

입원환자의 영양불량위험 검색도구의 개발 및 평가

한진순* · 이송미** · 정혜경** · 안홍석* · 이승민**

성신여자대학교 식품영양학과,* 강남세브란스병원 영양팀**

Development and Evaluation of a Nutritional Risk Screening Tool (NRST) for Hospitalized Patients

Han, Jin Soon* · Lee, Song Mi** · Chung, Hye Kyung** · Ahn, Hong Seok* · Lee, Seung Min**

Department of Food and Nutrition,* Sungshin Women's University, Seoul 136-742, Korea

Nutrition Team, Gangnam Severance Hospital,** Seoul 135-720, Korea

ABSTRACT

Malnutrition of hospitalized patients can adversely affect clinical outcomes and cost. Several nutritional screening tools have been developed to identify patients with malnutrition risk. However, many of those possess practical pitfalls of requiring much time and labor to administer and may not be highly applicable to a Korean population. This study sought to develop and evaluate a Nutrition Risk Screening Tool (NRST) which is simple and quick to administer and widely applicable to Korean hospitalized patients with various diseases. The study was also designed to generate a screening tool predictable of various clinical outcomes and to validate it against the Nutritional Risk Screening 2002 (NRS 2002). Electronic medical records of 424 patients hospitalized at a general hospital in Seoul during a 14-month period were abstracted for anthropometric, medical, biochemical, and clinical outcome variables. The study employed a 4-step process consisting of selecting NRST components, searching a scoring scheme, validating against a reference tool, and confirming clinical outcome predictability. NRST components were selected by stepwise multiple regression analysis of each clinical outcome (i.e., hospitalization period, complication, disease progress, and death) on several readily available patient characteristics. Age and serum levels of albumin, hematocrit (Hct), and total lymphocyte count (TLC) remained in the last model for any of 4 dependent variables were decided as NRST components. Odds ratios of malnutrition risk based on NRS 2002 according to levels of the selected components were utilized to frame a scoring scheme of NRST. A NRST score higher than 3.5 was set as a cut-off score for malnutrition risk based on sensitivity and specificity levels against NRS 2002. Lastly differences in clinical outcomes by patients' NRST results were examined. The results showed that the NRST can significantly predict the in-hospital clinical outcomes. It is concluded that the NRST can be useful to simply and quickly screen patients at high-nutritional risk in relation to prospective clinical outcomes. (Korean J Nutr 2009; 42(2): 119~127)

KEY WORDS: nutrition screening tool, hospitalized patients, nutritional risk, clinical outcome.

서론

입원 환자의 영양불량 여부는 환자의 향후 임상적 결과에 영향을 미치는 주요 요인으로 알려져 있다. 영양불량의 위험에 대해 조사한 연구에서 입원 환자의 약 40% 이상은 영양적 위험요인을 가지고 있으며, 그 중 약 75%의 환자는 입원 기간 중에 영양불량이 더욱 심화되었다고 보고한 바

있다.¹⁾ 또한 입원 환자의 영양불량과 감염률, 합병증 발생률, 사망률, 재원기간, 그리고 의료비용 간의 유의한 연관성이 다수의 연구에서 보고되었는데,²⁻⁵⁾ 영양적으로 양호한 환자들보다 영양불량이 심한 환자일수록 감염이나 합병증의 발생 증가로 인해 재원일수가 길어지고 이에 따라 의료비용도 상승하며 사망률 또한 증가하는 것으로 알려져 있다.⁶⁾

따라서, 입원 환자의 보다 향상된 예후를 위하여 효율적이고 신속한 방법으로 영양상태를 평가하는 것이 필수적이다.⁷⁾ 약 20여 년 전부터 입원환자의 영양불량 위험을 진단하기 위한 영양검색 도구들이 개발되기 시작하였고 현재 세계적으로 여러 영양검색 도구들이 사용되고 있다. 최근 많이 사용되고 있는 대표적인 영양검색 도구들에는 PG-SGA

접수일 : 2009년 1월 28일 / 수정일 : 2009년 2월 20일

채택일 : 2009년 3월 13일

*To whom correspondence should be addressed.

E-mail: sullenelee@gmail.com

(Patient-Generated Subjective Global Assessment), NRS 2002 (Nutritional Risk Screening 2002), SNAQ (Short Nutritional Assessment Questionnaire), MNA (Mini Nutrition Assessment) 등이 있다. 하지만, 이러한 기존의 영양검색도구들은 외국 환자들을 대상으로 개발되어져 우리나라의 환자들에게 그대로 적용하는 데 있어 적합하지 않을 가능성이 클 뿐 아니라,⁸⁾ 진단에 필요한 시간 및 비용적 측면에서 현실적인 제한이 따르기도 한다.⁹⁾

이에 본 연구는 1) 영양불량 진단을 간단하고 신속하게 실시할 수 있고 2) 합병증 유무, 질병 예후, 재원기간, 사망률 등의 임상적 결과를 유의하게 예측할 수 있으며, 3) 여러 질병의 환자들에게 폭넓게 적용할 수 있고, 4) 기존의 영양검색도구 중 대표 격인 NRS 2002를 기준으로 평가하였을 때 그 타당도가 입증되는 영양불량위험 진단을 위한 검색도구 (Nutritional Risk Screening Tool, NRST)를 개발하고자 하였다. NRS 2002는 입원 환자 955명을 대상으로 한 연구에서 타 도구들에 비하여 높은 타당도와 입원 기간과의 유의한 연관성이 보고된 바 있으며, 최근 유럽 정맥영양학회에서 권장하고 있는 영양검색 도구이다.¹⁰⁾ 이에 근거하여 본 연구의 reference 도구로 채택하였다.

