

위암 수술 후 외래환자의 영양상태 평가: 5가지 영양검색도구의 비교연구

조재원^{1),2)} · 윤지영²⁾ · 최민규³⁾ · 라미용⁴⁾ · 이정은^{5),6)†}

¹⁾삼성서울병원 영양팀, 파트장, ²⁾서울대학교 생활과학대학 식품영양학과, 학생, ³⁾삼성서울병원 외과, 성균관대학교 의과대학, 교수, ⁴⁾삼성서울병원 영양팀, 팀장, ⁵⁾서울대학교 생활과학대학 식품영양학과, 교수, ⁶⁾서울대학교 생활과학연구소, 교수

Assessing Nutritional Status in Outpatients after Gastric Cancer Surgery : A Comparative Study of Five Nutritional Screening Tools

Jae Won Cho^{1),2)}, Jiyoung Youn²⁾, Min-Gew Choi³⁾, Mi Young Rha⁴⁾, Jung Eun Lee^{5),6)†}

¹⁾Unit manager, Department of Dietetic, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

²⁾Student, Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

³⁾Professor, Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

⁴⁾Team leader, Department of Dietetic, Samsung Medical Center Seoul, Korea

⁵⁾Professor, Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, Korea

⁶⁾Professor, Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, Seoul, Korea

†Corresponding author

Jung Eun Lee
Department of Food and
Nutrition, Seoul National
University, 1, Gwanak-ro,
Gwanak-gu, Seoul 08226, Korea

Tel: +82-2-880-6834
Fax: +82-2-884-0305
E-mail: jungelee@snu.ac.kr

Acknowledgements

The authors are grateful to the staffs of the Samsung Medical Center who generously cooperated this study.

Conflict of interest

There are no financial or other issues that might lead to conflict of interest.

Received: July 29, 2021
Revised: August 29, 2021
Accepted: August 29, 2021

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to examine the characteristics of patients according to their nutritional status as assessed by five nutritional screening tools: Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA), NUTRISCORE, Nutritional Risk Index (NRI), Prognostic Nutritional Index (PNI), and Controlling Nutritional Status (CONUT) and to compare the agreement, sensitivity, and specificity of these tools.

Methods: A total of 952 gastric cancer patients who underwent gastrectomy and chemotherapy from January 2009 to December 2012 at the Samsung Medical Center were included. We categorized patients into malnourished and normal according to the five nutritional screening tools 1 month after surgery and compared their characteristics. We also calculated the Spearman partial correlation, Cohen's Kappa coefficient, the area under the curve (AUC), sensitivity, and specificity of each pair of screening tools.

Results: We observed 86.24% malnutrition based on the PG-SGA and 85.82% based on the NUTRISCORE among gastric cancer patients in our study. When we applied NRI or CONUT, however, the malnutrition levels were less than 30%. Patients with malnutrition as assessed by the PG-SGA, NUTRISCORE, or NRI had lower intakes of energy and protein compared to normal patients. When NRI, PNI, or CONUT were used to identify malnutrition, lower levels of albumin, hemoglobin, total lymphocyte count, total cholesterol, and longer postoperative hospital stays were observed among patients with malnutrition compared to those without malnutrition. We found relatively high agreement between PG-SGA and NUTRISCORE; sensitivity was 90.86% and AUC was 0.78. When we compared NRI and PNI, sensitivity was 99.64% and AUC was 0.97. AUC ranged from 0.50 to 0.67 for comparisons between CONUT and each of the other nutritional screening tools.

Conclusions: Our study suggests that PG-SGA and NRI have a relatively high agreement with the NUTRISCORE and PNI, respectively. Further cohort studies are needed to examine whether the nutritional status assessed by PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI, and CONUT predicts the gastric cancer prognosis.

Korean J Community Nutr 26(4): 280~295, 2021

KEY WORDS gastric cancer, gastrectomy, malnutrition, nutritional screening tool, comparison

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.

서 론

위암은 세계적으로 암의 주요 사망원인 중 다섯 번째에 해당하며 [1], 아시아 지역에서 절반 이상의 환자들이 발생된다 [2]. 특히 국내에서 위암은 2018년 발생률이 10만명당 57.1로 1순위이며 [3], 2019년 사망률은 전체 암 사망자의 9.4%로 4순위에 해당되어 발생률과 사망률이 다른 암에 비해 높은 수준이다 [4].

위암 완치를 위한 주된 치료는 수술이며, 화학요법 또는 방사선요법과 병행되기도 한다 [5, 6]. 위 절제술 후 임상 결과는 수술 후 합병증의 발생과 중증도 및 영양상태에 크게 영향을 받는데, 이러한 요인들로 치료의 내약성과 암 진행을 예측할 수 있기 때문이다 [7, 8]. 위암으로 수술을 받는 환자들은 경구 섭취의 감소와 영양흡수장애 등의 문제점으로 체중이 감소하고 영양불량 상태가 더 악화될 수 있으며, 이러한 영양불량상태는 종양 침윤, 암으로 인한 대사 변화 [9], 면역저하 상태 [7], 항암 치료에 대한 불응성 [10], 낮은 생존율 [11]과 밀접한 관련성이 있다. 따라서 환자의 영양상태를 정확히 판정하여 영양 불량의 위험이 있는 환자들을 선별하고 적절한 영양 중재를 시행하여 영양상태를 개선시키는 것이 중요하다.

암환자의 영양상태를 판정하기 위해 다양한 영양검색도구 (nutritional screening tool) 들이 사용되고 있다. 가장 많이 활용되고 있는 Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA)는 체중의 변화, 식이 섭취 변화, 2주 이상 지속된 식품 섭취에 부정적 영향을 미치는 증상, 신체활동 변화 및 신체검사를 반영하는 주관적인 영양평가이다 [12]. PG-SGA는 진행성 암환자의 예후 측면을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 영양 관리의 효과를 모니터링 하는데 사용할 수 있다 [13, 14]. 최근 개발된 NUTRISCORE는 체중 감소, 음식 섭취 감소뿐 아니라 암과 항암치료의 유형에 따라 점수화하여 종양 외래 환자의 영양불량 위험을 평가하는 영양검색도구이다 [15]. 수술환자의 영양 상태를 판정하는 지표로 많이 사용되는 Nutritional Risk Index (NRI)는 혈청 알부민과 체중 상태를 결합하는 공식에 의해 산출되며, 장기간의 영양 불량 상태를 반영한다 [16]. Prognostic Nutritional Index (PNI)는 혈청 알부민과 말초 혈액의 총 림프구 수 (peripheral blood total lymphocyte count, TLC)를 포함한 공식으로 점수를 산출한다 [17], Controlling Nutritional Status (CONUT)는 혈청 알부민, 총 콜레스테롤, TLC 수치에 따라 점수화하여 계산하는 영양검색도구로, 단백질 대사, 면

역 능력 및 지질 대사를 종합적으로 평가하며 영양 중재가 필요한 환자를 선별하고 환자의 반응을 예측하는 데 사용된다 [18].

일부 선행 연구들에서 암 환자의 영양상태에 따른 중재와 치료의 영향을 예측하기 위해 영양검색도구들 간의 특성 및 관계에 대해 제시하고 있다. 스위스에서 200명 환자의 위장관 수술 후 합병증 [19]이나, 중국에서 1,395명 구강암 환자를 대상으로 하여 생존율 [20]을 예측하는데 NRI와 다른 영양검색도구들을 비교 평가하였다. 또한 PG-SGA를 기준으로 하여 암 외래환자의 영양불량 선별에 대한 민감도를 비교 평가하는 연구들도 있다 [15, 21]. 그러나 영양검색도구들 간의 상관관계나 영양불량 선별력에 대해 일치되지 않고 있는 실정이며, 위 절제술을 시행한 위암환자만을 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 위 절제술 후 1개월 경과 시점에 항암치료를 받는 위암 환자들을 대상으로 5가지 영양검색도구인 PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI, CONUT으로 평가된 영양 상태를 서로 비교하고 분석하였다. 이러한 영양검색도구들 간의 상관관계 및 영양불량 선별력 비교 분석을 통해 암환자 영양불량 진단 도구 사용에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상자 및 조사기간

본 연구는 2009년 1월부터 2012년 12월까지 삼성서울병원 위암센터에서 위 절제술을 시행하고 최소 1회 이상 항암치료를 시행한 위암 환자 1,940명을 대상으로 하였다. 제외 기준은 (1) 수술 전 International classification of Disease (ICD)-9에 의해 분류된 marasmus 영양불량환자 ($n = 2$); (2) 수술 후 누출과 같은 합병증으로 인해 정맥 영양 공급을 받으며 한달 이상 입원한 환자 ($n = 7$); (3) 수술 전 항암화학요법을 받은 환자 ($n = 69$); (4) 완화적 수술 환자 ($n = 164$); (5) 위장관기질종양 (gastrointestinal stromal tumor, GIST) 수술 또는 다른 암으로 인한 항암 치료를 받은 환자 ($n = 48$); (6) 의무기록에서 영양검색도구의 영양평가에 필요한 자료들이 누락된 환자 ($n = 698$)이다. 이러한 기준에 따라 1,940명 중 988명의 환자를 연구에서 순차적으로 제외하였으며, 최종적으로 총 952명 환자 (남자 622명, 여자 330명)을 포함하였다 (Fig. 1). 이 연구는 삼성서울병원 임상시험심사위원회 (IRB)에 의해 승인 (IRB No. 2017-11-025) 되었다.

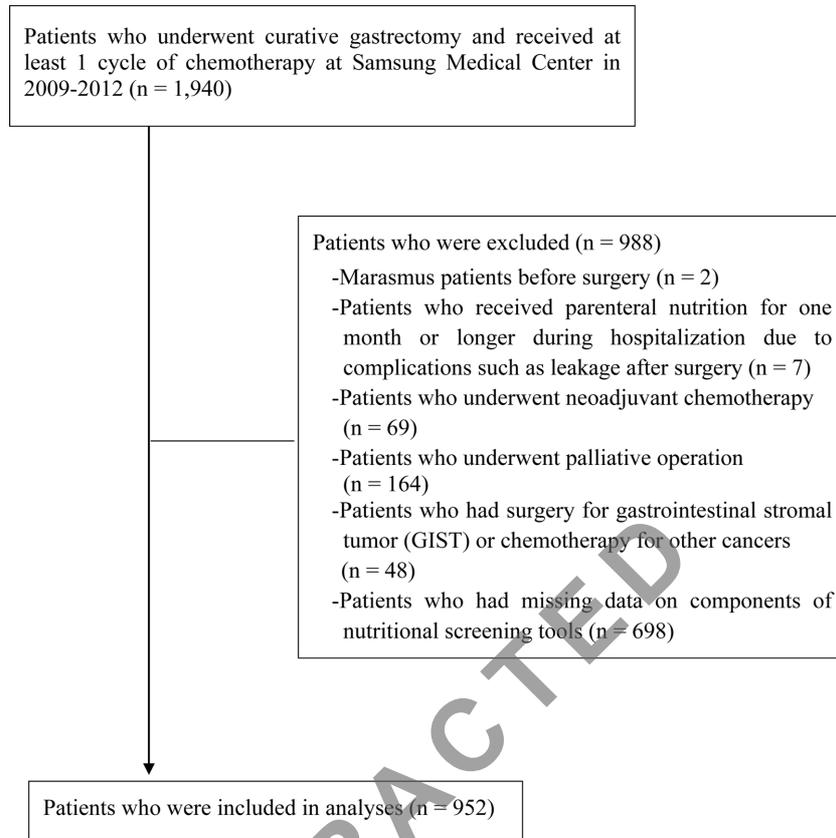


Fig. 1. Flow diagram of study population inclusion

2. 연구 내용 및 방법

1) 임상 정보 및 생화학적 검사

연구대상자의 일반 사항에 해당하는 성별, 수술 시 연령, 암 단계별 병기, 수술방법, 동반질환, 항암치료방법, 재원 일수는 의무기록을 통해 후향적으로 조사하였다. 위암의 병기 단계는 American Joint Committee on Cancer 8th 개정판 Tumor–Node–Metastasis (TNM) 체계에 따라 결정하였다[22].

