

입원환자의 초기영양평가를 위한 단순영양검색도구 개발 및 도구 간 신뢰도 검증*

윤옥희^{1,2§} · 이규휘^{3§} · 박윤정^{3†}

이화여자대학교 임상보건대학원 임상보건학과 임상영양전공,¹ 원자력병원 영양과,² 이화여자대학교 건강과학대학 식품영양학과³

Development of a simplified malnutrition screening tool for hospitalized patients and evaluation of its inter-methods reliability*

Yun, Oak Hee^{1,2§} · Lee, Gyuhwi^{3§} · Park, Yoon Jung^{3†}

¹Department of Clinical Health Sciences, Graduate School of Clinical Health Sciences, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

²Nutrition Team, Korea Institute of Radiological and Medical Sciences, Seoul 139-709, Korea

³Department of Nutritional Sciences & Food Management, College of Health Sciences, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

ABSTRACT

Purpose: The current study was designed for development of a simplified malnutrition screening tool (SMST) for hospitalized patients using readily available laboratory and patient information and for evaluation of its reliability compared to well-established tools, such as PGSGA and NRS-2002. **Methods:** Anthropometric and biochemical measurements, as well as a few subjective assessments, of 903 patients who were preclassified by their nutritional status according to PGSGA were analyzed. Among them, a combination of factors, including age, BMI, albumin, cholesterol, total protein, hematocrit, and changes in body weight and food intake, were statistically selected as variables for SMST. **Results:** According to SMST, 620 patients (68.7%) were classified as the normal group and 283 patients (31.3%) were classified as the malnutrition group. Significant differences in age, albumin, TLC, BMI, hemoglobin, hematocrit, total protein, cholesterol, and length of stay were observed between the two groups. For inter-methods reliability, the screening results by SMST were compared with those by PGSGA and NRS-2002. The comparison with PGSGA and NRS-2002 showed 'Substantial agreement' (sensitivity 94.4%, specificity 88.4%, $\kappa = 0.747$) and 'Moderate agreement' (sensitivity 96.1%, specificity 79.5%, $\kappa = 0.505$), respectively, indicating that SMST held high inter-methods reliability. **Conclusion:** In conclusion, SMST, based on readily available laboratory and patient information and simple subjective assessments on changes in food intake and body weight, may be a useful alternative tool with a simple but reliable risk index, especially in resource-limited domestic hospitals.

KEY WORDS: nutrition screening, malnutrition, nutritional status, hospitalized patients.

서론

영양불량은 일반적으로 식이를 통한 영양섭취가 영양필요량보다 적어 발생하나 환자에서는 이와 같은 영양불량뿐 아니라 질환으로 인한 대사요구량의 증가, 영양소 흡수 불량, 식욕

저하, 연하장애, 저작곤란, 설사, 메스꺼움 및 구토 등으로 인하여 나타나는 영양부족상태를 포함한다.¹⁾ 영양불량 환자의 비율은 대상 환자군에 따라 다르나 입원 환자들의 초기 영양평가 시 약 20~60%를 차지하는 것으로 보고된다.²⁻⁵⁾

환자의 영양불량은 재원일수, 재입원을 및 환자의 병원비용 부담 증가, 그리고 사망률 및 합병증 발생의 증가와 밀접한 관

Received: Jan 2, 2014 / Revised: Feb 11, 2014 / Accepted: Mar 31, 2014

*This work was supported by grants from the National Research Foundation of Korea funded by the Korea government (MEST) (2012018819) and Brain Korea 21 Plus (22A20130012143).

§These authors contributed equally to this work.

†To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-3277-3092, e-mail: park.yoonjung@ewha.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.

련성이 있어 정확한 평가와 대처가 중요하다.⁵⁻⁷⁾ 입원시 영양상태가 양호한 환자의 재원기간 (8.5일)에 비해 영양불량 환자의 재원기간 (11.5일)이 유의하게 길고,⁸⁾ 퇴원 후 6개월 내 재입원율도 영양양호환자 (32.1%)보다 영양불량 환자 (48.1%)가 유의하게 높았으며, 영양불량환자에서는 병원비용의 평균이 증가된 것으로 나타났다.⁷⁾ 또한 재원기간 동안의 사망률을 비교해보면 영양상태가 양호한 환자의 사망률은 0.3%인데 반하여 영양상태가 불량한 환자의 사망률은 4.3%로 보고되었으며, 3년 이내의 사망률은 영양상태가 양호한 환자는 9.9%, 영양상태가 불량한 환자는 48.5%로 영양상태가 불량한 환자의 사망률이 높게 나타났다.⁷⁾ 개복수술 환자 중 영양상태가 양호한 환자의 합병증의 발생은 13.6%인데 반해, 영양불량 환자 중 합병증이 발생한 환자는 43.2%로 보고되어, 영양불량인 환자에서 합병증의 발생률도 높았다.⁹⁾ 이렇듯 환자의 영양상태가 단편적인 생리적 상황을 넘어서 환자의 경제적 추가비용과 치료 예후를 반영할 수 있다는 점에서 입원초기의 보다 정확한 영양상태평가를 통한 영양불량환자의 초기 검색 및 입원 이후 초기 영양평가 결과를 기반으로 한 영양보충과 같은 영양불량환자의 효율적 관리가 요구된다.

초기영양평가를 위해 정확한 영양관정을 목적으로 다양한 영양관정도구가 개발되어 왔다.¹⁰⁻¹⁶⁾ 영양평가를 위해서는 몸무게, BMI, 체중변화여부 등의 신체계측 자료와 혈중 알부민, 총단백질, 헤모글로빈, 헤마토크리트 등의 혈액검사 및 소변검사 등을 포함하는 생화학검사 결과, 그리고 증상, 병력, 가족력 등의 임상적인 특징, 섭취량 및 섭취 횟수, 식이섭취 상태 등의 식이섭취조사와 같은 영양상태를 반영하는 객관적이고, 주관적인 다양한 영양지표들이 고려되어 왔다.¹⁰⁾ 외국에서 개발되어 타당성을 인정받고 있는 표준 도구로는 SGA (Subjective Global Assessment), PG-SGA (Patient-Generated Subjective Global Assessment), NRS2002 (Nutrition Risk Screening) 등이 있다. SGA는 환자의 병력 및 신체평가 (체중 변화 여부, 식이섭취 변화여부, 위장관 증상, 거동능력, 질환, 대사적 스트레스, 신체계측 등)를 통해 영양상태를 주관적으로 평가하는 방법으로,¹¹⁾ 다른 객관적인 지표들에 비해서 우수한 지표로 보고되고 있다.¹²⁻¹⁴⁾ PGSGA는 SGA를 암환자에 적합하도록 적용한 방법으로서, SGA를 점수화하여 보다 신속한 영양평가가 가능하며, SGA와 비교하였을 때 민감도 98%, 특이도 82%로 보고되어 유사한 결과를 나타냈다.¹⁵⁾ NRS2002는 ESPEN에서 권고하는 영양양평가도구로 체중감소율, 섭취상태, BMI, 진단명, 연령 등을 통해 영양평가를 하는 도구이다.¹⁶⁾ 영양평가 지표로 진단명이 포함되어 질환에 따르는 영양요구량의 증가를 반영한다. 이러한 표준도구로 알려진 영양검색도구인 PGSGA나 SGA는 환자 개인의 면담을 통해서만 측정 가능