연구방법

연구대상자

NRST의 구성요소를 선정하기 위한 기초 자료는 서울 소재 강남세브란스 병원에 약 1년 2개월 (2004년 10월~2005년 12월)의 기간 동안 입원한 성인 환자들을 대상으로 수집하였다 (N = 424). 대상자들의 나이, 성별, 현재 체중과 신장, 혈중 알부민, 백혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 총 임

파구수, 총 콜레스테롤, 진단부서, 입원 기간 동안의 합병증 및 감염 발생 여부, 사망여부, 재원기간, 퇴원 시 환자의 전반적 상태 등을 전자의무기록을 통해 조사하였다.

NRST의 기준점 설정 및 NRS 2002에 기준한 타당도를 평가하기 위한 기초자료 역시 동일한 병원의 입원 환자로부터 수집하였다 (N = 142). NRS 2002 평가에 필요한 자료를 수집하기 위해서는 영양사 인력에 의한 개별면담이 요구되므로 이에 따른 시간과 비용의 현실적 제한으로 인해 142명의 환자에 대해서만 시행되었다. 자료성별, 나이, 현재 체중과 신장, 혈중 알부민, 백혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 총 임파구수, 총 콜레스테롤, 진단명에 대하여 NRS 2002 평가에 필수적으로 요구되는 지난 3개월 동안의 체중 변화율과 식사 섭취를 개별면담을 통하여 수집하여 각 대상자의 NRS 2002에 따른 평가 결과를 파악하였다. NRS-2002는 크게 3가지 요소 즉, 영양상태 (체중 감소 정도, 식사 섭취 감소 정도에 따라 1~3점), 질병 중증도 (질병 진단명에 따른 중증도에 따라 1~3점), 나이 (70세 이상이면 1점)에 대해 각각 점수를 부여하고 총합 점수가 3점 이상이면 영양적 중재가 요구되는 영양불량 위험환자로, 3점 미만이면 영양적 중재가 필요치 않은 영양불량 위험이 없는 환자로 분류하였다 (Fig. 1).¹⁰⁾

체질량지수 (Body Mass Index, BMI) 및 생화학적 지표의 기준점 설정

BMI와 모든 생화학적 지표는 NRST 개발과정에 앞서 기준점을 설정하여 이분화 하였다. BMI의 경우 18.5 kg/m² 미만인 경우 영양불량과 함께 사망률이 증가한다는 보고와¹¹⁾ 대한 비만학회의 저체중 분류 기준에 따라 18.5 미만을 기준점으로 정하였다. 나이는 65세 초과를 기준으로 하였고, 혈청 알부민이 3.5 mg/dL 미만인 경우 사망률이 증가했다

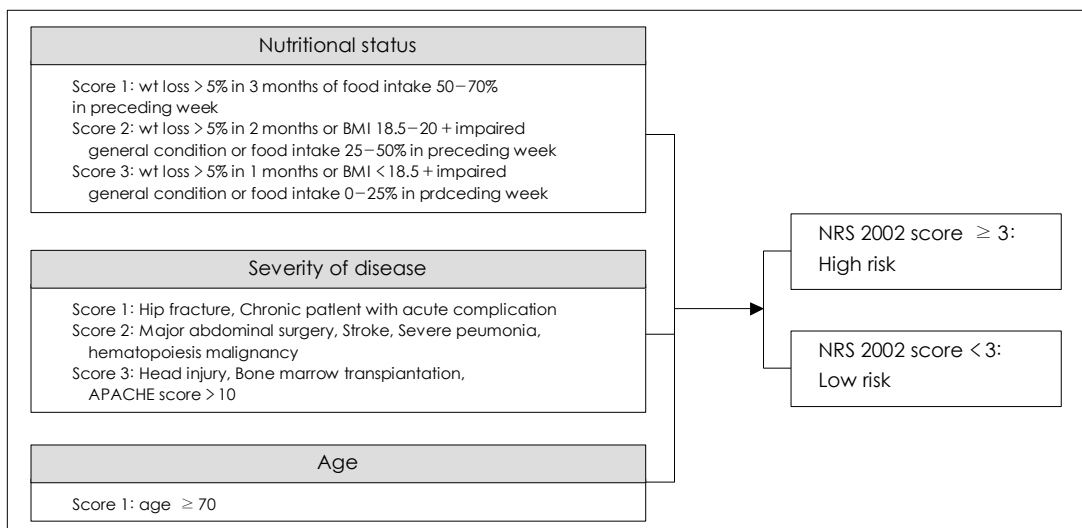


Fig. 1. NRS 2002.

는 연구결과와^{12,13)} 입원기간이 증가하였다는 보고에¹⁴⁾ 따라 3.5 mg/dL 미만을 기준으로 정하였다. 헤모글로빈은 12 g/dL 미만, 헤마토크릿은 37% 미만을 기준으로 수준을 나누었으며, 혈중 총 콜레스테롤은 150 mg/dL 이하인 환자군에서 사망률이 증가하였다는 연구 결과에 기초하여 150 mg/dL 미만으로 정하였다.¹⁵⁾ 총 임파구수는 1,800 cell/mm³ 보다 낮을 경우 입원기간이 증가하였다는 연구결과를¹⁶⁾ 참고하여 1,800 미만을 기준점으로 정하였다.

NRST의 개발 및 평가

본 연구에서 NRST의 개발 및 평가는 1) NRST 구성요소의 선정, 2) NRST scoring scheme의 탐색, 3) NRST 평가의 기준점 설정, 4) NRST의 임상결과 예측력 재확인 의 4단계로 구분되어 진행되었다 (Fig. 2).