수술 후 1개월 경과 시점의 혈청 알부민, 헤모글로빈, TLC, 총 콜레스테롤 검사결과를 조사하였다. 알부민은 Brom Cresol Green (BCG)에 의한 비색법으로 측정하였으며, 헤모글로빈과 림프구는 Sysmex XN-9000 (Sysmex, Japan) 분석기를 사용하여 측정하였고, 총 콜레스테롤은 효소 비색법으로 측정하였다. 정상 범위의 기준은 혈청 알부민의 경우 ≥ 3.5 g/dL, 헤모글로빈은 빈혈로 정의하는 세계보건기구의 역치를 사용하였다(여성 ≥ 12 g/dL, 남성 ≥ 13 g/dL) [23]. TLC 수준은 mm³ 당 1,000 이상으로 정의하였으며 [24], 총 콜레스테롤 수치는 130 mg/dL 이상을 정상 범위로 하였다 [25].

2) 신체계측

수술 후 1개월 경과 시점에 항암치료 받기 전 영양 상담을 시행하면서 환자의 키와 몸무게는 디지털 신장·체중계를 사용하여 측정한 후 BMI를 계산하였다. 저체중은 세계 보건 기구의 아시아인 기준치에 따라 18.5 kg/m² 미만으로 정의하였다[26].

3) 식습관 특성

수술 후 1개월 경과 시점에 항암치료가 결정되면 영양 상담을 시행하게 되는데 영양사가 환자와의 면담을 통해 식사와 간식 횟수, 식사 시 소요시간, 소화기증상의 유무를 파악하였으며, 1회 24시간 식사 기록을 통해 에너지와 단백질 섭취량을 조사하고 에너지와 단백질의 요구량(30~35 kcal/kg/day, 1.0~1.5 g/kg/day) [27] 대비 섭취 비율을 분석하였다.

4) 영양 평가 방법

환자들의 영양상태는 영양 상담을 시행할 때 (1) PG-SGA, (2) NUTRISCORE, (3) NRI, (4) PNI, (5) CONUT를

사용하여 평가하였으며, 각 영양검색도구들의 기준에 따라 영양상태가 정상인 군과 영양불량군으로 나누어 분류하였다.

(1) PG-SGA는 Ottery에 의해 개발되었으며 환자가 작성하는 범주(체중 감소, 음식 섭취, 임상 증상, 활동 및 기능)과 임상전문가가 작성하는 범주(질병, 대사 요구 및 신체 검사)를 포함한다. 영양사가 PG-SGA의 각 범주에 작성된 내용을 확인하여 환자의 영양 상태를 정상인지(stage A) 영양불량(stage B and C)인지를 분류 평가하고 각 범주의 점수를 합산하여 총 점수를 계산하였다. 계산한 점수가 높을수록 영양불량상태가 더 심하고 영양 중재가 필요하다는 것을 나타낸다[12, 28]. (2) NUTRISCORE는 영양사가 환자의 체중감소, 식욕 저하로 인한 섭취량 감소, 중앙 위치와 항암 치료의 종류를 조사한 후 각 항목의 점수를 반영하는 시스템을 이용하여 영양 불량 위험을 결정하였다. NUTRISCORE의 점수가 5점 이상일 경우 영양불량 위험이 있는 것으로 간주된다[15]. (3) NRI는 $(1.519 \times \text{serum albumin (g/L)}) + (41.7 \times \text{current weight/usual weight (kg)})$ 의 공식을 사용하였으며, 평소 체중은 수술 전 6개월 이상 안정된 체중이나 입원 시 측정된 체중으로, 현재 체중은 상담 시점에 측정된 체중을 적용하였다. NRI의 영양상태 기준은 선행된 연구들에 의하여 점수가 100초과인 환자는 영양상태가 정상인 군으로, 100이하의 영양불량군으로 분류하였다[16, 29]. (4) PNI는 $(10 \times \text{serum albumin (g/dL)})$

$+ (0.005 \times \text{total lymphocyte count (per mm}^3))$ 의 공식을 이용하여 계산하였으며, PNI에 대한 이전 연구에서는 점수가 45 이상일 때 위장관 수술을 안전하게 수행 할 수 있다고 제시하고 있어 [7, 30] 그 기준에 따라 45 이상을 정상인 군, 45 미만을 영양불량군으로 구분하였다. (5) CONUT은 혈청 알부민 농도, 총 콜레스테롤 수치, 말초 혈액의 총 림프구 수를 각 기준에 의해 점수를 부여하여 네 가지 범주(정상 0~1점, 경중 2~4점, 중등도 5~8점, 중증 영양 불량 위험 9~12점)로 분류하였다[31]. 본 연구에서는 환자를 CONUT 점수가 0~1점은 정상인 군, 2점 이상은 영양불량군으로 구분하였다[18]. 각 영양검색도구들의 판정에 포함되는 항목에 대해 Table 1에 정리하였다. 5가지 영양검색도구들 중 NRI, PNI 및 CONUT는 혈액검사 정보를 필요로 하는 반면, PG-SGA와 NUTRISCORE는 환자의 섭취량과 영양 관련 증상 등의 주관적 정보를 포함한다.

3. 자료 분석 방법

영양검색도구들의 영양관련인자 항목들에 대한 평균과 표준편차, 빈도와 백분율을 계산하였으며, 정상인 군과 영양불량군 특징 간의 유의미한 차이를 검증하기 위해 범주형 변수에서는 카이제곱 검정을, 연속 변수는 정규분포여부에 따라 Mann-Whitney 검정 또는 t-검정을 사용하였다. 영양 검색도구 간의 상관관계를 분석하기 위해서 Spearman

Table 1. Malnutrition criteria and items included in five nutritional screening tools

Items	PG-SGA	NUTRISCORE	NRI	PNI	CONUT
Classification of nutritional status					
Normal	A ¹⁾	< 5 ²⁾	> 100 ³⁾	≥ 45 ⁴⁾	< 2 ⁵⁾
Malnutrition	B+C	≥ 5	≤ 100	< 45	≥ 2
Objective variables					
Age	✓				
Albumin			✓	✓	✓
Lymphocyte				✓	✓
Cholesterol					✓
BWL	✓	✓	✓		
Location/neoplasm & anticancer Treatment		✓			
Subjective variables					
Decreased intake	✓	✓			
Symptoms	✓				
Physical activity	✓				

PG-SGA: patient generated-subjective global assessment, NRI: nutritional risk index, PNI: prognostic nutritional index, CONUT: controlling nutritional status, BWL: body weight loss

- 1) The criteria of classification was based on the following reference: Jager-Wittenaar et al. [12]
- 2) The criteria of classification was based on the following reference: Arribas et al. [15]
- 3) The criteria of classification was based on the following reference: Buzby et al. [29]
- 4) The criteria of classification was based on the following reference: Sun et al. [30]
- 5) The criteria of classification was based on the following reference: de Ulibarri et al. [31]

partial correlation을 사용하여 수술 시 연령과 성별을 보정한 상관계수를 계산하였으며, 추가로 수술 형태와 위암 병기를 보정한 상관관계를 제시하였다. 그리고 PG-SGA, NUTRISCORE, CONUT은 점수가 높을수록 영양 불량하고, NRI와 PNI는 점수가 낮을수록 영양 불량하여 NRI와 PNI를 역수로 변환하여 상관관계를 분석하였다. 또한 영양검색도구들의 정상인 군과 영양불량군의 일치율은 일치도 백분율과 카파 상관계수 (Cohen's Kappa Coefficient, K)를 구하여 비교하였다. 카파 상관계수는 < 0.0 거의 없음 (poor), 0.0~0.2는 유사성 낮음 (slight), 0.2 < K ≤ 0.4 타당함 (fair), 0.4 < K ≤ 0.6 유사성 중등 (moderate), 0.6 < K ≤ 0.8 유사성 높음 (substantial), 0.8 < K 완벽히 일치함 (almost perfect)으로 분류하였다[32]. 또한 Receiver Operating Characteristic (ROC) curves를 그려 Area Under the Curve (AUC)와 민감도 및 특이도를 비교 분석하였다. AUC는 ≥ 0.9 매우 높음 (excellent), 0.8 ≤ AUC < 0.9 높음 (good), 0.7 ≤ AUC < 0.8 타당 (fair), AUC < 0.7 낮음 (poor)으로 분류하였다[33]. 모든 통계 분석은 SAS 버전 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA) 소프트웨어를 이용하였으며, 모든 통계적 가설은 양측 검정, 유의수준 0.05를 기준으로 수행하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 2에 정리하였다. 전체 환자수는 952명이었으며, 연령은 평균 55.34세로 60세 이상은 전체의 37.71%이었다. 남자는 622명 (65.34%), 여자는 330명 (34.66%)이며, 수술 형태 중 위 부분절제술이 전체의 64.92%로 위 전절제술보다 더 많고, 병기는 stage III기가 44.54%이었다. 항암치료방법 중 항암화학 방사선 치료 (combined chemotherapy and radiation therapy, CCRTx)로 치료한 환자가 전체의 47.69%로 조사되었고 저알부민혈증의 환자는 전체의 2.94%이었다. 빈혈 환자는 전체의 56.72%이었고, 림프구감소증은 전체의 5.57%이었고 저콜레스테롤혈증은 전체의 10.71%이었다. BMI의 평균은 21.78 kg/m²로 18.5 kg/m² 미만의 경우가 전체의 9.14%이었다. 전체 대상자의 수술 후 체중감소 평균은 5.24 kg으로 5 kg 이상 감소한 환자들은 전체의 51.47%에 해당되며 수술 후 1개월간 5% 이상 감소한 경우는 전체의 83.72%, 10% 이상의 체중 감소는 4.31%이었다. 에너지의 요구량 대비 섭취비율은 75% 미만인 경우가 전체의 56.72%였으며, 단백질의 요구량 대비 섭취비율은 75% 미

Table 2. Characteristics of gastric cancer outpatients (n = 952)