한 체중변화, 식이섭취, 증상, 거동능력, 대사요구량, 신체 증후 등 다수의 항목이 포함되어 있으며,¹⁵⁾ NRS2002는 평소 섭취량의 얼마만큼을 섭취하고 있는지에 대해 0~100%를 4기준으로 나누어 점수를 매기는 등 환자의 자세한 정보를 필요로 한다.¹⁶⁾ 이러한 영양사에 의한 입원환자 개개인의 장시간 면담이나 자세한 정보입력 등을 고려할 때, 인력과 시간 투입이 한정되어 있는 국내 병원 실정상 적용에 어려움이 있다. 또한, 영양상태는 인종에 따라 상이할 수 있어¹⁷⁾ 인종에 맞게 개발된 영양상태 평가기준 또한 필요하다. 따라서 국내 환자 및 병원 실정에 맞도록 신속하게 평가할 수 있으며, 기존의 도구들을 대체할 수 있는 간단한 영양평가도구의 개발 및 기존 도구와의 비교 평가가 요구된다.

국내에서도 초기영양평가를 위한 영양검색도구의 개발이 일부 진행된 바 있으나¹⁸⁻²⁰⁾ 여전히 표준화된 영양평가도구보다는 각 병원의 상황에 따라 다양한 도구를 사용하고 있는 실정이다.²¹⁾ 특히, 표준 도구로서 타당성을 검증받은 위에 언급한 검색도구들은 중소병원에서 시간과 인력의 부족으로 거의 사용이 미비하다. 따라서 우리나라 실정에 맞는 영양평가도구에 대한 추가적인 연구가 요구된다. 본 연구에서는 이러한 영양도구 개발의 일환으로 입원시 기본적으로 조사되는 생화학적 후보 지표들과 의무기록, 그리고 두 가지 간단한 문답형의 조사만을 포함한 변수를 이용하여 간단하게 평가가 가능한 영양관정을 위한 도구를 개발하고, 개발한 영양검색도구를 표준도구로 사용되고 있는 PGSGA, NRS2002와 비교하여 개발된 새로운 영양검색도구의 신뢰도를 비교하도록 수행되었다.

연구방법

조사대상

2012년 12월 1일부터 2013년 1월 4일까지 서울 소재의 K종합병원에 입원한 1,562명의 환자를 대상으로 입원 후 인터뷰를 통하여 자료를 수집하였다. 이 중 18세 미만의 소아환자 44명과, 혈액검사 결과 및 키, 몸무게 측정기록이 없는 295명을 제외하였고, 환자의 부재, 환자의 건강상태 악화 등으로 대화가 불가능하여 개별 인터뷰를 하지 못한 100명과 퇴원환자 220명이 추가로 제외되어 총 903명의 환자를 대상으로 연구를 진행하였다. 환자의 해당진료과의 분포는 외과, 흉부외과, 혈액종양과를 비롯한 12개 과에 분포되어 있으나, 질병 분포는 전체 903명의 조사대상 중 774명이 암 환자이고, 나머지 129명은 암을 제외한 신생물 환자 33명, 기타 징후와 임상 및 검사의 이상 소견을 보이는 환자 19명 등 총 13가지 분류의 진단으로 인한 환자로 구성되어 있다. 본 연구는 K종합병원 내 IRB의 심사를 거쳐 진행되었다 (K-1212-002-001).

영양상태 및 임상정보조사

자료수집 및 영양상태 평가는 전자의무기록 및 환자의 입원 직후 24시간 안에 개별면담을 통하여 이루어졌다. 영양검색도구 개발에 사용할 영양상태를 반영하는 후보 지표는, 입원시 기본적으로 의무기록에 포함되는 지표 중 기존의 연구들에서 영양상태를 반영한다고 알려진 연령,²²⁾ 신체계측자료 (체중, BMI), 생화학지표^{18,19,21)}와 PGSGA와 NRS2002에 포함되는 식이섭취 및 체중감소여부²⁸⁾를 선정하였다. 이 중 생화학지표는 혈중 알부민,²³⁾ 총 단백질,²⁶⁾ 혈중 콜레스테롤,²⁷⁾ 총임파구수,²⁴⁾ 헤모글로빈,²⁵⁾ 헤마토크리트²⁵⁾를 포함한다. 또한 식이섭취 및 체중감소에 대한 정보는 PGSGA와 NRS2002의 자세한 구간 설정과 달리, '최근 일주일간 식이섭취가 감소하였습니까?' '최근 6개월간 체중감소가 있었습니까?'라는 단답형 질문에 대한 "예", "아니오"의 답변으로 간단히 수집되었다. 이후 다른 표준도구들과 비교분석을 수행하기 위하여 각 환자들로부터 PGSGA,¹⁵⁾ NRS2002¹⁶⁾에 추가적으로 필요한 신체활동, 식이섭취 시 이상 증상, 질병의 심각도 등의 항목은 각 도구의 기준에 따라 개별 인터뷰를 통하여 추가적으로 수집하였다.

자료처리 및 통계분석

본 연구의 통계분석은 한글 SPSS 12.0 K를 이용하여 실시하였다. 환자들의 특징 및 영양상태에 따른 각 요인들의 경향을 알아보기 위해 빈도분석, 독립표본 t검정, 일원배치분산분석을 실시하였고, 대상자의 일반적 특성으로 신체계측 및 생화학결과의 분포를 알아보기 위해 빈도분석을 사용하였다. SMST를 개발하기 위해 PGSGA 기준의 양호군과 영양불량군 분류를 기준으로, 로지스틱 회귀분석 후진법을 이용하여 회귀계수를 구하였고, Wald test를 통하여 모형 적합성을 검증하였다. 그 후, p value가 0.10 이상인 항목 3가지 (성별, 헤모글로빈, 총임파구수)를 제거하고 남은 지표를 본 연구의 영양평가지표로 설정하였다. 영양불량을 위한 구분점을 계산하기 위하여 민감도와 특이도를 바탕으로 ROC curve를 그리고, Youden index (민감도 + 특이도 - 1)를 구하였고,³³⁾ 가장 높은 값을 SMST의 구분점으로 정하였다. 그리고 SMST의 PGSGA와 NRS2002와의 비교분석을 위하여 민감도 및 특이도, 교차분석, 카이제곱검정, 카파비를 이용하였다.