NRST 구성요소의 선정

수집된 모든 신체계측 변수와 생화학적 변수, 연령, 그리고 성별을 독립변수로 설정하고, 합병증 유무, 사망여부, 재원기간, 질병예후를 각각 종속변수로 하는 stepwise multi-

ple regression analysis를 실시하여 각 임상결과 변수의 예측에 영향력을 가지는 변수들을 NRST의 구성요소로 선정하고자 하였다. 범주형 변수인 합병증 유무, 사망여부, 질병예후의 예측은 stepwise multiple logistic regression analysis를 사용하였고, 연속형 변수인 재원기간의 예측은 stepwise multiple linear regression analysis를 사용하였다. 이 때 stepwise multiple regression analysis의 각 단계에서 독립변수가 모형에 들어가거나 남는 조건은 모두 유의수준 0.15 미만으로 설정하였으며, 각 종속변수를 대상으로 실시된 4개의 stepwise multiple regression analysis 중 한 번이라도 최종모형에 포함된 변수들을 NRST의 구성요소로 정하였다.

NRST scoring scheme의 탐색

윗 단계에서 선정된 NRST 구성요소의 수준에 따른 NRS 2002에 기초한 영양불량위험 진단결과의 odds ratio (OR)를 logistic regression analysis를 실행하여 산출하였다. 산출된 OR를 이용하여 NRST 구성요소 간의 scoring sch-

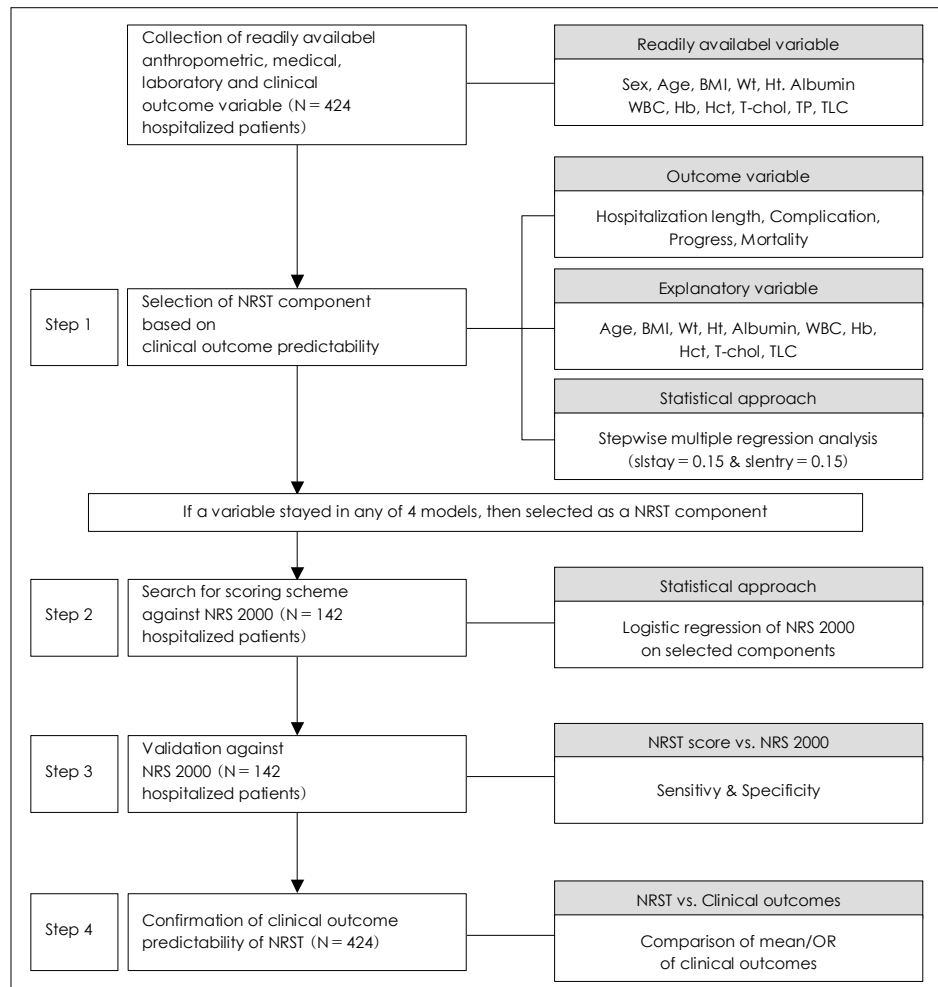


Fig. 2. Flow chart of study design.

eme을 설정하였다. NRST 점수는 각 NRST 구성요소가 기준점 미만인 경우에는 1을, 기준점 이상인 경우에는 0점을 부여한 후 이 수치와 소수 둘째자리에서 반올림하여 단순화 한 OR의 곱을 산출한 후 이들의 합으로 표시된다.

NRST 평가의 기준점 설정

NRST의 점수를 산출하여 각 대상자에게 (N = 142) 부여한 후, 일련의 NRST 점수기준에 따른 NRS 2002 평가 결과 대비 민감도 (sensitivity)와 특이도 (specificity)를 살펴보고 민감도와 특이도를 가장 잘 만족시키는 점수를 NRST를 이용한 영양불량위험 평가의 기준점으로 설정하였다. 민감도는 기준 도구에 의하여 영양불량위험 환자로 판정된 환자 중 새로운 도구로도 위험 환자로 판정된 환자의 비율을 뜻하며, 특이도는 기준 도구에 의하여 영양불량위험 환자가 아닌 것으로 판정된 환자 중 새로운 도구로도 위험 환자가 아닌 것으로 판정된 환자의 비율을 뜻한다. 이 두 지표는 도구의 타당도를 판별하는 중요한 요소이며, 정의에 의하여 한 지표가 상승하면 다른 지표는 하강하는 특성을 지니므로 이 두 지표를 적절한 수준 이상으로 가지는 도구가 상대적으로 타당도가 양호한 것으로 이해된다.

NRST의 임상결과 예측력 재확인

NRS 2002 평가결과에 기초하여 설정된 NRST의 scoring scheme과 기준점에 대한 재평가의 일환으로 NRST 진단 결과가 임상결과들과 유의한 연관성을 가지는지 살펴 보았다. 합병증 유무, 사망여부, 질병예후와의 연관성 여부는 logistic regression analysis를 통하여, NRST 진단 결과에 따른 재원기간의 유의한 차이에 대한 검증은 t-test를 이용하여 확인하였다.