Characteristics	Values
Age at surgery (years)	55.34 ± 11.46
< 60	593 (62.29)
≥ 60	359 (37.71)
Sex	
Men	622 (65.34)
Women	330 (34.66)
Disease progression	
EGC	149 (15.65)
AGC	803 (84.35)
Type of operation	
STG	618 (64.92)
TG	334 (35.08)
TNM stage	
Stage I & II	449 (55.47)
Stage III	368 (44.54)
Anticancer treatment	
CTx only	498 (52.31)
CCRTx	454 (47.69)
Albumin (g/dL)	4.20 ± 0.35
< 3.5	28 (2.94)
≥ 3.5	924 (97.06)
Hemoglobin (g/dL)	12.24 ± 1.45
Anemic	540 (56.72)
Non-anemic	412 (43.28)
Total lymphocyte count (cells/mm ³)	2,066.7 ± 697.2
< 1,000	53 (5.57)
≥ 1,000	899 (94.43)
Total cholesterol (mg/dL)	167.73 ± 31.15
< 130	102 (10.71)
≥ 130	850 (89.29)
Body Mass Index (kg/m ²)	21.78 ± 2.69
< 18.5	87 (9.14)
≥ 18.5	865 (90.86)
Weight loss (kg) ¹⁾	5.24 ± 2.73
< 5	462 (48.53)
≥ 5	490 (51.47)
Weight loss (%) ²⁾	8.08 ± 3.90
< 5	155 (16.28)
≥ 5	797 (83.72)
Energy intake relative to requirements (%)	71.04 ± 19.03
< 75	540 (56.72)
≥ 75	412 (43.28)
Protein intake relative to requirements (%) ³⁾	71.68 ± 25.10
< 75	498 (55.70)
≥ 75	396 (44.30)

Mean ± SD for continuous variables and n (%) for categorical variables were presented.

1) Weight loss (kg) = preoperative weight (kg) - weight at the time of nutrition consultation (kg)

2) Weight loss (%) = weight loss (kg)¹⁾ / preoperative weight (kg) × 100

3) There were fewer number of patients due to lack of information
Abbreviations: EGC, early gastric cancer; AGC, advanced gastric cancer; STG, subtotal gastrectomy; TG, total gastrectomy; CTx, chemotherapy; CCRTx, combined chemoradiotherapy

만인 경우가 55.70%로 조사되었다.

2. 영양검색도구들로 분류한 영양상태에 따른 대상자의 특성 비교

PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI, CONUT 각 영

양검색도구의 기준에 따라 정상인 군과 영양불량군으로 구분한 결과 및 그에 따른 특성을 Table 3과 Table 4에 제시하였다. 영양불량군은 PG-SGA의 기준에 따르면 전체의 86.24%, NUTRISCORE의 기준에 따르면 85.82%이었으며, PG-SGA와 NUTRISCORE의 기준에 따른 정상인 군

Table 3. Characteristics of patients according to PG-SGA and NUTRISCORE at 1 month after gastrectomy

Characteristics	PG-SGA			NUTRISCORE		
	Normal	Malnutrition	P-value ¹⁾	Normal	Malnutrition	P-value ¹⁾
Number of subjects	131 (13.76)	821 (86.24)		135 (14.18)	817 (85.82)	
Scores	6.85 ± 3.41	10.16 ± 4.68		3.93 ± 0.25	5.84 ± 0.79	
Age at surgery (years)	57.82 ± 10.53	54.95 ± 11.55	0.02	57.98 ± 12.12	54.91 ± 11.29	0.004
Sex						
Men	83 (63.36)	539 (65.65)	0.61	78 (57.78)	544 (66.59)	0.05
Women	48 (36.64)	282 (34.35)		57 (42.22)	273 (33.41)	
Disease progression						
EGC	17 (12.98)	132 (16.08)	0.36	16 (11.85)	133 (16.28)	0.19
AGC	114 (87.02)	689 (83.92)		119 (88.15)	684 (83.72)	
Type of operation						
STG	86 (65.65)	532 (64.80)	0.85	88 (65.19)	530 (64.87)	0.95
TG	45 (34.35)	289 (35.20)		47 (34.81)	287 (35.13)	
TNM stage						
Stage I & II	66 (50.38)	462 (56.27)	0.21	79 (58.52)	449 (54.96)	0.44
Stage III	65 (49.62)	359 (43.73)		56 (41.48)	368 (45.04)	
Postoperative hospital stay (days)	11.61 ± 4.05	11.40 ± 3.96	0.58	11.24 ± 2.57	11.47 ± 4.15	0.83
Anticancer treatment						
CTx only	71 (54.20)	427 (52.01)	0.64	128 (94.81)	370 (45.29)	< 0.001
CCRTx	60 (45.80)	394 (47.99)		7 (5.19)	447 (54.71)	
Albumin (g/dL)	4.20 ± 0.34	4.20 ± 0.35	0.89	4.12 ± 0.34	4.21 ± 0.35	0.007
Hemoglobin (g/dL)	12.10 ± 1.60	12.27 ± 1.42	0.23	11.87 ± 1.58	12.30 ± 1.42	0.003
TLC (per mm ³)	2,012.9 ± 664.9	2,075.3 ± 702.2	0.54	2,089.1 ± 627.9	2,063.0 ± 708.3	0.89
Total cholesterol (mg/dL)	167.2 ± 29.99	167.8 ± 31.35	0.85	169.3 ± 32.46	167.5 ± 30.94	0.66
BMI (kg/m ²)	21.97 ± 2.51	21.75 ± 2.72	0.32	21.44 ± 2.79	21.84 ± 2.67	0.08
Weight loss (kg)	3.62 ± 3.42	5.50 ± 2.51	< 0.001	2.50 ± 2.31	5.70 ± 2.53	< 0.001
Weight loss (%)	5.57 ± 5.52	8.48 ± 3.41	< 0.001	4.19 ± 4.21	8.73 ± 3.44	< 0.001
Energy intake (kcal/day)	1,634.3 ± 305.3	1,285.4 ± 382.7	< 0.001	1,626.9 ± 352.4	1,284.9 ± 376.7	< 0.001
Energy intake relative to requirements (%)	88.42 ± 11.77	68.27 ± 18.50	< 0.001 ²⁾	89.68 ± 12.90	67.96 ± 18.10	< 0.001 ²⁾
Protein intake (g/day) ³⁾	66.35 ± 17.12	50.77 ± 19.13	< 0.001	64.79 ± 17.68	51.03 ± 19.24	< 0.001
Protein intake relative to requirements (%) ³⁾	92.17 ± 19.46	68.32 ± 24.32	< 0.001	92.17 ± 19.56	68.32 ± 24.31	< 0.001
Number of meals (times/day) ³⁾	3.71 ± 1.17	3.42 ± 0.92	0.007	3.68 ± 1.13	3.42 ± 0.93	0.01
Number of snacks (times/day) ³⁾	2.80 ± 0.74	2.73 ± 1.06	0.21	2.85 ± 0.81	2.72 ± 1.05	0.05
Eating speed (minutes) ³⁾	21.16 ± 6.67	20.15 ± 6.38	0.29	20.40 ± 6.34	20.24 ± 6.43	0.95
Postprandial digestive problems (yes)	15 (11.45)	694 (84.53)	< 0.001	90 (66.67)	619 (75.76)	0.02

Mean ± SD for continuous variables and n (%) for categorical variables were presented.

1) P value were calculated using Mann-Whitney U test for continuous variables and the Chi-squared test for categorical variables.

2) P value were calculated using Student's t-test for continuous variables of energy intake relative to requirements

3) Smaller sample size due to lack of information: protein intake (requirements), 894; number of meals, 951; number of snacks, 931; eating speed, 650

Abbreviations: PG-SGA, patient generated-subjective global assessment; EGC, early gastric cancer; AGC, advanced gastric cancer; STG, subtotal gastrectomy; TG, total gastrectomy; CTx, chemotherapy; CCRTx, combined chemoradiotherapy; TLC, total lymphocyte count; BMI, body mass index

Table 4. Characteristics of patients according to NRI, PNI, and CONUT at 1 month after gastrectomy

Characteristics	NRI			PNI			CONUT		
	Normal	Mainnutrition	P-value ¹⁾	Normal	Mainnutrition	P-value ¹⁾	Normal	Mainnutrition	P-value ¹⁾
Number of subjects	678 (71.22)	274 (28.78)		215 (22.58)	737 (77.42)		679 (71.32)	273 (28.68)	
Scores	105.02 ± 3.38	95.53 ± 3.98		46.22 ± 1.38	40.78 ± 2.91		0.61 ± 0.49	2.59 ± 1.10	
Age at surgery (years)	53.40 ± 11.31	60.16 ± 10.36	< 0.001	49.03 ± 10.79	57.18 ± 10.98	< 0.001	55.03 ± 11.08	56.13 ± 12.32	0.11
Sex									
Men	439 (64.76)	183 (66.79)	0.55	150 (69.77)	472 (64.04)	0.12	439 (64.65)	183 (67.03)	0.49
Women	239 (35.25)	91 (33.21)		65 (30.23)	265 (35.96)		240 (35.35)	90 (32.97)	
Disease progression									
EGC	116 (17.11)	33 (12.04)	0.05	43 (20.00)	106 (14.38)	0.05	113 (16.64)	36 (13.19)	0.18
AGC	562 (82.89)	241 (87.96)		172 (80.00)	631 (85.62)		566 (83.36)	237 (86.81)	
Type of operation									
STG	460 (67.85)	158 (57.66)	0.003	152 (70.70)	466 (63.23)	0.04	452 (66.57)	166 (60.81)	0.09
TG	218 (32.15)	116 (42.34)		63 (29.30)	271 (36.77)		227 (33.43)	107 (39.19)	
TNM stage									
Stage I & II	390 (57.52)	138 (50.36)	0.04	127 (59.07)	401 (54.41)	0.23	381 (56.11)	147 (53.85)	0.52
Stage III	289 (42.48)	136 (49.64)		88 (40.93)	336 (45.59)		298 (43.89)	126 (46.15)	
Postoperative hospital stay (days)	10.82 ± 1.98	12.96 ± 6.47	< 0.001	10.65 ± 1.62	11.66 ± 4.40	< 0.001	11.21 ± 3.29	11.98 ± 5.26	0.004
Anticancer treatment									
CTx only	341 (50.29)	157 (57.30)	0.05	88 (40.93)	410 (55.63)	0.001	354 (52.14)	44 (52.75)	0.86
CCRTx	337 (49.71)	117 (42.70)		127 (59.07)	327 (44.37)		325 (47.86)	129 (47.25)	
Albumin (g/dL)	4.36 ± 0.22	3.80 ± 0.28	< 0.001	4.62 ± 0.14	4.08 ± 0.29	< 0.001	4.27 ± 0.29	4.04 ± 0.43	< 0.001
Hemoglobin (g/dL)	12.46 ± 1.44	11.70 ± 1.33	< 0.001	13.06 ± 1.35	12.00 ± 1.39	< 0.001	12.45 ± 1.37	11.73 ± 1.51	< 0.001
TLC (per mm ³)	2,136.1 ± 654.2	1,895.0 ± 768.3	< 0.001	2,183.9 ± 605.6	2,032.6 ± 718.5	0.004	2,201.2 ± 624.0	1,732.2 ± 756.0	< 0.001
Total cholesterol (mg/dL)	171.8 ± 30.24	157.7 ± 31.15	< 0.001	174.6 ± 30.50	165.7 ± 31.07	< 0.001	178.9 ± 25.69	139.9 ± 25.63	< 0.001
BMI (kg/m ²)	21.90 ± 2.75	21.51 ± 2.52	0.10	21.96 ± 2.71	21.73 ± 2.68	0.33	21.94 ± 2.69	21.40 ± 2.64	0.003
Weight loss (kg)	4.99 ± 2.54	5.88 ± 3.08	< 0.001	5.57 ± 2.39	5.15 ± 2.82	0.02	5.26 ± 2.67	5.20 ± 2.90	0.60
Weight loss (%)	7.67 ± 3.53	9.11 ± 4.53	< 0.001	8.36 ± 3.17	8.00 ± 4.08	0.20	8.08 ± 3.63	8.08 ± 4.49	0.25
Energy intake (kcal/day)	1,368.2 ± 395.2	1,247.3 ± 370.1	< 0.001	1,368.2 ± 404.2	1,323.3 ± 387.8	0.10	1,341.8 ± 397.1	1,312.6 ± 378.1	0.30
Energy intake relative to requirements (%)	72.35 ± 18.84	67.79 ± 19.13	0.001 ²⁾	70.33 ± 18.98	71.24 ± 19.05	0.54 ²⁾	71.62 ± 19.22	69.60 ± 18.51	0.14 ²⁾
Protein intake (g/day) ³⁾	54.83 ± 19.35	48.38 ± 19.55	< 0.001	55.40 ± 20.64	52.24 ± 19.26	0.04	53.92 ± 19.80	50.59 ± 18.98	0.02
Protein intake relative to requirements (%) ³⁾	73.70 ± 24.32	66.72 ± 26.33	< 0.001	72.03 ± 25.84	71.58 ± 24.90	0.97	73.04 ± 25.36	68.31 ± 24.16	0.01
Number of meals (times/day) ³⁾	3.47 ± 0.97	3.44 ± 0.95	0.79	3.38 ± 0.89	3.48 ± 0.98	0.09	3.48 ± 0.98	3.41 ± 0.91	0.26
Number of snacks (times/day) ³⁾	2.74 ± 0.75	2.73 ± 1.50	0.14	2.71 ± 0.70	2.75 ± 1.10	0.99	2.71 ± 0.71	2.80 ± 1.54	0.95
Eating speed (minutes) ³⁾	20.22 ± 6.33	20.37 ± 6.64	0.94	20.48 ± 6.10	20.20 ± 6.51	0.48	20.15 ± 6.35	20.57 ± 6.59	0.60
Postprandial digestive problems (yes)	506 (74.63)	203 (74.09)	0.86	165 (76.74)	544 (73.81)	0.39	504 (74.23)	205 (75.09)	0.78