결 과

대상자의 특성

연구대상자는 총 903명으로 남성은 387명 (42.9%), 여성은 516명 (57.1%)이었으며, 연령이 65세 미만은 651명 (72.1%), 65세 이상은 252명 (27.9%)으로 나타났다 (Table 1). 이 환자들을

Table 1. Patient characteristics based on an anthropometric and laboratory data

		Total n = 903 (100%)
Gender	Man	387 (42.9)
	Woman	516 (57.1)
Age	< 65 (years)	651 (72.1)
	≥ 65 (years)	252 (27.9)
Alb ¹⁾	< 3.5 (g/dl)	86 (9.5)
	≥ 3.5 (g/dl)	817 (90.5)
TLC ²⁾	< 900 (cells/mm ²)	171 (18.9)
	≥ 900 (cells/mm ²)	732 (81.1)
BMI ³⁾	< 18.5 (kg/m ²)	55 (6.1)
	≥ 18.5 (kg/m ²)	848 (93.9)
Hb ⁴⁾	< 12 (g/dl)	432 (47.8)
	≥ 12(g/dl)	471 (52.2)
Hct ⁵⁾	< 36 (%)	498 (55.1)
	≥ 36 (%)	405 (44.9)
T.pro ⁶⁾	< 6 (g/ml)	110 (12.2)
	≥ 6(g/ml)	793 (87.8)
Chol ⁷⁾	< 150 (mg/dl)	221 (24.5)
	≥ 150(mg/dl)	682 (75.5)
Wt.change ⁸⁾	Yes	163 (18.1)
	No	740 (81.9)
Intake change ⁹⁾	Yes	184 (20.4)
	No	719 (79.6)
LOS ¹⁰⁾	< 11 (day)	685 (75.9)
	≥ 11 (day)	218 (24.1)

1) Alb: albumin 2) TLC: total lymphocyte count 3) BMI: body mass index 4) Hb: hemoglobin 5) Hct: hematocrit 6) T.pro: total protein 7) Chol: cholesterol 8) Wt.change: weight loss in resent 6 months 9) Intake Change: decrease in the last week 10) LOS: length of stay

대상으로 입원시 전형적으로 시행되는 혈액검사의 결과를 반영한 전자의무기록에 시행되는 혈액검사를 통해 영양상태를 반영한다고 알려진 생화학적 지표들의 수준을 조사한 결과, 혈중 알부민이 3.5 g/dl 미만은 86명 (9.5%), 3.5 g/dl 이상은 817명 (90.5%), 총임파구수가 900 cells/mm² 미만은 171명 (18.9%), 900 cells/mm² 이상은 732명 (81.1%)이었다. 헤모글로빈은 12 g/dl 미만이 432명 (47.8%), 12 g/dl 이상은 471명 (52.2%), 헤마토크리트는 36% 미만은 498 (55.1%), 36% 이상은 405명 (44.9%)로 측정되었다. 총 단백질은 6 g/ml 미만이 110명 (12.2%), 6 g/ml 이상이 793명 (87.8%), 혈중 콜레스테롤은 150 mg/dl 미만은 221명 (24.5%), 150 mg/dl 이상은 682명 (75.5%)였다. 신체계측 및 식이 섭취 변화 등을 분석한 결과, BMI는 18.5 kg/m² 미만은 55명 (6.1%), 18.5 kg/m² 이상은 848명 (93.9%), 체중변화여부로 최근 6개월간 체중변화가 있었던 환자는 164명 (18.1%), 체중변화가 없었던 환자는 740

명 (81.9%)였으며, 식이섭취변화여부는 지난 일주일간 섭취량이 감소하였다고 대답한 환자는 184명 (20.4%), 섭취량이 감소하지 않았다고 대답한 환자는 719명 (79.6%)로 나타났다. 그 외, 재원일수가 11일 미만인 환자는 685명 (75.9%), 11일 이상인 환자는 218명 (24.1%)이었다 (Table 1).

PGSGA를 기준으로 분류한 영양상태별 대상자의 특성

연구대상자의 영양상태 평가기준을 위하여 PGSGA 영양평가 결과에 따라 4단계 (양호/영양불량 1단계/영양불량 2단계/영양불량 3단계)로 분류한 후,⁷⁾ 연령, 혈중 알부민, 총임파구수, BMI, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 총단백질, 혈중 콜레스테롤, 재원기간의 총 9가지 지표를 일원배치분산분석으로 분석한 결과, 양호군으로 분류된 환자와 영양불량 1단계로 분류된 환자 사이에 지표 중 연령과 혈중 알부민을 제외한 총임파구수, BMI, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 총단백질, 혈중 콜레스테롤, 재원기간에서 유의적인 차이가 없었다. 이를 바탕으로 PGSGA를 양호군 (양호 + 영양불량 1단계)과 영양불량군 (영양불량 2단계 + 영양불량 3단계) 두 군으로 분류하고 각 지표들을 분석하였다 (Table 2). 총 903명 중 양호군은 688명 (76.2%), 영양불량군은 215명 (23.8%)로 나타났다. 양호군과 영양불량군 각각의 평균을 보면, 연령의 평균은 양호군에서 54.8 ± 13.0 세, 영양불량군에서 58.8 ± 13.1 세, 혈중 알부민의 평균은 4.3 ± 0.5 g/dl와 3.9 ± 0.6 g/dl, 총임파구수의 평균은 1575.1 ± 687.8 cells/mm²와 1331.6 ± 735.1 cells/mm², BMI의 평균은 23.9 ± 3.3 kg/m²와 21.9 ± 3.3 kg/m²로 영양불량군의 평균이 낮게 나타났다 ($p < 0.001$). 헤모글로빈의 평균은 12.2 ± 1.8 g/dl, 11.4 ± 1.9 g/dl, 헤마토크리트의 평균은 $35.8 \pm 5.1\%$ 와 $33.2 \pm 5.4\%$ ($p < 0.001$), 총단백질의 평균은 6.7 ± 0.6 g/ml와 6.5 ± 0.8 g/ml ($p < 0.001$), 혈중 콜레스테롤의 평균은

184.1 ± 56.6 mg/dl와 170.6 ± 48.1 mg/dl ($p = 0.002$)로 영양불량군의 평균이 낮았으며, 재원기간의 평균은 양호군에서 8.1 ± 11.3 일, 영양불량군에서 9.9 ± 15.3 일로 영양불량군의 평균이 높은 것으로 경계역의 유의성을 보였다 ($p = 0.057$).