모든 자료의 통계분석은 SAS software program version 9.1 (SAS Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다.

결 과

연구 대상자의 특성

연구대상자의 (N = 424) 일반적 특성을 Table 1에 제시하였다. 성별 분포는 남자가 227명 (53.5%), 여자가 197명 (46.5%)이었으며 연령은 40~59세 그룹과 (158명, 37.3%) 60~79세 그룹이 (165명, 38.9%) 전체의 약 3/4를 차지하였다. BMI가 18.5 미만인 환자는 6명 (1.4%)밖에 되지 않았다. 혈중 알부민이 3.5 mg/dL 미만인 환자는 64명 (15.1%), 헤모글로빈이 12 g/dL 미만인 환자는 118명 (27.8%)이었다. 헤마토크릿이 37% 미만인 환자는 149명 (35.%), 총 콜레스테롤이 150 mg/dL 미만인 환자는 164명 (38.7

Table 1. Basic characteristics of subjects (n = 424)

Variables		N (%)
Sex	Male	227 (53.5)
	Female	197 (46.5)
Age (years)	20–39	67 (15.8)
	40–59	158 (37.3)
	60–79	165 (38.9)
	≥ 80	34 (8.0)
BMI (kg/m ²)	< 18.5	6 (1.4)
	18.5–22.9	48 (11.3)
	23–24.9	56 (13.2)
	≥ 25	314 (74.1)
Albumin (mg/dL)	< 3.5	64 (15.1)
Hb (g/dL)	< 12	118 (27.8)
Hct (%)	< 37	149 (35.1)
T.chol (mg/dL)	< 150	164 (38.7)
TLC (cell/mm ³)	< 1800	206 (48.6)
Diagnosis department	Cardiology	87 (20.5)
	Gastrointestinal	79 (18.6)
	Pulmonology	48 (11.3)
	Neurosurgery	30 (7.1)
	General surgery	29 (6.8)
	Rehabitational medicine	28 (6.6)
	Neuro psychiatry	17 (4.0)
	Hemato-oncology	16 (3.8)
	Family medicine	15 (3.5)
	Psychiatry	15 (3.5)
	Endocrinology	14 (3.3)
	Ortho surgery	12 (2.8)
	Etc.	34 (8.0)

%)이었다. 총 임파구수가 1,800 cell/mm³보다 낮은 환자는 206명 (48.6%)으로 가장 빈도가 높았다. 연구대상자의 입원 시 진단부서는 심장내과가 20.5%로 가장 많았으며, 소화기 내과 (18.6%), 호흡기 내과 (11.3%), 신경과 (7.1%), 외과 (6.8%), 재활의학과 (6.6%)가 그 뒤를 이었다. 이 외에도 신경내과, 중양내과, 가정의학과, 정신과, 내분비과, 정형외과, 흉부외과, 신장내과, 성형외과, 안과, 산부인과, 감염내과, 피부과, 마취통증의학과, 혈액내과, 류마티스내과, 비뇨기과 등의 다양한 진단부서의 환자들로 구성되었다. NRS 2002를 적용하여 영양불량위험 여부를 진단한 환자들 (142명)의 특성은 BMI 분포를 제외한 성별 분포, 연령, 혈중 알부민, 백혈구, 헤모글로빈, 헤마토크릿, 총 콜레스테롤, 총 임파구수 등이 Table 1과 비슷한 수준을 보였다 (data not shown).

NRST의 구성요소 선정

Table 2에 NRST의 구성요소를 선정하기 위하여 실시

된 stepwise multiple logistic regression analysis와 stepwise multiple linear regression analysis의 결과를 요약하였다. 재원기간을 종속변수로 하는 stepwise multiple linear regression의 최종 모형에는 알부민, 총 임파구수, 헤마토크릿이 남았으며, 합병증에 대한 stepwise multiple logistic regression에서는 알부민이 유일하게 최종적으로 모형에 남았다. 질병의 예후를 예측하는 변수로는 알부민, 연령, 헤마토크릿, 총 임파구수가, 사망을 예측하는 변수로는 알부민, 연령, 총 임파구수 항목이 선택되었다. 따라서, 각 종속변수에 대하여 실시된 회귀분석 결과 한 번이라도 선택된 변수인 알부민, 연령, 헤마토크릿, 총 임파구수의 총 4가지 변수가 NRST의 구성요소로 선정되었다.

NRST의 scoring scheme 및 기준점 설정

NRST 구성요소로 선정된 네 변수의 수준에 따른 NRS 2002 진단결과와 OR를 Table 3에 제시하였다. 산출된 OR를 소수 둘째자리에서 반올림하여 단순화 한 뒤 이에 기초하여 NRST 구성요소 간의 scoring scheme을 설정하였다 (Table 4). 이 단계에서 알부민, 연령, 헤마토크릿, 총 임파구수의 네 변수는 전 단계에서 NRST의 구성요소로 확정되었고 또한 다음 단계에서 NRS 2002에 기준한 타당도를 다시 한 번 점검하는 단계가 있음을 감안하여, 산출된 OR의 NRS 2002 결과 예측에 대한 유의성 여부는

Table 2. Stepwise multiple regression analysis of clinical outcomes on readily available patients' characteristics (n = 424)

Dependent variable	Order entered in the model	Independent variable
Period	1	Albumin***
	2	TLC
	3	Hct
Complication	1	Albumin**
Progress	1	Albumin***
	2	Age
	3	Hct
	4	TLC
Death	1	Albumin***
	2	Age**
	3	TLC

: p < 0.01, *: p < 0.001

Table 3. Result of logistic regression of NRS 2002 on selected NRST components (n = 142)

Variable	OR (95% CI)	Score
Albumin < 3.5 (mg/dL)	1.160 (0.387–3.478)	1
Age > 65 (years)	2.437 (0.963–6.170)	2.5
Hct < 37 (%)	1.387 (0.502–3.836)	1.5
TLC < 1800 (cell/mm ³)	2.223 (0.783–6.312)	2

NRST 점수화 구조 설정에 고려하지 않았다. NRST 점수는 각 NRST 구성요소가 기준점 미만인 경우에는 1을, 기준점 이상인 경우에는 0점을 부여한 후 이 수치와 보정된 OR의 곱을 산출한 후 이들의 합으로 표시된다.

