하게 된다.[13] 일반적으로 요독증으로의 진행을 지연시키기 위해서 단백질 공급을 줄이는 것이 필요하지만, 급성 신손상 환자의 경우 단백질-열량 결핍 및 이와 관련된 합병증을 고려하여 단백질 공급을 제한하는 것은 적당하지 않다.[14] 투석치료를 필요로 하지 않는 급성 신손상 환자의 경우 0.8～1.0 g/kg/day의 식이 단백질 섭취가 권장되며, 신대체요법이 필요한 환자의 경우 1.0～1.5 g/kg/day의 식이 단백질을 섭취하도록 권장한다. 특히, 과이화 상태의 지속적 신대체요법을 시행 받고 있는 급성 신손상 환자의 경우 최고 1.7 g/kg/day의 식이 단백질을 섭취하도록 권장하고 있다.[15]

신대체요법을 시행 받지 않는 급성 신손상 환자에서는 고칼륨혈증이 잘 발생하기 때문에 칼륨 공급을 제한해야 하며, 신대체요법을 시행하는 경우 투석으로 조절이 가능하기 때문에 특별히 공급을 제한하지 않아도 된다. 한편 급성 신손상 환자의 경우 신장에서의 vitamin D_3 활성화가 감소하기 때문에 소장에서의 칼슘 재흡수가 감소되고 혈중 칼슘 농도가 감소하게 된다. 또한 신 대체요법 및 citrate 항응고제의 사용으로 저칼슘혈증이 발생한다.[16] 인(phosphorus)은 중요한 세포 내 전해질로서 adenosine triphosphate (ATP)의 생성에 관여하고, Vit D_3, 부갑상선 호르몬, 신장에 의해 조절되는데 급성 신손상에서는 주로 고인산혈증이 발생하며 고인산혈증은 저칼슘혈증을 악화시킨다. 신대체요법을 시행하지 않는 경우 인 섭취의 제한이 필요하며 인 결합제제(phosphate binder)를 사용하여 흡수를 제한하기도 한다. 혈액 투석의 경우 인의 제거가 불완전하여 고인산혈증이 나타나며, 지속적 신대체요법의 경우 저인산혈증이 발생하여 보조적인 인 공급이 필요할 때도 있다. 마그네슘은 대부분 신장에서 배설되기 때문에 급성 신손상 환자에서 고마그네슘혈증이 발생한다. 심한 고마그네슘혈증은 저혈압을 악화시키기 때문에 섭취의 제한이 필요하나, 신대체요법을 시행하는 경우 보조적인 공급이 필요하다(Table 2, 3).[17]

2. 만성 신질환(Chronic Kidney Disease)

1) 정의

만성 신질환은 당뇨병, 고혈압, 만성 사구체 신염과 같은 다양한 원인질환에 의해 신장에 병변이 발생하여 사구체 여과율이 비가역적으로 감소되는 상태이다. 사구체 기능 저하에 따른 체액 조절 및 전해질, 칼슘-인대사의 이상이 동반되며, 심혈관계, 내분비계, 혈액학적 이상도 관찰된다.[18] 약물 요법과 식이요법 등의 보존적 치료에도 불구하고 만성 신질환 5단계(말기신부전)로 진행된 경우 신대체요법을 시행하게 된다(Table 4).

2) 만성 신질환 환자의 대사 및 영양

만성 신질환이 진행함에 따라 염증 매개물질(inflammatory mediators)에 의한 단백-에너지 영양실조(protein-energy malnutrition)가 흔하게 나타난다.[18,19] 또한 만성 신질환에는 단백 합성의 감소, 단백 분해의 증가, 당 불내성, 지질 대사의 변화와 같은 대사 이상이 동반된다.[20] 대부분의 대사 합병증은 급성 신부전과 유사하며, erythropoietin 합성 감소에 따른 빈혈이 흔하게 발생한다. 투석 환자의 경우 수용성 비타민 결핍 및 만성적인 투석시 실혈에 의한 철결핍성 빈혈도 나타난다.[21]

진행된 만성 신질환 환자에서 영양실조가 발생하는 원인

Table 2. Enteral nutrition in acute kidney injury

Subject	Recommendation
General	Macronutrient: AKI << underlying disease, type & intensity of RRT, nutritional status, complications
	Micronutrient: increased loss by RRT, monitoring for excessive supplementation
	In ICU patients with AKI: plasma electrolyte monitoring
Indications	Undernutrition is the main, but not the only indication for EN
	Tube feeding: when normal nutrition and oral nutritional supplements are not sufficient
Route	Uncomplicated AKI: spontaneous alimentation is insufficient → ONS
	Nasogastric tube: standard access for administration of EN
Formula	Standard formula is adequate for the majority patients.
	In case of electrolyte derangements: formula specific for CKD can be advantageous

AKI = acute kidney injury; RRT = renal replacement therapy; ICU = intensive care unit; EN = enteral nutrition; ONS = oral nutritional supplement; CKD = chronic kidney disease.