SMST (Simplified Malnutrition Screening Tool)의 영양평가지표 및 영양검색도구 선정

SMST의 영양평가지표 및 영양검색도구 선정을 위하여 PGSGA를 통해 양호군 (양호 + 영양불량 1단계)과 영양불량군 (영양불량 2단계 + 영양불량 3단계) 두 군으로 분류한 결과 (Table 2)를 기준으로 하고, 공변량은 연령, 성별, BMI, 혈중 알부민, 총임파구수, 혈중 콜레스테롤, 총단백질, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 체중변화여부, 섭취변화여부로 하여 로지스틱 회귀분석 (후진)을 수행하였다 (Table 3). 분석한 결과 4단계의 회귀식이 나왔으며, 2단계에서 총임파구수가 제외되었고 3단계에서 헤모글로빈, 4단계에서 성별이 제거되었다. 4단계의 4가지 회귀식은 ROC curve (Area under curve = 0.971)가 일치하여 변수가 가장 적은 4단계를 본 연구의 SMST로 선정하였다 (Table 4). 선정된 SMST의 영양평가지표에는 연령, BMI, 혈중 알부민, 혈중 콜레스테롤, 총단백질, 헤마토크리트, 체중변화, 섭취변화여부가 포함되었다. 95% 신뢰구간을 기준으로 연령이 65세 이상인 환자는 65세 미만 환자에 비해 OR = 6.05, BMI가 18.5 kg/m² 미만인 환자는 그 이상인 환자에 비해 OR = 5.52, 혈중 알부민이 3.5 g/dl 미만인 환자는 3.5 g/dl 이상인 환자에 비해 OR = 3.90, 혈중 콜레스테롤이 150 mg/dl 미만인 환자는 그 이상인 환자에 비해 OR = 0.55으로 나타났다. 총단백질은 6 g/ml 미만인 환자가 그 이상인 환자에 비해 OR = 2.63, 헤마토크리트가 36% 미만인 환자는 그 이상인 환자에 비해 OR = 1.85, 체중감소가 있었던 환자는 감소가 없는 사

Table 2. Relationship between normal and malnutrition by PGSGA

n (%)	Total 903 (100%)	PGSGA ²⁾		p values
		Normal ³⁾ 688 (76.2)	Malnutrition ⁴⁾ 215 (23.8)	
Age (years)	$55.8 \pm 13.1^{1)}$	54.8 ± 13.0	58.8 ± 13.1	< 0.001
Alb (g/dl) ⁵⁾	4.2 ± 0.5	4.3 ± 0.5	3.9 ± 0.6	< 0.001
TLC (cells/mm ²) ⁶⁾	1517.1 ± 706.8	1575.1 ± 687.8	1331.6 ± 735.1	< 0.001
BMI (kg/m ²) ⁷⁾	23.4 ± 3.4	23.9 ± 3.3	21.9 ± 3.3	< 0.001
Hb (g/dl) ⁸⁾	12.0 ± 1.8	12.2 ± 1.8	11.4 ± 1.9	< 0.001
Hct (%) ⁹⁾	35.2 ± 5.3	35.8 ± 5.1	33.2 ± 5.4	< 0.001
T.pro (g/ml) ¹⁰⁾	6.7 ± 0.7	6.7 ± 0.6	6.5 ± 0.8	< 0.001
Chol (mg/dl) ¹¹⁾	180.9 ± 54.9	184.1 ± 56.6	170.6 ± 48.1	0.002
LOS (day) ¹²⁾	8.5 ± 12.4	8.1 ± 11.3	9.9 ± 15.3	0.057

1) Mean \pm SD 2) PGSGA: patient generated-subjective global assessment. score: normal (0-1), malnutrition stage 1 (2-3), malnutrition stage 2 (4-8), malnutrition stage 3 (≥ 9) 3) Normal: normal + malnutrition stage 1 4) Malnutrition: malnutrition stage 2 + malnutrition stage 3 5) Alb: albumin 6) TLC: total lymphocyte count 7) BMI: body mass index 8) Hb: hemoglobin 9) Hct: hematocrit 10) T.pro: total protein 11) Chol: cholesterol 12) LOS: length of stay

Table 3. Selection of variations in developing a new tool for the Simplified Malnutrition Screening Tool (SMST)

	Odd ratio (95% CI) ¹⁾	p values ²⁾			
		Step 1	Step 2	Step 3	Step 4
Age (years)					
≥ 65	5.66 (2.78–11.54)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
< 65	1.00				
BMI (kg/m ²) ³⁾					
< 18.5	5.46 (1.45–20.55)	0.012	0.012	0.011	0.011
≥ 18.5	1.00				
Albumin (g/dl)					
< 3.5	3.48 (1.21–9.99)	0.021	0.020	0.018	0.010
≥ 3.5	1.00				
Chol (mg/dl) ⁴⁾					
< 150	0.54 (0.27–1.08)	0.080	0.078	0.076	0.084
≥ 150	1.00				
T.pro (g/ml) ⁵⁾					
< 6	2.64 (1.02–6.81)	0.045	0.045	0.046	0.045
≥ 6	1.00				
Hct (%) ⁶⁾					
< 36	1.81 (0.62–5.28)	0.279	0.277	0.033	0.047
≥ 36	1.00				
Wt.change ⁷⁾					
Yes	46.04 (20.89–101.47)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
No	1.00				
Intake change ⁸⁾					
Yes	319.94 (135.83–753.63)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
No	1.00				
Gender					
Woman	0.66 (0.35–1.23)	0.187	0.186	0.190	
Man	1.00				
Hb (g/dl) ⁹⁾					
< 12	1.10 (0.39–3.11)	0.860	0.860		
≥ 12	1.00				
TLC (cells/mm ²) ¹⁰⁾					
< 900	1.00 (0.48–2.06)	0.993			
≥ 900	1.00				

1) OR according to logistic regression analysis with all variables (step1) 2) Logistic regression analysis with backward elimination methods 3) BMI: body mass index 4) Chol: cholesterol 5) T.pro: total protein 6) Hct: hematocrit 7) Wt.change: weight loss in resent 6 months 8) Intake Change: decrease in the last week 9) Hb: hemoglobin 10) TLC: total lymphocyte count

람에 비해 OR = 48.1, 섭취량감소가 있었던 환자는 섭취 감소가 없는 사람에 비해 OR = 300.23로 높게 나타났다. 이에 따라 선정된 회귀식은 $-5.214 + (1.801 \times \text{Age}) + (1.708 \times \text{BMI}) + (1.362 \times \text{Alb}) + (-0.605 \times \text{Chol}) + (0.968 \times \text{T.Pro}) + (0.613 \times \text{Hct}) + (3.873 \times \text{Wt.change}) + (5.705 \times \text{Intake change})$ 이다 (Table 4).

SMST의 영양평가 기준점 설정

SMST로 선정한 회귀식의 결과값을 PGSGA를 통해 양호군(양호 + 영양불량 1단계)과 영양불량군(영양불량 2단계 +

영양불량 3단계) 두 군으로 분류한 결과를 기준으로 영양상태 양호와 불량을 각각 0과 1로 점수화하여 Receiver Operating Characteristic (ROC) curve의 결과 (Area under curve = 0.971)로 얻어진 좌표를 통해 Youden index (Sensitivity + Specificity-1)을 구하였다 (Table 5). 이 중, 값이 가장 큰 0.828을 기준으로, SMST로 선정한 회귀식의 결과 값에서 영양상태를 영양불량으로 평가하는 기준점을 -1.5675로 설정하였다.