Mean ± SD for continuous variables and n (%) for categorical variables were presented.

1) P values were calculated using Mann-Whitney U test for continuous variables and the Chi-squared test for categorical variables.

2) P values were calculated using Student's t-test for continuous variables of energy intake relative to requirements

3) Smaller sample size due to lack of information: protein intake (requirements), 894; number of meals, 951; number of snacks, 931; eating speed, 650

Abbreviations: EGC, early gastric cancer; AGC, advanced gastric cancer; STG, subtotal gastrectomy; TG, total gastrectomy; CTx, chemotherapy; CCRTx, combined chemoradiotherapy; TLC, total lymphocyte count; BMI, body mass index

에 비해 영양불량군의 평균 연령이 유의적으로 낮았다(Table 3). 생화학적 지표의 경우, PG-SGA에 따른 정상인 군과 영양불량군 사이의 유의적인 차이가 없는 반면, NUTRISCORE에 따른 영양불량군에서 정상인 군보다 알부민과 헤모글로빈 수치가 유의적으로 높았다. PG-SGA와 NUTRISCORE에 따른 영양불량군은 정상인 군에 비해 수술 후 체중감소가 각각 5.50 kg(8.48%), 5.70 kg(8.73%)로 감소 정도가 더 컸다($P < 0.001$). 또한 PG-SGA와 NUTRISCORE에 따른 영양불량군에서 에너지 섭취량은 약 1,285kcal로 정상인 군의 약 1,600 kcal에 비해 유의적으로 낮았으며($P < 0.001$), 요구량대비 에너지 섭취비율 역시 영양불량군에서는 정상인 군에 비해 70% 미만으로 낮았다($P < 0.001$). PG-SGA와 NUTRISCORE에 따른 영양불량군에서 단백질 섭취량은 약 51g, 요구량 대비 단백질 섭취비율은 약 68%로 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았다($P < 0.001$). PG-SGA와 NUTRISCORE에 따른 영양불량군의 평균 식사 횟수가 모두 3.42회로 각 정상인 군의 3.71회, 3.68회보다 유의적으로 낮았으며, 섭취에 영향을 주는 소화기 증상이 있는 환자의 비율은 영양불량군에서 각 84.53%, 75.76%로 정상인 군보다 유의적으로 더 높았다.

NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군은 각 전체의 28.78%, 77.42%, 28.68%로 관찰되었다(Table 4). NRI와 PNI에 따른 영양불량군의 평균 연령은 정상인 군에 비해 유의적으로 높았으며, 위 전절제술 비율이 정상인 군에 비해 유의적으로 높았다. 또한 NRI에 따른 영양불량군에서 정상군에 비해 stage III기의 비율이 유의적으로 높았다($P = 0.04$). NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 재원 일수 평균은 각 12.96일, 11.66일, 11.98일로, 정상인 군의 각 10.82일, 10.65일, 11.21일보다 유의적으로 높게 나타났다. 영양불량군의 평균 혈청 알부민 수치가 NRI에서는 3.80 g/dL, PNI에서는 4.08 g/dL, CONUT에서는

4.04 g/dL이며 NRI, PNI, CONUT 각각 정상인 군의 4.36 g/dL, 4.62 g/dL, 4.27 g/dL 수치보다 유의적으로 낮았다($P < 0.001$). 헤모글로빈과 총 림프구 수, 콜레스테롤 평균 수치 역시 NRI, PNI, CONUT에서 영양불량군의 수치가 정상인 군의 수치보다 유의적으로 낮았다. CONUT에 따른 영양불량군에서 BMI가 정상인 군보다 유의적으로 낮았으며, NRI에서 영양불량군의 체중감소가 정상인 군보다 유의적으로 큰 반면, PNI에서는 영양불량군의 체중감소가 정상인 군보다 낮았다. NRI에 따른 영양불량군에서 에너지 섭취량과 요구량 대비 에너지섭취비율이 각각 1,247.3 kcal, 67.79%로 정상인 군의 1,368.2 kcal, 72.35%에 비해 유의적으로 낮았다. NRI와 PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 단백질 섭취량은 모두 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았지만, 요구량 대비 단백질섭취비율은 NRI와 CONUT의 영양불량군에서 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았다.

3. 영양검색도구들 간의 상관관계

영양검색도구들의 점수에 따른 상관관계를 분석한 결과는 Table 5에 정리하였다. PG-SGA, NUTRISCORE, CONUT은 점수가 높을수록 영양불량상태가 심해지며, NRI와 PNI는 점수가 낮을수록 영양불량상태가 심해진다. NRI와 PNI를 역수로 변환하여 분석한 결과, PG-SGA와 NUTRISCORE의 상관계수는 0.34, PG-SGA와 1/NRI의 상관계수는 0.12이었다($P < 0.001$). NUTRISCORE와 1/NRI의 상관계수는 0.14이며, 1/NRI와 1/PNI의 상관계수는 0.92이고, 1/NRI와 CONUT의 상관계수는 0.28, 1/PNI와 CONUT의 상관계수는 0.32이었다($P < 0.001$). 1/NRI과 1/PNI가 가장 높은 상관관계를 보였으며, PG-SGA와 NUTRISCORE, 1/PNI와 CONUT, 1/NRI와 CONUT순으로 높게 나타났다. 또한 수술 시 연령과 성별 외에 수술 형태, 위암 병기를 추가 보정하여 분석한 결과에

Table 5. Spearman partial correlation coefficients between two nutritional screening tools at 1 month after gastrectomy

Nutritional screening tools	PG-SGA	NUTRISCORE	1/NRI	1/PNI
NUTRISCORE	0.34 (< 0.001) ¹⁾			
1/NRI	0.12 (< 0.001)	0.14 (< 0.001)		
1/PNI	0.025 (0.45)	-0.041 (0.20)	0.92 (< 0.001)	
CONUT	-0.016 (0.63)	0.026 (0.42)	0.28 (< 0.001)	0.32 (< 0.001)

Correlation analysis was adjusted for age at surgery and sex.

1) P values

Abbreviations: PG-SGA, patient generated-subjective global assessment; NRI, nutritional risk index; PNI, prognostic nutritional index; CONUT, controlling nutritional status

서도 1/NRI과 1/PNI의 상관계수는 0.92로 가장 높았으며, PG-SGA와 NUTRISCORE의 상관계수는 0.33이었고, 다른 도구들 간의 상관계수도 위의 결과와 유사하게 나타났다.

4. 영양검색도구들 간의 일치도 평가

수술 후 1개월 경과 시점에 영양검색도구들에 따라 정상인군과 영양불량군 두 집단으로 구분하여 일치도를 나타낸 결과는 Table 6에 제시하였다. PG-SGA에서 영양불량군으로 분류된 대상자 821명 중 NUTRISCORE에서 746명이

Table 6. Agreement of nutritional status between nutritional screening tools

	Malnutrition ¹⁾	Normal ¹⁾	Sensitivity ²⁾ (95% CI)	Specificity ²⁾ (95% CI)	PPV ²⁾ (95% CI)	NPV ²⁾ (95% CI)	Agreement ^{2), 3)}	Cohen's Kappa
PG-SGA ⁴⁾								
NUTRISCORE								
Malnutrition	746	71	90.86	45.80	91.31	44.44	84.66	0.36
Normal	75	60	(88.89 - 92.84)	(37.27 - 54.33)	(89.38 - 93.24)	(36.06 - 52.83)		
NRI								
Malnutrition	239	35	29.11	73.28	87.23	14.16	35.19	0.009
Normal	582	96	(26.00 - 32.22)	(65.71 - 80.86)	(83.27 - 91.18)	(11.54 - 16.78)		
PNI								
Malnutrition	634	103	77.22	21.37	86.02	13.02	69.54	-0.01
Normal	187	28	(74.35 - 80.09)	(14.35 - 28.39)	(83.52 - 88.53)	(8.52 - 17.52)		
CONUT								
Malnutrition	236	37	28.75	71.76	86.45	13.84	34.66	0.002
Normal	585	94	(25.65 - 31.84)	(64.05 - 79.46)	(82.39 - 90.51)	(11.25 - 16.44)		
NUTRISCORE ⁴⁾								
NRI								
Malnutrition	242	32	29.62	76.30	88.32	15.19	36.24	0.02
Normal	575	103	(26.49 - 32.75)	(69.12 - 83.47)	(84.52 - 92.12)	(12.49 - 17.89)		
PNI								
Malnutrition	623	114	76.25	15.56	84.53	9.77	67.65	-0.07
Normal	194	21	(73.34 - 79.17)	(9.44 - 21.67)	(81.92 - 87.14)	(5.80 - 13.74)		
CONUT								
Malnutrition	236	37	28.89	72.59	86.45	14.43	35.08	0.006
Normal	581	98	(25.78 - 31.99)	(65.07 - 80.12)	(82.39 - 90.51)	(11.79 - 17.08)		
NRI ⁴⁾								
PNI								
Malnutrition	273	464	99.64	31.56	37.04	99.53	51.16	0.21
Normal	1	214	(98.92 - 1.00)	(28.07 - 35.06)	(33.56 - 40.53)	(98.63 - 1.00)		
CONUT								
Malnutrition	122	151	44.53	77.73	44.69	77.61	68.17	0.22
Normal	152	527	(38.64 - 50.41)	(74.60 - 80.86)	(38.79 - 50.59)	(74.48 - 80.75)		
PNI ⁴⁾								
CONUT								
Malnutrition	232	41	31.48	80.93	84.98	25.63	42.65	0.07
Normal	505	174	(28.13 - 34.83)	(75.68 - 86.18)	(80.74 - 89.22)	(22.34 - 28.91)		

1) Malnutrition and normal status were assessed by reference screening tool.