Table 3. Parenteral nutrition in acute kidney injury

Subject	Recommendation
General	Ensuring the provision of optimal amount of energy, protein, micronutrients
	Prevention of protein energy wasting, further metabolic derangements
	Enhancement of wound healing, immune function
	Reduction in mortality
Requirement	Prolonged CRRT: selenium and thiamine depletion despite supplementation at recommended amount
	Restriction of electrolyte in patients on daily RRT: usually unnecessary (serum electrolyte level: largely depend on the dialysate/reinfusate solutions, and the intensity of RRT)
	Hypophosphatemia and hypomagnesemia: frequently observed during CRRT
Route	Peripheral PN: for short time periods
	Central PN (commonly used): fluid restriction and high osmolarity for calorie/protein goals
Formula	Standard formula is adequate for the majority of patients.
	In case of electrolyte derangements: three-in-one formula without electrolyteor customized formula can be advantageous

CRRT = continuous renal replacement therapy; PN = parenteral nutrition.

Table 4. Stage of chronic kidney disease

Stage		GFR (mL/min/1.7 m^2)
I	Kidney damage (protein in urine), normal GFR	＞90
II	Mild decrease in GFR	60～89
III	Moderate decrease in GFR	30～59
IV	Severe decrease in GFR	15～30
V	Kidney failure, dialysis or transplantation	＜15

GFR = glomerular filtration rate.

은 다양하다. 요독증, 미각의 변화, 동반 질환, 감정적인 스트레스 등에 의한 식욕부진으로 음식 섭취가 감소하게 되며, 투석치료 자체의 생체부적합성(bioincompatibility)에 의해 아미노산, 펩타이드, 단백질, 당, 수용성 비타민 등의 손실이 증가하게 된다. 이외에도 만성 신질환 환자에서 흔히 동반되는 감염질환 및 심혈관계 합병증 등으로 인한 이화작용의 활성화, 대사성 산증, 위장관 출혈이나 빈번한 채혈 등으로 인한 혈액 소실, 성장 호르몬-인슐린 양 성장 인자축(growth hormone-insulin like growth factor axis)의 이상 및 저항성의 증가, 부갑상선 기능 항진증 등 내분비계의 이상 등이 영양실조에 기인하는 것으로 알려졌다.[20-22]

만성 신질환 환자에서 적절한 영양을 제공하는 것은 영양실조를 예방하고 치료하는 가장 중요한 부분인 동시에 환자의 생존율을 증가시킬 수 있는 중요한 치료이므로, 영양상태 평가 및 영양교육의 시행, 적절한 투석량의 유지 및 대사성 산증에 대한 치료, 이화작용을 유발할 수 있는 감염성 합병증에 대한 적극적 치료가 필요하다.

3) 영양 상태 평가

United States Renal Data System, Canada-USA 등 대규모 연구에 따르면 만성 신질환 환자의 영양실조는 사망률과 이환율의 증가와 직접적 관련이 있기 때문에 영양상태에 대한 평가를 정기적으로 시행해야 하며, 영양결핍이 있을 경우 즉각적인 원인 평가와 교정이 필요하다.[23-25]

유지 투석 환자와 만성 신질환 4, 5단계의 진행된 환자들의 적절한 영양상태 평가를 위해서는 단일 지표를 통한 평가는 불충분하므로 생화학적 검사, 영양 섭취량 측정, 신체조성 측정 등의 여러 지표 중 적어도 한가지 이상을 정기적으로 측정하여 평가해야 한다.

(1) 생화학적 검사: 생화학적 검사는 대부분의 임상에서 쉽게 측정할 수 있는 객관적인 지표이다. 생화학적 검사는 단백질 및 에너지 섭취에 관련된 정보 및 염증성 또는 산화성 스트레스의 존재여부에 대한 정보도 제공한다. 영양상태를 평가하는 가장 흔한 생화학적 검사는 혈청 알부민과 전알부민(prealbumin)이며 그 외 혈청 크레아티닌(creatinine), 콜레스테롤(cholesterol) 등은 스크리닝 방법으로 사용된다.