SMST의 영양평가결과에 따른 대상자의 특성

SMST의 영양평가결과를 토대로 영양상태가 양호한 군과

Table 4. Logistic regression analysis of the variables for SMST model

	Regression coefficient (B)	Odds ratio (95% CI)
Intercept	-5.214	
Age \geq 65 (years)	1.801	6.05 (2.99-12.26)
BMI $<$ 18.5 (kg/m ²) ¹⁾	1.708	5.52 (1.48-20.59)
Albumin $<$ 3.5 (g/dl)	1.362	3.90 (1.38-11.03)
Cholesterol $<$ 150 (mg/dl)	-0.605	0.55 (0.28-1.08)
T.pro $<$ 6 (g/ml) ²⁾	0.968	2.63 (1.02-6.79)
Hct $<$ 36 (%) ³⁾	0.613	1.85 (1.01-3.39)
Wt.change ⁴⁾	3.873	48.11 (21.90-105.67)
Intake change ⁵⁾	5.705	300.23 (129.57-698.70)

Model⁶⁾ = $-5.214 + (1.801 \times \text{Age}) + (1.708 \times \text{BMI}) + (1.362 \times \text{Alb}) + (-0.605 \times \text{Chol}) + (0.968 \times \text{T.Pro}) + (0.613 \times \text{Hct}) + (3.873 \times \text{Wt. change}) + (5.705 \times \text{Intake change})$

P (Malnourished) = $\exp(\text{model}) / 1 + \exp(\text{model})$

1) BMI: body mass index 2) T.pro: total protein 3) Hct: hematocrit 4) Wt.change: weight loss in resent 6 months 5) Intake Change: decrease in the last week 6) Age (years), $<$ 65 = 0, \geq 65 = 1; BMI (kg/m²), \geq 18.5 = 0, $<$ 18.5 = 1; Alb (g/dl), \geq 3.5 = 0, $<$ 3.5 = 1; Chol (mg/dl), \geq 150 = 0, $<$ 150 = 1; T.pro (g/ml), \geq 6 = 0, $<$ 6 = 1; Hct(%), \geq 36 = 0, $<$ 36 = 1; Wt.change, no weight loss = 0, weight loss = 1; Intake change, no change = 0, decrease = 1

Table 5. Inter-methods Reliability of the SMST index

SMST ¹⁾ value (positive if less than or equal to)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden index ²⁾
-2.2035	0.963	0.855	0.817
-2.0895	0.958	0.856	0.814
-1.9945	0.953	0.862	0.815
-1.8890	0.953	0.869	0.823
-1.7685	0.944	0.878	0.822
-1.7010	0.944	0.882	0.826
-1.5675	0.944	0.884	0.828
-1.3895	0.940	0.887	0.826
-1.3370	0.902	0.911	0.814
-1.2080	0.884	0.917	0.801
-1.0790	0.879	0.917	0.796
-1.0265	0.874	0.922	0.796
-0.8530	0.874	0.923	0.797

1) SMST: simplified malnutrition screening tool 2) Youden index: sensitivity + specificity - 1

영양불량군 두 군으로 분류하여 대상자의 특성을 분석하였다 (Table 6). SMST의 평가결과는 양호군은 620명 (68.7%), 영양불량군은 283명 (31.3%)으로 나타났다. 양호군, 영양불량군에서 각 지표들의 평균을 보면, 연령의 평균은 양호군에서 55.1 \pm 13.4세, 영양불량군에서 57.3 \pm 12.4세, 혈중 알부민의 평균은 4.3 \pm 0.4 g/dl와 4.0 \pm 0.6 g/dl, 총임파구수의 평균은 1572.8 \pm 678.1 cells/mm²와 1395.0 \pm 752.7 cells/mm², BMI의 평균은 23.9 \pm 3.4 kg/m²와 22.3 \pm 3.3 kg/m², 헤모글로빈의 평균은 12.2 \pm 1.8 g/dl와 11.6 \pm 1.9 g/dl, 헤마토크리트의 평균은 35.8 \pm 5.1%와 33.9 \pm 5.5%, 총단백질의 평균은 6.7 \pm 0.6 g/ml와 6.6 \pm 0.8 g/ml, 혈중 콜레스테롤의 평균은 185.6 \pm 58.5 mg/dl와 170.6 \pm 44.7 mg/dl, 재원기간의 평균은 7.9 \pm 11.0일와 9.9 \pm 14.8일로 나타났다. 예상대로 연령과 재원기

간의 평균은 영양불량군에서 높았으며, 혈중 알부민, 총임파구수, BMI, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 총단백질, 혈중 콜레스테롤의 평균은 영양불량군에서 낮았고, 모두 통계적으로 유의적이었다.

SMST와 PGSGA, NRS2002의 도구간 신뢰도 검증

새로운 단순영양검색도구 SMST와 PGSGA, NRS2002와의 일치도를 분석하였다 (Table 7). 총 903명의 환자 중 SMST의 영양불량환자는 283명 (31.3%), PGSGA의 영양불량환자는 215명 (23.8%), NRS2002의 영양불량환자는 129명 (14.3%)이었다. SMST의 양호군 중 PGSGA의 양호군은 608명 (67.3%), 영양불량군은 12명 (1.3%), SMST의 영양불량군 중 PGSGA의 양호군은 80명 (8.9%), 영양불량군은 203명 (22.5%)였고, 민

Table 6. Patient characteristics by SMST

n (%)	Total 903 (100)	SMST ¹⁾		p values
		Normal 620 (68.7)	Malnutrition 283 (31.3)	
Age (years)	55.8 ± 13.1 ¹⁰⁾	55.1 ± 13.4	57.3 ± 12.4	0.024
Alb (g/dl) ²⁾	4.2 ± 0.5	4.3 ± 0.4	4.0 ± 0.6	< 0.001
TLC ³⁾ (cells/mm ²)	1517.1 ± 706.8	1572.8 ± 678.1	1395.0 ± 752.7	0.001
BMI (kg/m ²) ⁴⁾	23.4 ± 3.4	23.9 ± 3.4	22.3 ± 3.3	< 0.001
Hb (g/dl) ⁵⁾	12.0 ± 1.8	12.2 ± 1.8	11.6 ± 1.9	< 0.001
Hct (%) ⁶⁾	35.2 ± 5.3	35.8 ± 5.1	33.9 ± 5.5	< 0.001
T.pro (g/ml) ⁷⁾	6.7 ± 0.7	6.7 ± 0.6	6.6 ± 0.8	0.006
Chol (mg/dl) ⁸⁾	180.9 ± 54.9	185.6 ± 58.5	170.6 ± 44.7	< 0.001
LOS (day) ⁹⁾	8.5 ± 12.4	7.9 ± 11.0	9.9 ± 14.8	0.046