2) Percentages were presented.

3) Exact agreement of nutritional status between nutritional screening tools.

4) Reference screening tool

Abbreviations: CI, confidence interval; PPV, Positive predictive value; NPV, Negative predictive value; PG-SGA, Patient Generated - Subjective Global Assessment; NRI, Nutritional risk index; PNI, Prognostic nutritional index; CONUT, Controlling nutritional status

영양불량군에 해당되어 민감도 (sensitivity)가 90.86%이며, 정상인 군으로 분류된 대상자 131명 중 NUTRISCORE의 정상인 군은 60명으로 특이도 (specificity)는 45.8%이고 양성예측치 (positive predictive value, PPV)가 91.31%이었다. PG-SGA와 NUTRISCORE와의 일치도 백분율이 84.66%로 다른 영양검색도구들에 비해 가장 높았으며, 카파 상관계수는 0.36으로 타당한 수준이었다. PG-SGA와 NRI, PNI, CONUT 간의 일치도 백분율은 각각 35.19%, 69.54%, 34.66%이었으며, 카파 상관계수는 모두 0.05이하로 유사성이 낮은 수준이었다. NUTRISCORE와 NRI, PNI, CONUT 간의 일치도 백분율은 각각 36.24%, 67.65%, 35.08%이었으며, 카파 상관계수는 0.1 이하로 유사성이 낮은 수준이었다. NRI에서 영양불량군으로 분류된 대상자 274명 중 PNI에서 273명이 영양불량군에 해당되어 민감도가 99.64%인 반면, 정상인 군으로 분류된 대상자 678명 중 PNI의 정상인 군은 214명으로 특이도는 31.56%였다. NRI와 PNI에서는 일치도 백분율이 51.16%이었으며, 카파 상관계수는 0.21로 타당한 수준이었다. NRI에서 영양불량군으로 분류된 대상자 274명 중 CONUT에서 122명이 영양불량군에 해당되어 민감도가 44.53%이며, 정상인 군으로 분류된 대상자 678명 중 CONUT의 정상인 군은 527명으로 특이도는 77.73%이었다. NRI와 CONUT에서는 일치도 백분율이 68.17%이었으며 카파 상관계수가 0.22로 타당한 수준이었다. PNI와 CONUT 간의 일치도 백분율은 42.65%이었으며, 카파 상관계수는 0.07로 유사성이 낮은 수준이었다. NRI 점수에서 97.5 기준 [16]으로 정상인 군과 영양불량군을 구분하여 PNI와 비교하면 민감도가 99.40%, 특이도는 27.23%, 일치도 백분율은 39.81%으로 나타났으며, 연구 대상자에 따른 PNI 점수의 중위수 42를 기준 [20]으로 구분한 PNI와 NRI를 비교하면 민감도가 95.26%, 특이도가 82.30%, 일치도 백분율은 86.03%이었다.

5. 영양검색도구들 간의 ROC와 AUC 비교

PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI, CONUT 점수에 따른 ROC 곡선을 그려서 Fig. 2와 Fig. 3에 제시하였으며, 각 영양검색도구들의 영양상태 선별에 대한 일치도를 AUC로 비교하였다. Fig. 2에서 PG-SGA에 대한 NUTRISCORE의 AUC는 0.78 (95% CI: 0.74-0.82)로 타당한 수준 (fair)의 일치도를 나타냈으며, NUTRISCORE에 대한 PG-SGA의 AUC는 0.68 (95% CI: 0.63-0.73)이었다. 그 외의 도구를 쌍으로 비교한 결과에서 AUC는 0.51~0.57 정도로 일치도가 낮았다. Fig. 3에서 NRI에

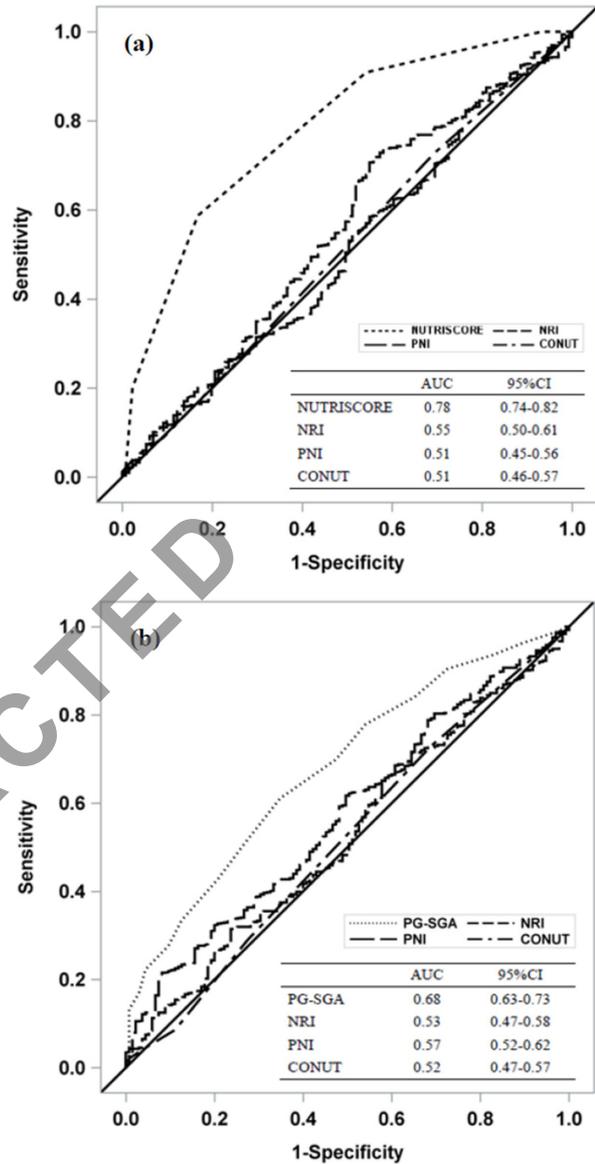


Fig. 2. Receiver operating characteristic curves for comparisons among PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI and CONUT (a) AUC-of-ROC curves of NUTRISCORE, NRI, PNI and CONUT were compared with the AUC of PG-SGA. (b) AUC-of-ROC curves of PG-SGA, NRI, PNI and CONUT were compared with the AUC of NUTRISCORE.

Abbreviations: ROC, Receiver operating characteristic; AUC, the area under the curve; ; PG-SGA, Patient Generated-Subjective Global Assessment; NRI, Nutritional risk index; PNI, Prognostic nutritional index; CONUT, Controlling nutritional status

대한 PNI의 AUC는 0.97 (95% CI: 0.96-0.98)이고, PNI에 대한 NRI의 AUC는 0.97 (95% CI: 0.95-0.98)로 매우 높은 수준 (excellent)의 일치도를 나타냈다. CONUT에 대한 PNI의 AUC는 0.67 (95% CI: 0.63-0.71)이었으며, 그 외 도구를 쌍으로 비교한 결과에서 AUC는 0.50~0.65정도로 일치도가 낮았다.