안정화된 상태의 혈청 알부민 농도는 체내 단백질 상태를 반영하기 때문에 만성 신질환 환자의 영양상태를 평가하는 데 광범위하게 사용되고 있다. 저알부민혈증(hypoalbuminemia)은 투석 환자의 예후를 예측할 수 있는 가장 강력한 단일 지표로 알려졌으며, 안정화된 상태의 혈청알부민 수치는 정상범위(3.7～4.0 g/dL)를 유지해야 한다.

투석 전 안정상태의 혈청 전알부민은 체내 단백상태를 잘 반영하며 투석 환자의 사망위험도를 예측하는 지표이다. 안정화된 상태의 혈청 전알부민이 30 mg/dL 이하인 경우 영양실조에 대한 평가가 이루어져야 한다. 하지만 만성 신질환 환자에서 급성 또는 만성 염증 질환이 동반된 경우 알부민, 전알부민은 영양상태를 반영하는 지표로의 특이성이 제한된다.

(2) 영양섭취량 측정: 최근의 체중 감소, 연하곤란, 약물

복용 등에 대한 병력은 영양실조 상태의 원인을 평가하는데 중요한 정보를 제공한다. 식사일기 및 식이 인터뷰를 통해 만성 신질환 환자의 식습관 및 섭취량을 추정할 수 있으며, 이를 토대로 단백질과 에너지의 섭취량을 평가할 수 있다. 안정된 투석 환자에서는 normalized protein equivalent of total nitrogen appearance (nPNA)로 단백질 섭취량을 평가하는데, 보통 0.8 g/kg/day 미만일 경우 영양실조로 판단한다.

(3) 신체측정: 신체측정은 만성 신질환 환자에서 단백질-에너지 영양상태를 반영하는 임상적으로 유용한 지표이다. 실제체중, 퍼센트 표준체중, 체질량 지수, 삼두박근 피부주름두께(triceps skinfold thickness), 상완근중간둘레(mid-arm circumference), 체지방률 등을 측정하여 평가한다.

4) 영양 공급

(1) 열량 섭취의 일반 사항: 유지투석환자와 만성 신질환 4, 5단계의 진행된 환자의 에너지 소비량은 일반인과 유사하다. 따라서, 여러 지침에서 일반적인 정상 성인의 킬로리 섭취량에 대한 권고안과 동일한 섭취량을 권고한다.

질소균형의 유지 및 혈청 알부민 농도의 증가, 정상에 가

Table 5. Nutritional support in renal failure

	Recommendation
Acute kidney injury	
Calorie	20～30 kcal/kg/day (individualized in underweight or obese patients)
	MOF: 130% of BEE or 35～50 kcal/kg/day
Protein	Conservative therapy: 0.6～0.8 g/kg/day
	Extracorporeal therapy: 1.0～1.5 g/kg/day
	CRRT, hypercatabolism: maximum 1.7 g/kg/day
Electrolyte, mineral	Close monitoring for toxicity in excessive supplement
Chronic kidney disease	
Calorie	35 kcal/kg/day (individualized in underweight or obese patients)
	GFR ≥30: (based on BEE)
	GFR <29: 30～35 kcal/kg/day
Protein	0.55～0.75 g/kg/day
Electrolyte, mineral	Na: 1.8～2.5 g/day
	K: 1.5～2.0 g/day
	P: 0.6～1.0 g/day
Hemodialysis	
Calorie	30～35 kcal/kg/day
Protein	1.1～1.4 g/kg/day (>50% high biologic value protein)
Water	1,000 mL/day + urine output
Electrolyte, mineral	Na: 1.8～2.5 g/day
	K: 2.0～2.5 g/day
	P: 0.8～1.0 g/day
	Zn: 15 mg/day
	Se: 50～70 μg/day
Vitamin	Folate: 1 mg/day
	Pyridoxine: 10～20 mg/day
	Vitamin C: 30～60 mg/day
	Vitamin D: depend on the serum Ca, P, and PTH level
Peritoneal dialysis	
Calorie	25～35 kcal/kg/day
Protein	1.2～1.5 g/kg/day (>50% high biologic value protein)
Water	1,000 mL/day + urine output
Electrolyte, mineral	Na: 1.8～2.5 g/day
	K: 2.0～2.5 g/day
	P: 0.8～1.0 g/day
Vitamin	Folate: 1 mg/day
	Vitamin C: 75～100 mg/day

MOF = multi organ failure; BEE = basal energy expenditure; CRRT = continuous renal replacement therapy; GFR = glomerular filtration rate; PTH = parathyroid hormone.