1) SMST: simplified malnutrition screening tool 2) Alb: albumin 3) TLC: total lymphocyte count 4) BMI: body mass index 5) Hb: hemoglobin 6) Hct: hematocrit 7) T.pro: total protein 8) Chol: cholesterol 9) LOS: length of stay 10) Mean ± SD

Table 7. Statistical comparisons of PGSGA, NRS2002 and SMST at admission

	PGSGA ¹⁾		NRS2002 ²⁾		Total
	Normal	Malnutrition	Normal	Malnutrition	
SMST ³⁾					
Normal	608 (67.3) ⁴⁾	12 (1.3)	615 (68.1)	5 (0.6)	620 (68.7)
Malnutrition	80 (8.9)	203 (22.5)	159 (17.6)	124 (13.7)	283 (31.3)
Total	688 (76.2)	215 (23.8)	774 (85.7)	129 (14.3)	903 (100)
Sensitivity	94.4		96.1		
Specificity	88.4		79.5		
Kappa value	0.747***		0.505***		

1) PGSGA: patient generated - subjective global assessment. score: normal (0-1), malnutrition stage 1 (2-3), malnutrition stage 2 (4-8), malnutrition stage 3 (≥ 9), normal: normal + malnutrition stage 1, malnutrition: malnutrition stage 2 + malnutrition stage 2) NRS2002: nutritional risk screening 2002 3) SMST: simplified malnutrition screening tool 4) n (%)

***: p < 0.001

감도 94.4%, 특이도 88.4%, 카파값은 0.747이었다 (p < 0.001). SMST의 양호군 중 NRS2002의 양호군은 615명 (68.1%), 영양불량군은 5명 (0.6%), SMST의 영양불량군 중 NRS2002의 양호군은 159명 (17.6%), 영양불량군은 124명 (13.7%)였으며, 민감도 96.1%, 특이도 79.5%, 카파값은 0.505로 나타났다 (p < 0.001).

고 찰

본 연구는 국내 병원 실정에 적합하도록 입원환자의 초기 영양상태를 평가할 수 있는 단순도구를 개발하고 기존의 표준도구와 비교하기 위해 수행되었다. 새로운 초기영양검색도구 (SMST)는 신체계측, 혈액검사를 포함한 전자의무기록과 간단한 문답형의 조사결과에 기반하여 로지스틱 회귀분석을 통해 개발되었다. 또한 개발된 도구를 PGSGA, NRS2002와 비교하여 민감도 및 특이도를 분석하였다.

본 연구에서 개발한 SMST는 PGSGA를 기준으로 양호군과 영양불량군을 나누어 신체계측, 혈액검사를 포함한 전자의

무기록과 간단한 문답형의 조사결과에 바탕한 영양평가 지표 중 영양불량에 유의한 영향을 주는 최소 변수만을 선정하였다. 이에 해당하는 영양평가 지표는 연령, BMI와 같은 인구통계학적 지표, 혈중알부민, 혈중 콜레스테롤, 총단백질, 헤마토크리트의 생화학적 지표와 체중변화 및 섭취량 변화를 포함하였다. 이러한 생화학적 지표와 체중변화 및 섭취량 변화는 표준도구로 알려진 PGSGA와 NRS2002의 영양평가 지표에도 포함된 변수들이다.^{15,29)}

영양평가 지표를 선정한 후, 변수들을 로지스틱 회귀분석을 하여 오즈비를 분석한 결과, 영양불량에 가장 많은 영향을 주는 변수는 섭취량 감소와 체중감소로 나타났다 (Table 4). 일반적인 체중변화와 섭취량 변화 조사는 생화학적 검사로 얻을 수 있는 지표와 달리 영양사와의 면담을 통해 이루어지므로 시간과 비용문제로 병원의 상황에 따라 조사가 어렵다. 실제로 PGSGA에서는 체중변화 평가 시 1개월 또는 6개월간의 체중감소를 계산하여 영양평가점수로 반영해야 하며, 식이섭취 평가 시 섭취량이 평소보다 감소하였다면 섭취량, 섭취형태가 액체인지, 영양보충제품을 섭취하고 있는지, 경관급식이나 정맥영

양 사용여부 등을 평가해야 한다.¹⁵⁾ 그리고 NRS2002 역시 1개월, 2개월, 3개월간의 체중감소율을 조사하고, 섭취량을 평소 섭취량의 비율을 0~25%, 25~50%, 50~75%, 75~100% 중 해당하는 비율에 따라 영양평가점수를 산정해야 하므로,^{16,20)} 영양검색에 효과적일 수 있으나 비용과 시간의 소모가 크다. 이에 비해 본 연구의 SMST는 체중감소와 섭취감소 여부 평가 시 “예”, “아니오”의 단답형의 질문으로 간단하게 대답할 수 있는 방법을 포함하였다. 답변이 주관적일 수 있는 가능성에도 불구하고 이 변수들을 제외하였을 때 (데이터보이지 않음)보다 포함하였을 때 향상된 민감도와 특이도를 나타내었다. 이 변수들을 제외한 지표만을 이용하여 PGSGA와의 일치도를 분석한 경우, 민감도 40.5%, 특이도 91.4%로 민감도가 현저히 떨어졌고, 카파비 역시 0.358으로 그다지 일치하지 않는 수준을 보였다 (데이터 보이지 않음). 이 결과는 두 변수가 포함되어 있지 않은 영양검색 도구보다¹⁹⁾ 포함된 영양검색 도구에서 높은 민감도와 특이도를 보인²¹⁾ 기존 연구결과들과 맥을 같이하며, 생화학적 지표들 이외에 진단명, 식이섭취상태, 상치유무 등을 영양평가 지표로 선정했을 때, 더 높은 민감도와 특이도를 나타냈다는 Smith 등의 결과와 일치했다.³⁰⁾ 따라서 체중변화와 식이 섭취 변화를 영양평가지표로 포함하는 SMST는 간단한 단답형 질문의 추가로 인해 영양상태를 보다 효과적으로 반영할 수 있는 영양도구라 사료된다. 또한 이러한 단답형 질문이 입원초기 신체계측과 함께 보고될 경우, 추가적인 면담없이 의무기록 지표로 보다 정확한 영양평가가 가능하다 사료된다.