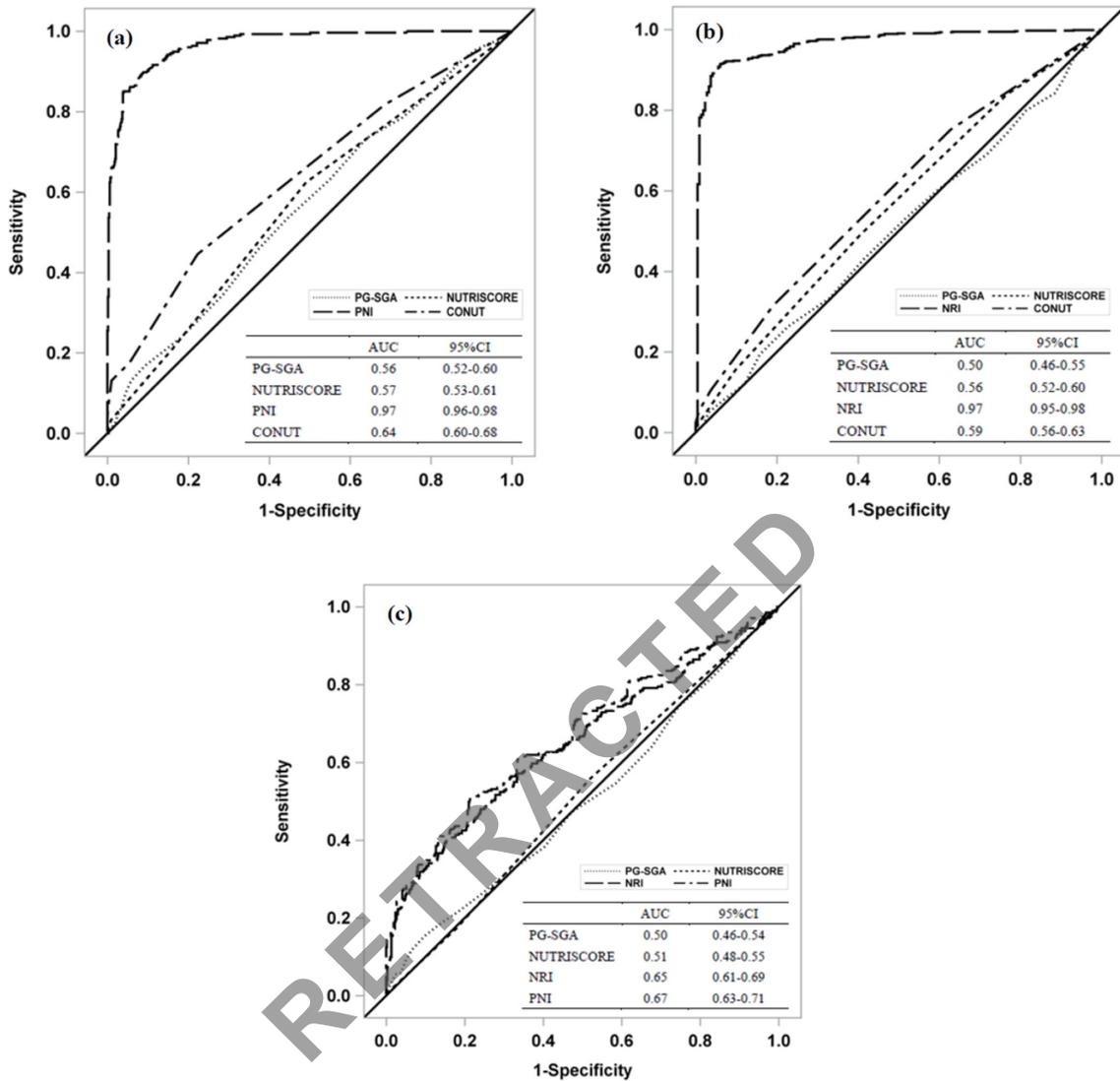


Fig. 3. Receiver operating characteristic curves for comparisons among PG-SGA, NUTRISCORE, NRI, PNI and CONUT (a) AUC-of-ROC curves and of PG-SGA, NUTRISCORE, PNI and CONUT were compared with the AUC of NRI. (b) AUC-of-ROC curves of PG-SGA, NUTRISCORE, NRI and CONUT were compared with the AUC of PNI. (c) AUC-of-ROC curves of PG-SGA, NUTRISCORE, NRI and PNI were compared with the AUC of CONUT.

Abbreviations: ROC, Receiver operating characteristic; AUC, the area under the curve; PG-SGA, Patient Generated -Subjective Global Assessment; NRI, Nutritional risk index; PNI, Prognostic nutritional index; CONUT, Controlling nutritional status

고 찰

본 연구는 수술 후 1개월 경과 시점에 항암치료를 받는 위암 환자들을 대상으로 5가지 영양검색도구들을 활용하여 영양상태를 정상인 군과 영양불량군으로 구분하고 그에 따른 특성을 비교 및 분석해 보았으며, 영양검색도구들 간의 상관관계와 영양불량의 선별력 차이를 파악하였다. PG-SGA, NRI, PNI, CONUT 등의 영양검색도구들을 활용하여 위암 환자의 수술 전 영양상태를 평가하고 합병증이나 생존율과

의 연관성에 대해 제시한 선행연구들은 있으나[28, 34-36], 수술 후 영양상태에 대한 연구는 많지 않다. 스페인에서 항암치료를 시작하는 외래 암환자를 대상으로 영양불량상태를 조기 선별하고 중재하는데 NUTRISCORE을 활용하여 진행한 연구들은 있으나[37, 38], 위암 환자만을 대상으로 한 연구는 거의 없다. 또한 수술 후 1개월 경과 시점에 항암화학요법 치료를 받는 위암 환자들을 대상으로 다양한 영양검색도구들을 사용하여 영양불량상태를 선별하고 비교하거나 영양검색도구들 간의 상관관계를 살펴본 연구 또한 미비하므로 본 연구를 시행하게 되었다.

분석해 본 결과, 5가지 영양검색도구들 중 PG-SGA와 NUTRISCORE 간에는 뚜렷한 양의 상관관계($r = 0.34$)가 있었으며, 카파 상관계수가 0.36으로 타당한 수준이고, 다른 영양검색도구들에 비해 가장 높은 일치도 백분율(84.66%)을 나타냈다. 또한 두 영양검색도구 간의 민감도와 양성예측치가 각각 90.86%, 91.31%로 높았으며, PG-SGA에 대한 NUTRISCORE의 AUC는 0.78로 타당한(fair) 수준의 일치도를 나타냈다. 외래 암환자 394명을 대상으로 한 Arriba 등의 연구[15]에서는 PG-SGA와 NUTRISCORE의 카파 상관계수가 0.88이었으며, 민감도와 특이도, 양성예측치가 각각 97.3%, 95.9%, 84.8%로 모두 높았고, AUC가 0.95로 높게 나타났다. Arriba 등 연구에서는 15종 이상의 다양한 암환자가 포함되었으며, 위암을 포함한 상부 소화기 암환자는 전체의 10% 미만에 해당되었다. 본 연구와 같이 수술한 위암 환자만을 대상으로 하여 PG-SGA와 NUTRISCORE를 분석한 연구는 없으나, PG-SGA를 기준으로 다른 영양검색도구들을 비교한 연구들이 있다. 위암으로 위절제술을 시행한 입원환자 174명을 대상으로 한 국내연구에서는 서울대학교병원 영양검색도구(SNUH-NSI), Nutrition Risk Screening-2002(NRS-2002)를 이용하여 영양불량상태를 평가하고 PG-SGA에 따른 영양평가결과와 일치도를 비교하였다. SNUH-NSI는 카파 상관계수가 0.498($P < 0.001$), NRS-2002는 카파 상관계수가 0.439($P < 0.001$)이었다[39]. 또한 브라질의 위암과 대장암 외래환자 137명을 대상으로 한 Vicente 등의 연구에서는 PG-SGA를 기준으로 한 NRI의 민감도와 특이도가 각각 68.0%, 64.0%이었다[21].

NRI와 PNI 간에는 영양불량군과 정상인 군의 두 집단으로 구분하여 계산한 상관관계는 0.92로 가장 강한 상관관계를 나타냈으며, NRI에 대한 PNI 점수에 따른 ROC 곡선을 생성하여 측정된 AUC는 0.97로 높은 일치도를 나타냈다. 또한 두 영양검색도구 간의 민감도는 99.64%로 높았고, 카파 상관계수가 0.21로 타당한 수준이었다. 중국에서 성인 구강암환자를 대상으로 진단 시점의 BMI, 알부민, NRI, PNI의 예후 가치를 살펴보고자 한 Bao 등의 연구[20]에서 NRI와 PNI의 상관관계는 0.65로 비교적 높은 상관관계를 보였다. 본 연구에서 PG-SGA와 비교하여 NUTRISCORE가 다른 검색도구들에 비해 민감도와 양성예측치가 높다는 것은 영양불량 위험이 높은 위암환자에서 영양불량군으로 잘 선별한다고 볼 수 있으며, AUC가 타당한 수준이므로 유사한 영양검색도구로 활용될 수 있겠다. PG-SGA와 NUTRISCORE는 섭취량의 최근 변화와 체중감소 상태가 점수에 반영되는 공통 요인으로 인해 일치도와 상관관계가 다른 도구들에 비

해 높은 것으로 보이며, 수술 후 항암치료를 시작하는 이 시기에 적절한 영양평가도구로 제안할 수 있다. NRI와 PNI는 다른 도구들에 비해 민감도와 AUC에서 높은 수준을 보여 영양불량환자를 식별하는데 있어 높은 일치도를 보인다. NRI와 PNI는 계산 공식에 혈중 알부민 수치가 공통적으로 포함되며 점수가 낮을수록 영양불량상태가 심화되는 비슷한 점수 체계로, 가장 높은 상관관계를 나타내 위암 환자의 영양평가에 유사한 영양검색도구로서 활용할 수 있음을 확인하였다.

Pablo 등은 영양검색도구들의 기준과 영양 불량을 정의하는 기준에 따라 영양불량환자의 비율이 다르게 나타날 수 있다고 보았다[40]. 본 연구에서는 PG-SGA에 따른 B와 C에 해당되는 영양불량군이 821명으로 전체의 86.24%이며, NUTRISCORE에 따라 점수가 5점이상인 영양불량군은 817명(85.82%)으로 PG-SGA의 영양불량군과 비슷한 분포이고 영양불량군의 비율이 다른 영양검색도구들에 비해 높았다. 수술로 인한 소화기 증상과 급격한 섭취 및 체중 감소가 점수 상승에 크게 영향을 미치므로 그에 따른 영양불량군의 비율이 다른 영양평가도구들에 비해 높게 나타난 것으로 보인다. 이에 비해 객관적 혈액 검사가 반영되는 영양검색도구들인 NRI, PNI, CONUT의 영양불량군은 각각 28.78%, 77.42%, 28.68%였다. 본 연구에서는 기존 문헌에서 제시한 영양상태의 판정 기준을 사용하여 정상인 군과 영양불량군을 구분하였다[29, 30, 31]. 타 연구에서는 NRI 점수의 moderately malnutrition 기준으로 하여 97.5 이상을 정상인 군, 97.5 미만을 영양불량군으로 정의하기도 하였으며[16], 다른 연구들에서는 해당 연구대상자에 따른 PNI 점수의 중위수[20]나 이환율과 사망률을 반영하는 10번째 백분위수[34]의 cut-off point를 선정하여 반영하기도 하였다. 본 연구에서 타 연구들의 적용 기준인 NRI 97.5 점, PNI의 중위수 42점으로 구분하여 비교해 본 결과, 유사한 민감도를 나타냈다. Kyle 등과 Stratton 등의 연구에서도 동일한 대상자를 검색하더라도 영양검색도구들에 따라 영양불량 분포가 30~60% 이상까지 다양한 차이를 나타낼 수 있는 것으로 보고되었다[41, 42].