설정된 NRST 점수화 구조에 따라 각 대상자 (N = 142)에게 NRST 점수를 부여한 후 일련의 NRST 점수에 따른 NRS 2002 평가결과 대비 민감도 (sensitivity)와 특이도 (specificity)를 살펴보았다 (Table 5). 이에 따라 약 73%의 민감도와 54%의 특이도를 가지는 3.5점 이상을 NRST에 따른 영양불량위험 진단의 기준으로 정하였다. 민감도와 특이도의 총합을 극대화하고 특이도에 보다 비중을 둔다면 4.5를 기준점으로 채택할 수도 있었으나, 3.5점과 4.5점 간의 민감도와 특이도의 총합이 매우 미미한 차이이며 영양불량 위험의 높은 환자를 구별하지 못하는 문제가 영양불량 위험이 낮은 환자를 높다고 판정하는 문제보다 환자의 임상결과에 큰 영향을 미치리라는 판단 하에 NRST 점수 3.5점 이상을 기준점으로 정하였다.

NRST의 임상 결과 예측력 재확인

Table 6은 NRST 결과에 따라 재원일수, 합병증 여부, 사망여부, 질병예후를 비교한 결과이다. 재원일수의 경우 NR-

Table 4. Nutrition risk screening tool

Component	Level	Score
Albumin (mg/dL)	< 3.5	1
	≥ 3.5	0
Age (years)	> 65	2.5
	≤ 65	0
Hct (%)	< 37	1.5
	≥ 37	0
TLC (cell/mm ³)	< 1800	2
	≥ 1800	0
NRST score	Albumin score + age score + Hct score + TLC score	

Table 5. Sensitivity and specificity according to NRST score against NRS 2002 (n = 142)

NRST score	Sensitivity (%)	Specificity (%)
0	100	0.0
1	92.3	20.0
1.5	92.3	22.0
2	88.5	34.0
2.5	84.6	45.0
3	73.1	52.0
3.5	73.1	54.0
4	50.0	73.0
4.5	50.0	78.0
5.5	30.8	87.0
6	30.8	88.0
7	7.7	97.0

Table 6. Association between clinical outcomes and NRST result (n = 142)

	Not at nutritional risk by NRST (n = 163)	At nutritional risk by NRST (n = 261)
	Mean \pm SD	
Period (days)*	11.21 \pm 21.23	17.66 \pm 25.17
	OR (95% CI) of nutritional risk by NRST	
Complication		
Yes	3.78 (0.96–14.83)	
No	1.00	
Progress*		
Relapse	2.32 (1.10–4.87)	
Recovery	1.00	
Death**		
Yes	5.00 (1.58–15.78)	
No	1.00	

*: p < 0.05, **: p < 0.01

ST 적용 결과 영양불량의 위험이 있다고 판단된 환자군이 17.6 \pm 25.2일, 영양불량의 위험이 없다고 판단된 환자군이 11.2 \pm 21.2일로 유의적인 차이를 보였다 (p < 0.0143). 질병의 비호전율 (OR = 2.32, p = 0.0265, 사망률도 (OR = 5.00, p = 0.0061) 영양불량의 위험에 있다고 진단된 환자군이 그렇지 않은 환자군에 비하여 유의하게 높았다. 합병증 발생율 (OR = 3.78, p = 0.0565)은 두 군 간의 차이가 통계적인 유의성에 미치지 못하였으나, NRST에 의하여 영양불량의 위험이 있다고 판단된 환자군에서 높은 경향을 나타내었다.

고 찰

영양불량은 재원 일수의 연장,^{17,18)} 의료비용의 증가,^{19,20)} 사망률 및 합병증 증가^{21,22)}와 관련이 있어 많은 의료인들에게 관심의 대상이 되고 있다. 선행 연구들에 의하면 입원 환자의 영양불량 위험률은 사용된 영양검색도구와 대상자의 특성에 따라 다르지만 대체로 40~60%로 보고되어 왔으며,^{3,23)} 그 중 78%는 입원기간 동안 그 위험률이 더 높아지는 것으로 보고된 바 있다.³⁾ 이러한 이유로 입원초기에 입원 환자의 영양상태 평가 및 영양관리의 중요성이 강조되어 20여 년 전부터 입원환자의 영양불량 위험을 진단하기 위한 영양검색 도구들이 개발되기 시작하였고 현재 세계적으로 여러 영양검색 도구들이 개발되어 병원에서 사용되고 있다.