SMST를 이용하여 환자들을 양호군과 영양불량 군으로 나누어 환자 수와 연령, 생화학적 지표와 재원기간 등을 분석한 결과, SMST로 초기영양검색 된 영양불량 환자는 31.3%로 나타났다. 이는 PGSGA의 23.8%, NRS2002의 14.3%보다 높은 결과이지만 이전의 많은 연구들에서 보인 입원환자 중 영양불량 환자 비율의 20~60%의 범위 내였고,²⁻⁵⁾ SGA를 이용한 경우 35.3%, NRS2002를 이용한 경우 34.5%라고 발표한 Velasco (2011)의 연구와 유사한 경향을 보였다.³¹⁾ 재원환자의 영양불량 환자 비율은 검색도구만이 아니라, 조사시점 및 대상자에 따라 편차를 보일 수 있는 가능성이 높아 그 절대적인 비율을 비교하는 것은 의미가 적으며, 평균적인 영양불량 환자 비율을 분석하기 위해서는 대상군과 시점을 보편화하도록 지속적 분석과 질환군에 따른 분석이 필요하다 사료된다. 양호군과 영양불량군을 t-test 분석을 한 결과, 연령, 여러 가지 생화학적 지표 및 재원기간의 차이가 나타났다. 이 결과는 이전에 나온 많은 연구와 같은 결과이며,^{20,29)} 특히 영양불량환자들이 장기입원환자와 상관관계가 있었다는 연구의 내용과 같이,³²⁾ 본 연구의 영양검색 도구가 실제로 효과적임을 보여준다.

SMST의 PGSGA, NRS2002와의 민감성, 특이성을 기반으

로 한 비교분석은 이미 국내에서 개발된 다른 영양검색도구와 비교했을 때와 유사하거나 더 높은 일치도를 나타내는 것으로 나타났다. Kim (2006)의 연구에서 PGSGA를 기본으로 개발한 영양검색도구는 연령, BMI, 알부민, 총임파구수의 4가지 항목을 포함하여 간단한 방법으로 영양검색을 할 수 있지만 민감도 81.8%, 특이도 88.9%로 우리 연구와 비교했을 때 특이도는 유사했지만 민감도는 12% 이상 차이나 일치도가 다소 낮았고,^{19,22)} Lee (2010)의 연구에서 개발한 영양검색도구는 연령, BMI, 혈청 알부민, 총임파구수, 헤모글로빈, 식사 시 문제점을 영양평가지표로 하는 도구로서 민감도 60.7%, 특이도 81.2%로 본 연구의 SMST와 비교했을 때, 민감도와 특이도 모두 낮은 수준을 보이는 것으로 나타났다.²⁰⁾ 이는 SMST를 국내에서 개발된 다른 검색도구와 비교 시 PGSGA와의 일치도가 유사하거나 더 높아, 국내 이용에 있어서 본 연구의 영양검색도구가 더 효과적으로 활용될 수 있음을 보여준다. 이러한 차이는 주로 단답형으로 첨가된 체중변화 및 식이섭취변화 여부를 변수로 포함하는데서 오는 것으로 사료된다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 도구간 신뢰도 검증에 중요한 한계점이 있다. 본 연구의 영양검색도구 개발을 위하여, 초기 영양상태분석을 이후 환자예후 및 재환률 등에 의존하여 분석하기보다는 기존의 검색도구인 PGSGA를 기준으로 정하였으므로, 도구간 신뢰성을 검증하였을 때 PGSGA와의 비교는 객관적 의미를 갖는데 한계가 있다. 이를 간접적으로 극복하기 위해 NRS2002와의 비교를 추가하여 또한 높은 일치도를 보였으나, 차후 독립적인 대상자를 통해 추가적인 분석을 실시하여 직접적인 증거를 확보하는 것이 필수적이다. 또한 본 연구는 암환자를 위한 영양검색도구로 국내에서 개발된 MSTC의 일치도와 유사한 수준을 보여줬으며,²¹⁾ 이는 본 연구 대상자의 다수가 암환자였음을 고려하여 볼 때 해석가능한 결과라 사료된다.

위에서 언급한 장점과 한계점 이외에, 본 연구는 몇 가지 추가적인 한계점을 가지고 있다. 개발된 도구의 타당도 분석을 위해 필수적인 환자의 영양불량과 관련성이 높은 합병증 유무, 사망률, 재입원률, 병원비용 등에 대한 연관성은 아직 검증되지 않았고, SMST가 본 연구에서의 환자 집단 외에 다른 집단에서 독립적인 신뢰도가 아직 검증되지 않았으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 그리고 본 연구의 대상자 중 암 환자의 비율이 높아, 다양한 환자들을 대상으로 하는 표준화된 영양평가 도구로 이용 가능한지, 보다 많은 환자를 대상으로 다양한 질병 및 연령에 독립적인 검정이 필요하다. 또한, 체중변화와 섭취변화와 같은 일반 의무기록에 포함되어 있지 않은 지표는 추가적으로 조사가 필요하므로, 초기 영양 평가 시 누락되지 않도록 병원에서 사전에 교육 및 지침이 필요하겠다.

요 약

본 연구는 입원환자의 전자 의무기록에서 용이하게 얻을 수 있는 지표들을 중심으로 초기영양평가를 신속하게 진행하기 위한 영양검색도구를 개발하고, 새로 개발한 영양검색도구에 대한 신뢰도를 검증하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 입원환자 903명을 대상으로, 의무기록 및 개별면담을 통해 자료를 수집하여 PGSGA를 기준으로 양호군과 영양불량군을 나누었다.

1) 로지스틱 회귀분석을 통해 양호군과 영양불량군으로 범주화하기 위한 최종 영양평가지표로 연령, BMI, 혈중 알부민, 혈중 콜레스테롤, 총단백질, 헤마토크리트, 체중변화, 섭취변화여부가 선정하였다. 특히 체중변화, 섭취변화여부의 경우는 예/아니오의 주관적 단답식 조사로 간단히 이루어졌다.

2) SMST의 영양평가결과 총 903명 중에서 양호군은 620명 (68.7%), 영양불량군은 283명 (31.3%)으로 나타났으며, 양호군과 영양불량군사이에 연령, 혈중 알부민, 총입파구수, BMI, 헤모글로빈, 헤마토크리트, 총단백질, 혈중 콜레스테롤, 재원기간 모두 유의적인 차이를 보였다.

3) SMST의 신뢰도를 검증하기 위해서 PGSGA와 NRS2002와의 민감도, 특이도, 카파비를 통한 일치도를 분석하였다. SMST는 PGSGA와 민감도 94.4%, 특이도 88.4%, 카파비 0.747로 'Substantial agreement'하며 ($p < 0.001$), NRS2002와 민감도 96.1%, 특이도 79.5%, 카파비 0.505로 'Moderate agreement' ($p < 0.001$)로 나타났다.