까운 인체계측 지표를 유지하기 위해 Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQI) 가이드라인에서는, 60세 미만의 투석 환자 및 만성 신질환 4, 5단계 환자에서 하루 칼로리 섭취량은 35 kcal/kg/day, 60세 이상의 투석 환자 및 만성 신질환 4, 5단계 환자에는 30～35 kcal/kg/day를 권고하며, 역시 영양결핍이 생기지 않도록 관리하는 것이 중요하다.[26]

(2) 단백질 섭취의 일반 사항: 혈액투석 환자에서 식이단백 섭취가 영양상태뿐만 아니라 이환율 및 사망률과 상관관계가 있다는 연구 결과들이 있으며, 이들의 평균 식이단백 섭취량인 0.9～1.0 g/kg/day로는 좋은 영양상태를 유지하기가 어렵다.[27] 복막투석 환자는 복막투석액으로의 단백질 소실로 인해 혈액투석 환자보다 단백질 섭취 요구량이 많다. 복막을 통한 단백질 소실은 5～15 g/day이며, 복막염이 동반된 경우 50%～100% 정도 증가하며 감염이 호전된 후에도 2～3주간 단백질 소실이 계속 증가되어 있을 수도 있다. 또한, 복막투석액으로의 아미노산 소실이 평균 3 g/day이며, 일부 펩타이드는 투석으로 제거된다. 복막투석액을 통한 당 흡수로 인해 발생하는 식욕부진 역시 식이 섭취감소와 영양실조에 기여하므로 복막투석 환자는 일반인에 비해 좀더 많은 식이단백 섭취가 요구된다. 이러한 연구를 바탕으로, K/DOQI 가이드라인에서는 혈액투석 환자의 경우 1.2 g/kg/day, 복막투석환자의 경우 1.2～1.3 g/kg/day의 식이단백질을 섭취하도록 권장하며, 식이 단백의 최소 50% 이상을 고생물가의 단백질로 구성해야 한다.[26]

이와 달리 투석 전단계의 만성신질환 환자에서는 논란의 여지가 있으나, 저단백식이가 권유된다. 저단백식이는 요독증의 대표적인 임상증상 및 대사장애를 일으키는 질소 대사산물과 무기 이온의 생성을 감소시키는 동시에 고인산혈증, 대사상산증, 고칼륨혈증 및 기타 전해질 불균형의 개선에도 도움을 준다. 비록 modification of diet in renal disease 연구에서 저단백식이의 신기능 보호효과가 미약한 것으로 나타났으나 다른 메타분석 결과에서는 만성 신질환의 진행을 지연시키며, 신대체요법의 시작시점을 늦추는 효과가 있었다.[28,29] 따라서, 만성신부전이 진행하는 환자의 경우 0.6 g/kg/day 정도의 저단백식이를 고려해야 하며, 이런 식이를 수용하지 못하는 환자나 적절한 에너지 요구량에 못 미치는 환자의 경우는 0.75 g/kg/day까지 증량하며, 식이 단백의 최소 50% 이상을 고생물가의 단백질로 구성해야 한다 (Table 5).

결 론

급성 신부전 환자는 대부분 신대체요법을 시행하게 되며 영양 요구량은 기저 질환 및 합병증, 신대체요법의 종류에 따라 결정이 된다. 투석 전의 만성 신질환 환자는 저단백식이와 함께 하루 35 kcal/kg/day의 영양공급이 필요하며, 투석 중인 말기 신질환 환자의 경우 1.2～1.3 g/kg/day의 단백질 공급이 필요하다. 신기능 부전은 급성 신부전에서부터 만성 신질환까지 다양한 질환의 영역이 포함되며 신대체요법의 시행 여부에 따라 영양 요구량이 다르기 때문에 각 환자에 맞는 적절한 영양 평가 및 영양 지원을 시행하도록 노력해야 한다.