PG-SGA와 NUTRISCORE에서는 수술방법, 위암 병기, 재원 일수, 생화학적 검사 등의 객관적인 요인들에서 정상인 군과 영양불량군간의 유의적인 차이가 없는 반면, 영양불량군에서 에너지섭취량과 요구량 대비 에너지섭취비율이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았으며, 수술 후 체중감소도 유의적으로 크게 나타났다. Braga 등이 위 절제술 환자 23명을 대상으로 6개월간 식사 섭취 및 영양상태에 대해 연구한 바에 의하면 수술 1개월 후 평균 에너지 섭취가 1,458.1 kcal/day였으며[43], Park 등의 연구[44]에서는 수술방법

에 상관없이 수술 후 첫 외래 방문 시 에너지 섭취량이 1,388.1 kcal로 1일 에너지 필요량의 73.5% 수준으로 낮았다. 본 연구에서도 전체 평균 에너지가 1,333.4 kcal이며 요구량 대비 에너지 섭취비율이 71.04%로 타 연구들과 큰 차이가 없었다. 다른 타연구들에서는 영양상태에 따른 섭취량을 제시하지 않았으나 본 연구의 PG-SGA와 NUTRISCORE에 따른 영양불량군은 1,300 kcal보다 적게 섭취하고 정상인 군은 1,600 kcal 이상 섭취하여 영양상태에 따라 섭취량의 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. NRI에 따른 영양불량군에서도 에너지섭취량과 요구량 대비 에너지섭취비율이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았으며, 수술 후 체중감소도 유의적으로 크게 나타났다. 이는 PG-SGA, NUTRISCORE, NRI 공통적으로 영양상태를 평가하는데 체중 변화가 반영되므로 섭취량과 체중 감소가 유의적인 연관성이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

단백질 섭취량은 5가지 영양검색도구들 모두에서 영양불량군이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 단백질 섭취량이 PG-SGA, NUTRISCORE, NRI에서의 에너지 섭취 및 체중 감소와 연관성이 있으며, NRI, PNI, CONUT의 점수 산출에 반영되는 알부민 수치와의 연관성에도 기인한 결과로 보인다. 단백질 섭취가 적으면 알부민의 합성과 이화 속도가 낮아지게 되고 단백질 섭취를 증가시키면 정상으로 빠르게 복귀되며[45], 단백질의 섭취량과 소화가 성인과 노인 모두 알부민의 합성 속도에 영향을 미친다고 제시되고 있다[46]. Kim 등의 연구[47]에서 항암치료 시작 시 위암 환자의 단백질 섭취량은 45.7 g/day로, 본 연구에서 영양불량군의 섭취량보다 낮은 수준이었다. Yu 등의 연구[48]에서는 수술 후 퇴원 1개월 시점의 에너지 섭취량이 평균 1,296.1 kcal/day 였으며 체중은 6.5 kg 감소하였고 퇴원 3개월 후에는 6.9 kg까지 지속 감소되는 양상을 보였는데, 이는 퇴원 후 지속되는 저조한 식사 섭취에 따른 영양소 공급 부족과 연관되는 것으로 제시하였다. 본 연구 결과에서도 영양상태가 불량 할수록 식사 횟수가 적고 그에 따라 섭취량이 줄면서 에너지와 단백질 섭취가 부족한 것으로 나타났다. 이 시기에 적절한 영양 중재가 이루어지지 않을 경우 지속적인 섭취 부족과 체중 감소가 초래될 수 있다. Lee 등의 연구[6]에서는 퇴원 3주 후 평균 에너지 섭취가 영양중재군에서 1,390.5 kcal/day이고 대조군에서 1,227.4 kcal/day였으며, 단백질의 평균 섭취량은 영양중재군에서 60.4 g/day이고 대조군에서 50.5 g/day였다. 3개월 후의 에너지와 단백질 섭취는 영양중재군에서 1,725.6 kcal/day, 73.1g/day인 반면 대조군에서는 1,539.5 kcal/day, 63.8 g/day로 차이가 유지됨을 보여 주었으며, QOL 결과에서도

영양중재군에서 자기효능감과 식사에 대한 만족감이 유의적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 수술 후 지속적인 영양 평가와 그에 따른 영양 중재 시행이 필요함을 확실히 보여주고 있다.

NRI, PNI에 따른 영양불량군에서는 정상인 군에 비해 위 절제술의 비율이 유의적으로 높게 나타났다. 또한 NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 혈청 알부민, 헤모글로빈, 총 림프구 수, 콜레스테롤의 평균 수치들이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며, 재원 일수는 유의적으로 높게 나타났다. Lee 등의 연구[34]와 Kanda 등의 연구[49]에서도 수술 전 점수가 낮은 PNI군에서 높은 군에 비해 위 절제술의 비율이 유의적으로 높았으며, 재원 일수도 유의적으로 많게 나타났다. Ryu 등의 연구[50]에서 수술 전 NRI에 따른 영양불량군에서 알부민, 콜레스테롤 수치가 유의적으로 낮았다. 본 연구에서 NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 특성이 타 연구들의 결과와 유사함을 알 수 있었다. 본 연구에서 NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 평균 알부민 수치가 정상인 군보다 유의적으로 낮았으나 정상 범위에 해당되었고 타 연구에서도 위 절제술 후에 단백질의 부족이 발견되지는 않았음을 제시하고 있다[38]. 이는 체내 항상성 유지 기전에 의해 알부민은 우선적으로 보전되므로 아주 심각한 소모성 증상이 없는 이상 정상으로 유지되며, 반감기가 길고, 수분 상태나 질환 상태 등 영양상태 이외의 변화에 영향을 많이 받을 수 있으므로 혈청 알부민보다는 체중 변화가 더욱 민감한 지표로 판단되기도 한다[39, 44].

수술 후 항암치료를 시행하는 위암 환자는 영양 불량을 심화시킬 수 있는 경구 섭취와 체중감소상태를 파악하여 개선시키는 것이 중요하므로 PG-SGA나 NUTRISCORE를 활용하여 영양상태를 선별한다면 그 문제점에 따른 영양 중재를 시행할 수 있으므로 섭취 및 체중의 빠른 회복에 효과적일 수 있겠다. PG-SGA는 섭취와 체중감소상태뿐 아니라 소화기 증상, 신체활동, 신체검사 등 다양한 항목들이 포함되므로 평가자의 숙련도에 따라 그 신뢰도에 차이가 날 수 있으며 시간이 많이 소요된다. 이에 비해 NUTRISCORE는 섭취와 체중감소상태 외에 종양 위치와 항암 치료에 대한 영양 위험을 반영하며 비교적 간단하고 빠르게 수행할 수 있으므로 이러한 장단점을 이해하고 현장 상황에 맞추어 적절히 선택하여 사용할 수 있겠다. 생화학적 검사 등 객관적인 지표들로 산출되는 NRI와 PNI는 수술방법, 병기 등의 객관적 임상 인자 및 재원 일수와 관련성이 있으나, 환자의 최근 식습관 변화에 따라 발생하는 영양 위험을 민감하게 반영할 수 없는 단점이 있다. 따라서 환자의 섭취와 체중감소가 잘 반영되는 PG-SGA나 NUTRISCORE를 활용하여 영양상태를 평가

하면서 객관적인 생화학적 지표들로 평가한 NRI나 PNI를 함께 사용한다면 영양 중재에 좋은 성과뿐 아니라 객관적 임상지표들에 따른 영향을 파악하고 예측하는데 더 효과적일 것이다

본 연구의 한계점은 첫째, 후향적 단일 센터 연구로 국내 위암 환자 전체를 대표한다고는 할 수 없다. 둘째, 영양상담 시 영양 평가 도구에서의 주관적 문항과 식이 평가 및 분석에서 의도치 않은 오분류가 생겼을 수 있다. 위 절제술 후 1개월 경과 시점의 단면 연구이므로 수술 전 자료에 대한 분석이 없으며, 동일 대상자가 경험하는 영양 상태나 섭취량의 변화 등에 대해 제시하지 않았다. 따라서 위절제 환자의 영양 평가에 대한 영양적 문제 개선 및 생존율과의 관련성을 포괄적으로 규명하기 위해서는 장기간의 추적관찰이 요망된다. 그러나 이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 위 절제술 후 1개월 경과 시점에 위암 환자들을 대상으로 5가지 영양검색도구들로 선별된 영양상태의 특성을 비교 분석하고 영양검색도구들 간의 상관관계와 영양불량 선별력의 차이를 알아봄으로써 영양불량 진단 도구 사용에 대한 기초자료를 제공한다는 점에 의의가 있다고 볼 수 있다.

영양 평가는 질병 예후나 생존율 등의 임상 결과와의 연관성에 대한 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되며, 특히 위암 환자의 치료과정에서 영양 평가와 영양 중재의 개입이 삶의 질과 생존율을 높이는데 효과적임을 확인할 수 있는 연구가 필요하다.

요약 및 결론

본 연구는 수술 후 1개월 경과 시점에 항암치료를 받는 위암 환자 952명을 대상으로 5가지 영양검색도구들을 활용하여 영양상태를 정상인 군과 영양불량군으로 구분하고 그에 따른 특성을 비교 분석하고자 하며, 영양검색도구들 간의 상관관계와 영양불량 선별력 차이를 파악하고자 후향적으로 실시되었다.

5가지 영양검색도구들 중 PG-SGA와 NUTRISCORE의 영양불량군 분포는 비슷하며 PG-SGA와 NUTRISCORE 간에는 양의 상관관계 ($r = 0.34$)가 있었으며, 일치도 백분율과 민감도가 각각 84.66%, 90.86%로 높았고, 카파 상관계수가 0.36으로 타당한 수준이었다. 또한 PG-SGA에 대한 NUTRISCORE의 AUC도 0.78로 타당한 수준의 일치를 나타냈다. NRI와 PNI는 일치도 백분율은 낮았으나 0.92의 강한 상관관계와 99.64%의 높은 민감도, 카파 상관계수가 0.21로 타당한 수준의 유사성, NRI에 대한 PNI 점수에 따른 ROC 곡선을 생성하여 측정된 0.97의 높은 AUC를 나

타냈다. 결과적으로 PG-SGA와 NUTRISCORE 간에, 그리고 NRI와 PNI 간에 영양불량을 선별하는 높은 일치를 보여 유사한 영양검색도구로서 활용할 수 있음을 확인하였다.

PG-SGA와 NUTRISCORE에서는 수술방법, 위암 병기, 재원 일수, 생화학적 검사 등의 객관적인 요인들에서 정상인 군과 영양불량군간의 유의적인 차이가 없는 반면, 영양불량군에서 에너지섭취량과 요구량 대비 에너지섭취비율이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았으며, 수술 후 체중감소도 유의적으로 크게 나타났다. NRI에 따른 영양불량군에서도 에너지섭취량과 요구량 대비 에너지섭취비율이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮았으며, 수술 후 체중감소도 유의적으로 크게 나타났다. 단백질 섭취량은 5가지 영양검색도구들 모두에서 영양불량군이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. NRI, PNI에 따른 영양불량군에서는 정상인 군에 비해 위 절제술의 비율이 유의적으로 높게 나타났다. 또한 NRI, PNI, CONUT에 따른 영양불량군의 혈청 알부민, 헤모글로빈, 총 림프구 수, 콜레스테롤의 평균 수치들이 정상인 군에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며, 재원 일수는 유의적으로 높게 나타났다.

따라서 수술 후 항암치료를 받는 위암 환자에게 수술로 인한 섭취 및 체중감소가 잘 반영되는 PG-SGA나 NUTRISCORE를 활용하여 영양불량 상태를 판정하고 영양 중재를 시행한다면 섭취와 체중 상태의 빠른 회복에 좋은 영향을 줄 수 있겠다. 또한 NRI나 PNI를 함께 사용한다면 객관적 임상지표들에 따른 영향을 파악하고 예측하는데 더 효과적일 것이다. 본 연구는 위 수술 후 1개월 경과 시점에 위암 환자의 영양상태를 평가하는 5가지 영양검색도구들을 비교 분석한 기초적인 자료로 활용될 수 있으나, 향후 지속 관찰을 통해 임상 결과의 향상 및 생존율 예측에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

ORCID

Jae Won Cho: <https://orcid.org/0000-0002-6231-4385>
 Jiyoung Youn: <https://orcid.org/0000-0002-7876-3847>
 Min-Gew Choi: <https://orcid.org/0000-0003-3394-5177>
 Mi Young Rha: <https://orcid.org/0000-0001-6805-9402>
 Jung Eun Lee: <https://orcid.org/0000-0003-1141-878X>

감사의 글

저자들은 본 연구에 아낌없이 협조해주신 삼성서울병원 직원들에게 감사드립니다.