본 연구에서 개발한 새로운 초기영양검색 도구인 SMST의 영양평가지표는 의무기록 및 단답형의 질문으로 이루어져, 신속하고 간단한 초기영양평가가 가능하다. 특히 기존에 개인면담을 통해 시간적, 인력적 요구가 높은 영양도구들에 비해, 입원당시 기본적 신체계측과 함께 단답형으로 이뤄진 체중변화 및 식이섭취변화 여부가 기록될 경우 추가될 경우 추가조사 없는 의무기록으로 평가가 가능하다. SMST는 PGSGA, NRS2002와 높은 일치도를 보여 기존에 타당도가 높다고 알려진 두 영양검색 도구와 도구간 신뢰도가 검증되었다. 하지만 SMST는 합병증의 유무, 사망률, 재입원률, 병원비용 등 환자의 예후와 관련한 연관성 및 보편적 대상자에서의 유용성은 검증되지 않았으므로, 이에 관한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

References

- Mueller C, Compher C, Ellen DM: American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors. A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011; 35(1): 16-24.
- Agarwal E, Ferguson M, Banks M, Bauer J, Capra S, Isenring E. Nutritional status and dietary intake of acute care patients: results from the Nutrition Care Day Survey 2010. *Clin Nutr* 2012; 31(1): 41-47.
- Almeida AI, Correia M, Camilo M, Ravasco P. Nutritional risk screening in surgery: valid, feasible, easy! *Clin Nutr* 2012; 31(2): 206-211.
- Kyle UG, Kossovsky MP, Karsegard VL, Pichard C. Comparison of tools for nutritional assessment and screening at hospital admission: a population study. *Clin Nutr* 2006; 25(3): 409-417.
- Pirlich M, Schütz T, Norman K, Gastell S, Lübke HJ, Bischoff SC, Bolder U, Frieling T, Gülden-zoph H, Hahn K, Jauch KW, Schindler K, Stein J, Volkert D, Weimann A, Werner H, Wolf C, Zürcher G, Bauer P, Lochs H. The German hospital malnutrition study. *Clin Nutr* 2006; 25(4): 563-572.
- Charlton K, Nichols C, Bowden S, Milosavljevic M, Lambert K, Barone L, Mason M, Batterham M. Poor nutritional status of older subacute patients predicts clinical outcomes and mortality at 18 months of follow-up. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66(11): 1224-1228.
- Lim SL, Ong KC, Chan YH, Loke WC, Ferguson M, Daniels L. Malnutrition and its impact on cost of hospitalization, length of stay, readmission and 3-year mortality. *Clin Nutr* 2012; 31(3): 345-350.
- Álvarez-Hernández J, Planas Vila M, León-Sanz M, García de Lorenzo A, Celaya-Pérez S, García-Lorda P, Araujo K, Sarto Guerrerri B; PREDeCES researchers. Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients: the PREDeCES Study. *Nutr Hosp* 2012; 27(4): 1049-1059.
- Kuppinger D, Hartl WH, Bertok M, Hoffmann JM, Cederbaum J, Küchenhoff H, Jauch KW, Rittler P. Nutritional screening for risk prediction in patients scheduled for abdominal operations. *Br J Surg* 2012; 99(5): 728-737.
- Otterly FD. Rethinking nutritional support of the cancer patient: the new field of nutritional oncology. *Semin Oncol* 1994; 21(6): 770-778.
- Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, Jeejeebhoy KN. What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987; 11(1): 8-13.
- Detsky AS, Baker JP, Mendelson RA, Wolman SL, Wesson DE, Jeejeebhoy KN. Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1984; 8(2): 153-159.
- Baker JP, Detsky AS, Wesson DE, Wolman SL, Stewart S, White-well J, Langer B, Jeejeebhoy KN. Nutritional assessment: a comparison of clinical judgement and objective measurements. *N Engl J Med* 1982; 306(16): 969-972.
- Mullen JL, Buzby GP, Waldman MT, Gertner MH, Hobbs CL, Rosato EF. Prediction of operative morbidity and mortality by preoperative nutritional assessment. *Surg Forum* 1979; 30: 80-82.
- 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.
- 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.
- Streja E, Kovesdy CP, Molnar MZ, Norris KC, Greenland S, Nis-

- senon AR, Kopple JD, Kalantar-Zadeh K. Role of nutritional status and inflammation in higher survival of African American and Hispanic hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2011; 57(6): 883-893.
18. Han JS, Lee SM, Chung HK, Ahn HS, Lee SM. Development and evaluation of a Nutritional Risk Screening Tool (NRST) for hospitalized patients. *Korean J Nutr* 2009; 42(2): 119-127.
 19. Kim S, Kim S, Sohn C. Development of nutrition screening index for hospitalized patients. *Korean J Community Nutr* 2006; 11(6): 779-784.
 20. Kim JY, Wie GA, Cho YA, Kim SY, Kim SM, Son KH, Park SJ, Nam BH, Joung H. Development and validation of a nutrition screening tool for hospitalized cancer patients. *Clin Nutr* 2011; 30(6): 724-729.
 21. Lee JS, Cho MR, Lee GJ. Validation of the developed nutritional screening tool for hospital Patients. *Korean J Nutr* 2010; 43(2): 189-196.
 22. Kim SY, Yeom HS, Park YM, Chung SH, Shin AR, Han HS, Park DJ. Comparison of tools for nutritional risk screening at hospital admission. *J Korean Soc Parent Enter Nutr* 2009; 2(1): 6-12.
 23. Akpele L, Bailey JL. Nutrition counseling impacts serum albumin levels. *J Ren Nutr* 2004; 14(3): 143-148.
 24. Thorsdottir I, Jonsson PV, Asgeirsdottir AE, Hjaltadottir I, Bjornsson S, Ramel A. Fast and simple screening for nutritional status in hospitalized, elderly people. *J Hum Nutr Diet* 2005; 18(1): 53-60.
 25. Federation of American Societies for Experimental Biology, Life Sciences Research Office. Nutrition monitoring in the United States: an update report on nutrition monitoring. Prepared for the U.S. Department of Agriculture and the U.S. Department of Health and Human Services. DHHS Publication No. (PHS) 89-1255. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office; 1989.
 26. Sauberlich HE, Dowdy RP, Skala JH. Laboratory tests for the assessments of nutritional statuses. Cleveland (OH): CRC Press; 1974.
 27. Delgado-Rodríguez M, Medina-Cuadros M, Gómez-Ortega A, Martínez-Gallego G, Mariscal-Ortiz M, Martínez-González 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.
 28. Brugler L, Stankovic AK, Schlefer M, Bernstein L. A simplified nutrition screen for hospitalized patients using readily available laboratory and patient information. *Nutrition* 2005; 21(6): 650-658.
 29. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M; Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003; 22(4): 415-421.
 30. Smith RC, Ledgard JP, Doig G, Chesher D, Smith SF. An effective automated nutrition screen for hospitalized patients. *Nutrition* 2009; 25(3): 309-315.
 31. Velasco C, García E, Rodríguez V, Frias L, Garriga R, Alvarez J, García-Peris P, León M. Comparison of four nutritional screening tools to detect nutritional risk in hospitalized patients: a multicentre study. *Eur J Clin Nutr* 2011; 65(2): 269-274.
 32. Laky B, Janda M, Kondalsamy-Chennakesavan S, Cleghorn G, Obermair A. Pretreatment malnutrition and quality of life - association with prolonged length of hospital stay among patients with gynecological cancer: a cohort study. *BMC Cancer* 2010; 10: 232.
 33. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer* 1950; 3(1): 32-35.