대표적으로 사용되는 영양검색 도구들에는 PG-SGA (Patient-Generated Subjective Global Assessment), NRS

2002 (Nutritional Risk Screening 2002), SNAQ (Short Nutritional Assessment Questionnaire), MNA (Mini Nutrition Assessment) 등이 있다. PG-SGA는^{24,25)} 암에 걸린 환자들에 주안을 두어 개발되었다. 이 도구는 환자의 신체 계측, 생화학적 검사결과뿐만 아니라 질환 및 환자의 연령, 대사적 스트레스 등을 반영하여 영양불량의 초기단계부터 영양적 위험을 평가할 수 있도록 개발되었으며, 수집되는 변수로는 체중변화, 음식섭취정도, 증상, 신체적 활동과 기능, 질병여부, 대사적 요구, 신체계측 등이 있다. 총 PG-SGA 점수 (0~9점)를 4단계로 구분하여 환자에게 맞는 영양중재를 실시할 수 있도록 구성되어 있다. 본 연구의 타당성 평가를 위해 사용된 NRS 2002는^{10,26)} 환자가 현재 영양상태로부터 악화되는 것을 예방하거나 영양적 위험정도를 측정하기 위해 개발되었다. 체중변화, 식사섭취, 그리고 BMI로부터 파악된 영양상태, 진단명에 의한 질병중증도, 그리고 나이 변수를 이용하여 고위험군과 저위험군으로 구분하고 그에 맞는 영양중재를 할 수 있도록 비교적 간단하게 설계되었기 때문에 사용하기에 쉽고 적용할 수 있는 환자의 범위가 넓은 것이 장점이다. NRS 2002의 타당도는 randomized controlled trials를 이용해 영양적 보충을 해주거나 자발적으로 음식을 섭취했을 때와 영양보충을 하지 않았을 때의 효과를 비교함으로써 타당도가 검증된 바 있다.¹⁰⁾ SNAQ는²⁷⁾ 최근에 의도하지 않게 발생된 체중감소를 중점으로 하는 가장 간단한 영양검색 도구로서 3가지 변수만을 사용하도록 구성되어있다. BMI에 기준하여 이 도구의 타당성을 검증한 결과 sensitivity 86%, specificity 89%로 측정되었다. 마지막으로 MNA는^{8,16,23,28)} 노인들을 대상으로 개발된 영양검색 도구로 체중, 키, 신체둘레에 관한 4개의 질문이 포함된 신체계측 평가와 생활방식, 약물치료, 운동에 관한 6개의 질문이 포함된 포괄적인 평가, 그리고 식사 횟수, 고형식품과 유동식품의 섭취, 자발적인 음식섭취가 고려된 식이측정에 관한 질문 6개, 마지막으로 건강과 영양의 인식에 관한 질문 2개가 포함된 개인평가를 포함하여 총 18개의 변수에 대해 측정한다.

하지만, 기존의 입원환자를 위한 영양검색도구들을 국내 병원에서 활용하는데 있어서는 제한점이 존재한다. 이는 영양검색도구들이 조사자가 직접 환자의 개별 면담을 통해 영양문제를 평가해야 하도록 설계되어 많은 시간이 소요되고 숙련된 인력이 필요하거나,^{9,10,25-26)} 많은 변수를 필요로 하여 현실적인 제약이 따르기도 하며,^{8,16)} 단순히 BMI를 이용한 타당성이 검증되었을 뿐 임상적 결과를 얼마나 잘 예측하는지는 알려져 있지 않은 경우도 있다.²⁷⁾ 아울러 외국 환자들을 대상으로 개발된 영양검색도구들은 우리나라의 환

자에게 그대로 적용하는 것이 적합하지 않을 가능성도 크다. 이러한 한계점을 극복하고자 최근 Kim & Kim²⁹⁾은 우리나라 입원환자들을 대상으로는 최초로 영양불량위험 진단을 위한 간단한 영양검색 지표 (Nutrition Screening Index, NSI)를 개발하는 의미있는 연구를 수행하였다. NSI는 PG-SGA의 결과를 예측하는 변수를 이분형 로지스틱 회귀분석 후진 wald법을 이용하여 선정하였다. 나이, 체질량지수, 알부민, 총임파구수, 콜레스테롤, 체중감소의 총 6가지 항목을 모형에 포함시켜 최종적으로 연령, 체질량지수, 알부민, 총임파구수의 4가지 항목이 NSI의 구성요소로 분류되었다. NSI는 PG-SGA를 기준으로 타당도를 검토하였는데, 영양검색의 최종적인 목표는 질병예후를 비롯한 임상결과의 향상에 있다는 점을 되새겨 볼 때 임상결과 예측정도에 대한 연구를 추후의 흥미로운 과제로 남겼다고 사료된다.

따라서, 이 연구는 입원환자의 영양불량 위험정도를 간단하고 신속하게 진단하며 임상적 결과를 유의하게 예측하는 영양검색도구를 개발하고자 하였다. 또한 대표적인 영양검색도구인 NRS 2002로 평가했을 때 그 타당도가 일정 정도 이상 인정되는 도구를 개발하고자 하였으며, 적용의 범위가 넓은 도구를 얻고자 다양한 병명의 환자들이 포함되도록 대상자의 진단부서를 제한하지 않았다.

이 연구의 NRST 개발 및 평가 과정은 총 4단계로 구성되었는데, 첫 단계에서는 NRST의 구성요소를 통계적인 접근법을 이용하여 선정하였다. 대상자들의 전자의무기록에 공통적으로 존재하는 신체계측 및 생화학적 변수들을 독립변수로, 그리고 재원일수, 합병증 유무, 질병예후, 원내 사망여부 등 4가지 임상결과를 각각 종속변수로 선정하여 step-wise multiple regression analysis를 실행하였다. 영양검색도구의 구성 변수 선정 또는 구성 변수들 간의 점수화 구조를 찾기 위한 과정에 통계적 접근법이 활용된 연구들이 비교적 최근에 소개된 바 있다. Kim 등²⁹⁾은 영양검색지표 개발을 위해 PG-SGA의 결과를 예측하는 binary backward logistic regression analysis를 실행하였으며, Brugler 등³⁰⁾의 연구에서도 latent class analysis를 이용해 영양부족과 관련 있는 합병증의 발생을 잘 예측할 수 있는 항목으로 13개의 변수 중에서 6개의 변수를 선정하였다. 기존의 연구들과 비교하였을 때 이 연구의 특징 중 한 가지는 단일 임상결과가 아닌 다수의 임상결과를 종속변수로 채택한 것이라 할 수 있다. 이는 임상적 결과들의 중요도에 특정 순위가 존재한다고 보지 않았으며, 보다 총체적인 임상적 결과에 초점을 맞추는 것이 실제적이라는 판단에 근거한다. 따라서 이 연구에서는 각 종속변수를 대상으로 실시된 4개의 회귀분석

결과 중 한 번이라도 최종모형에 포함된 변수들을 NRST의 구성요소로 정하였다.