References

1. International Agency for Research on Cancer. Incidence, mortality and prevalence by cancer site [Internet]. Globocan; 2020 [cited 2021 Jun 16]. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf>.
2. International Agency for Research on Cancer. Cancer incidence and mortality statistics worldwide and by region [Internet]. Globocan; 2020 [cited 2021 Jun 16]. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/7-Stomach-fact-sheet.pdf>.
3. National Cancer Information Center. Incidence status by cancer type for Korea in 2018 [Internet]. National Cancer Information Center Korea; 2021 [cited 2021 Jun 16]. Available from: <https://cancer.go.kr/lay1/S1T639C641/contents.do>.
4. National Cancer Information Center. Mortality by major cancer type for Korea in 2019 [Internet]. National Cancer Information Center Korea; 2021 [cited 2021 Jun 16]. Available from: <https://cancer.go.kr/lay1/S1T645C646/contents.do>.
5. Song Z, Wu Y, Yang J, Yang D, Fang X. Progress in the treatment of advanced gastric cancer. *Tumour Biol* 2017; 39(7): 1010428317714626.
6. Lee HO, Han SR, Choi SI, Lee JJ, Kim SH, Ahn HS et al. Effects of intensive nutrition education on nutritional status and quality of life among postgastrectomy patients. *Ann Surg Treat Res* 2016; 90(2): 79-88.
7. Sakurai K, Ohira M, Tamura T, Toyokawa T, Amano R, Kubo N et al. Predictive potential of preoperative nutritional status in long-term outcome projections for patients with gastric cancer. *Ann Surg Oncol* 2016; 23(2): 525-533.
8. Oh CA, Kim DH, Oh SJ, Choi MG, Noh JH, Sohn TS et al. Nutritional risk index as a predictor of postoperative wound complications after gastrectomy. *World J Gastroenterol* 2012; 18(7): 673-678.
9. Klute KA, Brouwer J, Jhaver M, Sachs H, Gangadin A, Ocean A et al. Chemotherapy dose intensity predicted by baseline nutrition assessment in gastrointestinal malignancies: A multicentre analysis. *Eur J Cancer* 2016; 63: 189-200.
10. Tegels JJ, De Maat MF, Hulswé KW, Hoofwijk AG, Stoot JH. Improving the outcomes in gastric cancer surgery. *World J Gastroenterol* 2014; 20(38): 13692-13704.
11. Rodrigues CS, Lacerda MS, Chaves GV. Patient generated subjective global assessment as a prognosis tool in women with gynecologic cancer. *Nutrition* 2015; 31(11-12): 1372-1378.
12. Jager-Wittenaar H, Ottery FD. Assessing nutritional status in cancer: Role of the Patient-Generated Subjective Global Assessment. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2017; 20(5): 322-329.
13. Wiegert EVM, Padilha PC, Peres WAF. Performance of Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) in patients with advanced cancer in palliative care. *Nutr Clin Pract* 2017; 32(5): 675-681.
14. Um MH, Choi MY, Lee SM, Lee JJ, Lee CG, Park YK. Intensive nutritional counseling improves PG-SGA scores and nutritional symptoms during and after radiotherapy in Korean cancer patients. *Support Care Cancer* 2014; 22(11): 2997-3005.
15. Arribas L, Hurtós L, Sendrós MJ, Peiró I, Salleras N, Fort E et al. NUTRISCORE: A new nutritional screening tool for oncological outpatients. *Nutrition* 2017; 33: 297-303.
16. Yim GW, Eoh KJ, Kim SW, Nam EJ, Kim YT. Malnutrition identified by the nutritional risk index and poor prognosis in advanced epithelial ovarian carcinoma. *Nutr Cancer* 2016; 68(5): 772-779.
17. Kanda M, Fujii T, Kodera Y, Nagai S, Takeda S, Nakao A. Nutritional predictors of postoperative outcome in pancreatic cancer. *Br J Surg* 2011; 98(2): 268-274.
18. Ryo S, Kanda M, Ito S, Mochizuki Y, Teramoto H, Ishigure K et al. The controlling nutritional status score serves as a predictor of short- and long-term outcomes for patients with stage 2 or 3 gastric cancer: Analysis of a multi-institutional data set. *Ann Surg Oncol* 2019; 26(2): 456-464.
19. Schiesser M, Kirchoff P, Müller MK, Schäfer M, Clavien PA. The correlation of nutrition risk index, nutrition risk score, and bioimpedance analysis with postoperative complications in patients undergoing gastrointestinal surgery. *Surgery* 2009; 145(5): 519-526.
20. Bao X, Liu F, Lin J, Chen Q, Chen L, Chen F et al. Nutritional assessment and prognosis of oral cancer patients: A large-scale prospective study. *BMC Cancer* 2020; 20(1): 146.
21. Vicente M, Barão K, Silva TD, Forones NM. What are the most effective methods for assessment of nutritional status in outpatients with gastric and colorectal cancer? *Nutr Hosp* 2013; 28(3): 585-591.
22. Amin MB, Edge S, Greene F, Byrd DR, Brookland RK, Washington MK et al. *AJCC Cancer Staging Manual*. 8th ed. New York (NY). 2016.
23. Pasricha SR, Colman K, Centeno-Tablante E, Garcia-Casal MN, Peña-Rosas JP. Revisiting WHO haemoglobin thresholds to define anaemia in clinical medicine and public health. *Lancet Haematol* 2018; 5(2): e60-e62.
24. Zini G. Abnormalities in leukocyte morphology and number. In: Porwit A, McCullough J, Erber W, editors. *Blood and bone marrow pathology*. 2nd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2011. p. 247-261.
25. Elmehdawi R. Hypolipidemia: A word of caution. *Libyan J Med* 2008; 3(2): 84-90.
26. WHO/IASO/IOTF. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Sydney: 0-9577082-1-1Health Communications Australia, Melbourne; 2000. p. 15-21.
27. Elliot L, Molseed L, McCallum PD. *The clinical guide to oncology nutrition*. Chicago: American Dietetic Association; 2006. p. 54-71.
28. Ottery FD. Definition of standardized nutritional assessment and interventional pathways in oncology. *Nutrition* 1996; 12(1): S15-S19.
29. Buzby GP, Knox LS, Crosby LO, Eisenberg JM, Haakenson CM, McNeal GE et al. Study protocol: A randomized clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients. *Am J Clin Nutr* 1988; 47(2): 366-381.
30. Sun J, Wang D, Mei Y, Jin H, Zhu K, Liu X et al. Value of the prognostic nutritional index in advanced gastric cancer treated with preoperative chemotherapy. *J Surg Res* 2017; 209: 37-44.
31. de Ulíbarri JI, González-Madroño A, de Villar NG, González P, González B, Mancha A et al. CONUT: A tool for controlling

- nutritional status. First validation in a hospital population. *Nutr Hosp* 2005; 20(1): 38-45.
32. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977; 33(1): 159-174.
 33. Muller MP, Tomlinson G, Marrie TJ, Tang P, McGeer A, Low DE et al. Can routine laboratory tests discriminate between severe acute respiratory syndrome and other causes of community-acquired pneumonia? *Clin Infect Dis* 2005; 40(8): 1079-1086.
 34. Lee JY, Kim HI, Kim YN, Hong JH, Alshomimi S, An JY et al. Clinical significance of the prognostic nutritional index for predicting short- and long-term surgical outcomes after gastrectomy: A retrospective analysis of 7781 gastric cancer patients. *Medicine* 2016; 95(18): e3539.
 35. Hsueh SW, Liu KH, Hung CY, Tsai CY, Hsu JT, Tsang NM et al. Predicting postoperative events in patients with gastric cancer: A comparison of five nutrition assessment tools. *In Vivo* 2020; 34(5): 2803-2809.
 36. Kuroda D, Sawayama H, Kurashige J, Iwatsuki M, Eto T, Tokunaga R et al. Controlling Nutritional Status (CONUT) score is a prognostic marker for gastric cancer patients after curative resection. *Gastric Cancer* 2018; 21(2): 204-212.
 37. Sanz EA, Siles MG, Fernández LR, Roldán RV, Domínguez AR, Abilés J. Nutritional risk and malnutrition rates at diagnosis of cancer in patients treated in outpatient settings: Early intervention protocol. *Nutrition* 2019; 57: 148-153.
 38. Sanz EA, Abilés J, Siles MG, Ruiz FR, Goitia BT, Domínguez AR. Evaluation of a protocol to detect malnutrition and provide nutritional care for cancer patients undergoing chemotherapy. *Sci Rep* 2020; 10(1): 21186.
 39. Kim Y, Kim WG, Lee HJ, Park MS, Lee YH, Kong SH et al. Comparison of the impact of malnutrition by nutritional assessment and screening tools on operative morbidity after gastric cancer surgery. *J Korean Soc Parenter Enter Nutr* 2011; 4(1): 7-15.
 40. Pablo AM, Izaga MA, Alday LA. Assessment of nutritional status on hospital admission: Nutritional scores. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57(7): 824-831.
 41. 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.
 42. Stratton RJ, Hackston A, Longmore D, Dixon R, Price S, Stroud M et al. Malnutrition in hospital outpatients and inpatients: Prevalence, concurrent validity and ease of use of the 'malnutrition universal screening tool' ('MUST') for adults. *Br J Nutr* 2004; 92(5): 799-808.
 43. Braga M, Zuliani W, Foppa L, Di Carlo V, Cristallo M. Food intake and nutritional status after total gastrectomy: Results of a nutritional follow-up. *Br J Surg* 1988; 75(5): 477-480.
 44. Park YO, Yoon SY, Kang SS, Han SM, Kang EH. Nutritional status and dietary change after gastrectomy of gastric cancer patients. *Korean J Community Nutr* 2012; 17(1): 101-108.
 45. James WP, Hay AM. Albumin metabolism: Effect of the nutritional state and the dietary protein intake. *J Clin Investig* 1968; 47(9): 1958-1972.
 46. Thalacker-Mercer AE, Campbell WW. Dietary protein intake affects albumin fractional synthesis rate in younger and older adults equally. *Nutr Rev* 2008; 66(2): 91-95.
 47. Kim WG, Park MS, Lee YH, Heo DS. Nutritional risk in oncology outpatients receiving chemotherapy. *Korean J Community Nutr* 2008; 13(4): 573-581.
 48. Yu EJ, Kang JH, Yoon S, Chung HK. Changes in nutritional status according to biochemical assay, body weight, and nutrient intake levels in gastrectomy patients. *J Korean Diet Assoc* 2012; 18(1): 16-29.
 49. Kanda M, Mizuno A, Tanaka C, Kobayashi D, Fujiwara M, Iwata N et al. Nutritional predictors for postoperative short-term and long-term outcomes of patients with gastric cancer. *Medicine* 2016; 95(24): e3781.
 50. Ryu SW, Kim IH. Comparison of different nutritional assessments in detecting malnutrition among gastric cancer patients. *World J Gastroenterol* 2010; 16(26): 3310-3317.