REFERENCES

1. Strejc JM. Considerations in the nutritional management of patients with acute renal failure. Hemodial Int 2005;9(2):135-42.
2. Thurau K. Pathophysiology of the acutely failing kidney. Clin Exp Dial Apheresis 1983;7(1-2):9-24.
3. Star RA. Treatment of acute renal failure. Kidney Int 1998; 54(6):1817-31.
4. Kopple JD. Dietary protein and energy requirements in ESRD patients. Am J Kidney Dis 1998;32(6 Suppl 4):S97-104.
5. Btaiche IF, Mohammad RA, Alaniz C, Mueller BA. Amino acid requirements in critically ill patients with acute kidney injury treated with continuous renal replacement therapy. Pharmacotherapy 2008;28(5):600-13.
6. Wiesen P, Van Overmeire L, Delanaye P, Dubois B, Preiser JC. Nutrition disorders during acute renal failure and renal replacement therapy. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2011;35(2): 217-22.
7. Kopple JD. Nutritional therapy in kidney failure. Nutr Rev 1981;39(5):193-206.
8. Abel RM. Nutritional support in the patient with acute renal failure. J Am Coll Nutr 1983;2(1):33-44.
9. Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. Kidney Int 2008;73(4):391-8.
10. Marin A, Hardy G. Practical implications of nutritional support during continuous renal replacement therapy. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2001;4(3):219-25.
11. Brown RO, Compher C; American Society for Parenteral and Enteral Nutrition Board of Directors. A.S.P.E.N. clinical guidelines: nutrition support in adult acute and chronic renal failure. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2010;34(4):366-77.
12. Cano NJ, Aparicio M, Brunori G, Carrero JJ, Cianciaruso B, Fiaccadori E, et al; ESPEN. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: adult renal failure. Clin Nutr 2009;28(4):401-14.
13. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, et al; Acute Kidney Injury Network. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. Crit Care 2007;11(2):R31.
14. Gervasio JM, Cotton AB. Nutrition support therapy in acute kidney injury: distinguishing dogma from good practice. Curr

Gastroenterol Rep 2009;11(4):325-31.
15. Li Y, Tang X, Zhang J, Wu T. Nutritional support for acute kidney injury. Cochrane Database Syst Rev 2010;(1):CD005426.
16. Fall P, Szerlip HM. Continuous renal replacement therapy: cause and treatment of electrolyte complications. Semin Dial 2010;23(6):581-5.
17. Klein CJ, Moser-Veillon PB, Schweitzer A, Douglass LW, Reynolds HN, Patterson KY, et al. Magnesium, calcium, zinc, and nitrogen loss in trauma patients during continuous renal replacement therapy. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2002; 26(2):77-92.
18. Kent PS. Integrating clinical nutrition practice guidelines in chronic kidney disease. Nutr Clin Pract 2005;20(2):213-7.
19. Walser M, Mitch WE, Maroni BJ, Kopple JD. Should protein intake be restricted in predialysis patients? Kidney Int 1999; 55(3):771-7.
20. Stratton RJ, Bircher G, Fouque D, Stenvinkel P, de Mutsert R, Engfer M, et al. Multinutrient oral supplements and tube feeding in maintenance dialysis: a systematic review and meta-analysis. Am J Kidney Dis 2005;46(3):387-405.
21. Bistrian BR. Role of the systemic inflammatory response syndrome in the development of protein-calorie malnutrition in ESRD. Am J Kidney Dis 1998;32(6 Suppl 4):S113-7.
22. Stenvinkel P, Heimbürger O, Paultre F, Diczfalusy U, Wang T, Berglund L, et al. Strong association between malnutrition, inflammation, and atherosclerosis in chronic renal failure. Kidney Int 1999;55(5):1899-911.
23. Leavey SF, Strawderman RL, Jones CA, Port FK, Held PJ. Simple nutritional indicators as independent predictors of mortality in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 1998;31(6): 997-1006.
24. Adequacy of dialysis and nutrition in continuous peritoneal dialysis: association with clinical outcomes. Canada-USA (CANUSA) Peritoneal Dialysis Study Group. J Am Soc Nephrol 1996;7(2):198-207.
25. Owen WF Jr, Lew NL, Liu Y, Lowrie EG, Lazarus JM. The urea reduction ratio and serum albumin concentration as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis. N Engl J Med 1993;329(14):1001-6.
26. Clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure. K/DOQI, National Kidney Foundation. Am J Kidney Dis 2000;35(6 Suppl 2):S1-140.
27. Williams B, Hattersley J, Layward E, Walls J. Metabolic acidosis and skeletal muscle adaptation to low protein diets in chronic uremia. Kidney Int 1991;40(4):779-86.
28. Ihle BU, Becker GJ, Whitworth JA, Charlwood RA, Kincaid-Smith PS. The effect of protein restriction on the progression of renal insufficiency. N Engl J Med 1989;321(26):1773-7.
29. Mehrotra R, Nolph KD. Treatment of advanced renal failure: low-protein diets or timely initiation of dialysis? Kidney Int 2000;58(4):1381-8.