다음으로 NRST의 scoring scheme을 탐색하고 NRST 점수를 이용하여 영양불량의 위험을 진단하기 위한 기준점 설정 과정을 실시하였는데, 이 두 단계에서는 NRS 2002를 참고치로 활용하여 기존의 도구와 비교하여도 일정 수준 이상의 타당도를 갖춘 틀을 얻고자 하였다. 구체적으로 logistic regression analysis를 사용하여 앞서 선정된 NRST 구성요소의 수준에 따른 NRS 2002에 기초한 영양불량위험 진단결과의 OR를 산출하였다. 각 구성요소의 OR값은 알부민 1.16, 연령 2.44, 헤마토크릿 1.39, 총임파구수 2.22로 나타났으며, NRST 점수산정의 단순화를 위하여 소수 둘째 자리에서 반올림하여 NRST 점수에 반영하였다. 즉 본 연구에서는 NRS 2002 결과와의 연관 정도에 기초하여 각 NRST 구성요소들에 상대적 중요도를 부여하고자 하였다.

이어 NRST의 점수를 산출하여 각 대상자에게 부여한 후, 일련의 NRST 점수기준에 따른 NRS 2002 평가결과 대비 민감도 (sensitivity)와 특이도 (specificity)를 살펴본다. 민감도 약 73%, 특이도 54%를 나타내는 3.5점을 NRST 진단결과의 기준점으로 정하였다. 다소 낮게 나타난 특이도가 본 연구 결과의 제한점으로 대두되는데, 아마도 NRS 2002에서는 중요한 요소 중 하나인 BMI가 NRST의 구성요소가 아닌 것에서 비롯되지 않았나 생각되며, 이는 본 연구의 대상자 중 대부분의 환자가 정상 이상의 BMI를 가지는 것으로 나타난 점에 기인하는 것으로 판단된다. NRS 2002가 절대적인 가치를 가지지 않을 수 있다는 유연한 관점에서 바라본다면, 저체중의 비율이 특별히 높지 않은 다양한 병명의 국내 입원환자집단에서 BMI를 주요 구성요소로 하는 NRS 2002가 최선의 선택이 아닐 수 있다고 볼 수 있으므로 이 연구에서 나타난 NRST의 다소 낮은 특이도에 대한 우려가 적을 수도 있다 하겠다.

마지막으로 NRST 진단결과의 다양한 임상적 결과에 대한 예측정도를 재확인하기 위한 과정을 거쳤는데, 대체로 유의한 예측력을 가지는 것으로 나타나 이 연구가 우선적으로 목적하였던 바를 달성한 것으로 나타났다. 따라서 이 연구를 통하여 개발된 NRST는 입원환자들의 영양적 위험정도를 신속히 파악하여 적절한 영양치료가 효율적으로 진행되도록 하는데 유용하리라 사료되며, 이는 조속한 질병 회복을 도와 재원일수 단축 및 의료비 절감의 효과를 낳으리라 기대된다. NRST 진단 결과와 장기적인 임상결과에 대한 연관성에 대한 추후 연구가 흥미로운 과제이며, 또한 실제적인 적용을 위하여 병원 내 전자의무기록 시스템 내에 영양적 위험 진단 및 진단 후 영양관리 절차를 반영하는 시스템 확

립이 요구된다.

요 약

이 연구는 다양한 병명을 가진 입원환자의 영양불량위험의 진단을 간단하고 신속하게 실시할 수 있고 재원기간 내의 임상결과를 유의하게 예측하며 NRS 2002와 비교하여 평가하였을 때 일정 수준 이상의 타당도를 가지는 영양불량 위험 검색도구를 (Nutritional Risk Screening Tool, NRST) 개발하고자 하였다. NRST의 개발 및 평가는 서울 소재 일개 종합병원에 1년여의 기간 동안 입원한 성인 환자를 대상으로 수집된 자료를 이용하여 NRST 구성요소의 선정, NRST scoring scheme의 탐색, NRST 평가의 기준점 설정, NRST의 임상결과 예측력 재확인 등의 총 4단계의 과정을 통하여 실시되었다. 아래에 본 연구의 결과 및 결론을 요약하였다.

1) 재원일수, 사망여부, 합병증 유무, 질병예후를 각각 종속변수로 하는 stepwise multiple regression을 시행한 결과 나이와 혈청 내 albumin, TLC, Hct 농도가 NRST의 구성요소로 선정되었다.

2) 선정된 각 NRST 구성요소의 수준에 따른 NRS 2002의 OR에 기준하여 NRST의 scoring scheme을 아래와 같이 설정하였다.

$$\text{NRST} = \text{Albumin} \times 1 + \text{Age} \times 2.5 + \text{Hct} \times 1.5 + \text{TLC} \times 2^*$$

*Coding: Albumin <3.5 : 1, ≥ 3.5 : 0. Age >65 : 1, ≤ 65 :0. Hct <37:1, ≥ 37 : 0. TLC <1800 : 1, ≥ 1800 : 0.

3) NRST의 점수변화에 따른 NRS 2000에 대한 민감도와 특이도를 바탕으로 NRST에 의한 영양불량 위험의 진단 기준점수를 3.5 이상으로 정하였다.

4) NRST 결과에 따른 재원일수, 합병증여부, 질병 예후, 사망여부 등의 차이를 검토한 결과 개발된 NRST가 만족할 만한 수준의 임상결과 예측력을 가지는 것으로 나타났다.

5) NRST는 다양한 진단명을 가진 입원환자의 영양불량 위험 여부를 향후의 임상결과와 관련하여 신속하게 진단하는데 유용하리라 사료된다.

Literature cited

- 1) McWhirter JP, Pennington CR. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ* 1994; 380: 945-958
- 2) Allison SP. Malnutrition, disease, and outcome. *Nutrition* 2000; 16: 590-593
- 3) Chima CS, Barco K, Dewitt ML, Maeda M, Teran JC, Mullen KD. Relationship of nutritional status to length of stay, hospital costs, and discharge status of patients hospitalized in the medicine service. *J Am Diet Assoc* 1997; 97 (9) : 975-978
- 4) Reinhardt GF, Myscofski JW, Wilkens DB, Dobrin PB, Mangan JE Jr, Stannard RT. Incidence and mortality of hypoalbuminemic patients in hospitalized veterans. *JPEN* 1980; 4 (4): 357-359
- 5) Robinson G, Goldstein M, Levine GM. Impact of nutritional status on DRG length of stay. *JPEN* 1987; 11 (1): 49-51
- 6) Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr* 2003; 22 (3): 235-239
- 7) Kyle UG, Kossovsky MP, Karsgaard VL, Pichard C. Comparison of tools for nutritional assessment and screening at hospital admission: a population study. *Clin Nutr* 2006; 25 (3): 409-417
- 8) Ruiz-Lopez MD, Artacho R, Oliva P, Moreno-Torres R, Bolanos J, de Teresa C, Lopez MC. Nutritional risk in institutionalized older women determined by the Mini Nutritional Assessment test: What are the main factors? *Nutrition* 2003; 19 (9): 767-771
- 9) Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in patients with cancer. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56 (8): 779-785
- 10) Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z; Ad Hoc ESPEN Working Group. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003; 22 (3): 321-336
- 11) Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW Jr. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 1999; 341 (15): 1079-1105
- 12) Corti MC, Guralnik JM, Salive ME, Skrin JD. Disability as predictors of mortality in order persons. *JAMA* 1994; 272 (13): 1036-1042
- 13) Akpele L, Bailey JL. Nutrition counseling impacts serum albumin level. *J Ren Nutr* 2004; 14 (3): 143-148
- 14) Dzieniszewski J, Jarosz M, Szczygiel B, Dlugosz J, Marlicz K, Linke K, Lachowicz A, Ryzko-Skiba M, Orzeszko M. Nutritional status of patients hospitalized in Poland. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59 (4): 552-556
- 15) Delgado-Rodriguez M, Medina-Cuadros M, Gomez-Ortega A, Martinez-Galleo G, Mariscal-Ortiz M, Martinez-Gonzalez MA, Sillero-Arenas M. Cholesterol and serum albumin levels as predictors of cross infection, death, and length of hospital stay. *Arch Surg* 2002; 137 (7): 805-812
- 16) Ferguson M, Capra S, Bauer J, Banks M. Development of a valid and reliable malnutrition screening tool for adult acute hospital patients. *Nutrition* 1999; 15 (6): 458-464
- 17) Messner RL, Stephens N, Wheeler WE, Hawes MC. Effect of admission nutritional status on length of hospital stay. *Gastroenterol Nurs* 1991; 13 (2): 202-205
- 18) Wunderlich SM, Tobias A. Relationship between nutritional status indicators and length of hospital stay for patients with diverticular disease. *J Am Diet Assoc* 1992; 92 (4): 429-433
- 19) Robinson G, Goldstein M, Levine GM. Impact of nutritional status on DRG length of stay. *JPEN* 1987; 11 (1): 49-51

- 20) Reilly JJ Jr, Hull SF, Albert N, Waller A, Bringardener S. Economic impact of malnutrition: a model system for hospitalized patients. *JPEN* 1988; 12(4): 371-376
- 21) Cederholm T, Jaqren C, Hellstrom K. Outcome of protein-energy malnutrition in elderly medical patients. *Am J Med* 1995; 98(1): 67-74
- 22) Velanovich V. The value of routine preoperative laboratory testing in predicting postoperative complication: a multivariate analysis. *Surgery* 1991; 109(3 pt 1): 236-243
- 23) Izawa S, Kuzuya M, Okada K, Enoki H, Koike T, Kanda S, Iguchi A. The nutritional status of frail elderly with care needs according to the mini-nutritional assessment. *Clin Nutr* 2006; 25: 962-967
- 24) Ottery FD. Rethinking nutritional support of the cancer patient: the new field of nutritional oncology. *Semin Oncol* 1994; 21(6): 770-778
- 25) Sunqurtekin H, Sunqurtekin U, Hanci V, Erdem E. Comparison of two nutrition assessment techniques in hospitalized patients. *Nutrition* 2004; 20(5): 428-432
- 26) Reilly HM, Martineau JK, Moran A, Kennedy H. Nutritional screening Evaluation and implementation of a simple Nutrition Risk Score. *Clin Nutr* 1995; 14(5): 269-273
- 27) Kruizenga HM, Seidell JC, de Vet HC, Wierdsma NJ, van Bokhorst-de van der Schueren MA. Development and validation of a hospital screening tool for malnutrition: the short nutritional assessment questionnaire (SNAQ). *Clin Nutr* 2005; 24(1): 75-82
- 28) Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, Nourhashemi F, Bennahum D, Lauque S, Albarede JL. The mini nutritional assessment (MNA) and its use in grading nutritional state of elderly patients. *Nutrition* 1999; 15(2): 116-122
- 29) Kim SA, Kim SY, Sohn CM. Development of Nutrition Screening Index for Hospitalized Patients. *Korean J Community Nutrition* 2006; 11(6): 779-784
- 30) Bruqler L, Stankovic AK, Schlefer M, Bernstein L. A simplified nutrition screen for hospitalized patients using readily available laboratory and patients information. *Nutrition* 2005; 21(6): 650-658