



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

위장관 응급수술을 받은 중환자에서
칼로리 및 단백질 공급과 30일
사망률과의 관계

연세대학교 대학원

의 학 과

정 윤 태

위장관 응급수술을 받은 중환자에서
칼로리 및 단백질 공급과 30일
사망률과의 관계

지도교수 이재길

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함

2019 년 6 월

연세대학교 대학원

의 학 과

정 윤 태

정윤태의 의학 석사 학위논문을 인준함

심사위원 이 재 길 인

심사위원 김 영 삼 인

심사위원 박 치 민 인

연세대학교 대학원

2019 년 6 월

감사의 글

석사 학위 과정을 마칠 수 있도록 도와주신 많은 분들의
격려와 도움에 감사드립니다.

특히 중환자의학의 기초부터 세부적인 노하우까지 지도해
주시고, 석사 과정을 무사히 마칠 수 있도록 도움과 격려를
아끼지 않으신 이재길 교수님께 존경과 감사의 마음을 전하고
싶습니다. 아울러 바쁘신 시간 중에도 여러가지 좋은 조언을
해주신 김영삼 교수님과 박치민 교수님께도 감사의 인사를
드립니다.

또한 여러가지 이유로 이 감사의 글을 읽고 계신 여러분들께도
감사드립니다.

2019년 5월 17일
정 윤 태 올림

<차례>

국문 요약	1
I. 서론	2
II. 재료 및 방법	4
1. 대상자 선정기준과 분류 방법	4
2. 정의	4
3. 데이터 수집	7
4. 통계분석	7
III. 결과	8
1. 환자의 분류	8
2. 영양 부족 저위험군	8
가. 환자들의 특성	8
나. 영양에 관한 정보	11
다. 임상 결과	12
3. 영양 부족 고위험군	13
가. 환자들의 특성	13
나. 영양에 관한 정보	14
다. 임상 결과	18
4. 칼로리, 단백질 공급과 사망률과의 관계	21
IV. 고찰	22
V. 결론	25
참고문헌	26
ABSTRACT	29

그림 차례

Fig 1. Flow diagram of patient selection	4
Fig 2. Graphs demonstrate no significant mortality differences between ‘adequate calorie or protein’ group and ‘both adequate’ group	6
Fig 3. Kaplan–Meier survival curves for adequate and inadequate nutrition provision versus cumulative survival in patients with high- and low-risk of malnutrition	21
Fig 4. Calorie and protein adequacy versus predicted probability of mortality in patients with high- and low-risk of malnutrition	22

표 차례

Table 1. Baseline characteristics of low-risk patients	10
Table 2. Nutritional information of low-risk patients	11
Table 3. Clinical outcomes of low-risk patients	13
Table 4. Baseline characteristics of high-risk patients	15
Table 5. Nutritional information of high-risk patients	17
Table 6. Clinical outcomes of high-risk patients	19

국문요약

위장관 응급수술을 받은 중환자에서 칼로리 및 단백질 공급과 30일 사망률과의 관계

연구배경: 위장관 응급수술을 받고 경구 섭취가 제한되어 있는 환자에서 충분한 영양 공급과 이를 위한 영양 공급 경로의 선택은 쉽지 않은 과제이다. 본 연구의 목적은 영양 공급이 위의 환자들의 임상 경과에 미치는 영향을 밝히고, 이의 중요성을 강조하는 데에 있다.

연구방법: 2007년 1월부터 2017년 12월까지 복강내 감염으로 위장관 응급수술 후 인공호흡기 치료를 시행 받은 272명의 환자를 대상으로 하였다. 환자들을 영양부족 위험성에 따라 두 집단으로 분류하였다. 영양부족 고위험군은 체질량지수 18.5 kg/m^2 미만, 30 kg/m^2 이상이거나 modified NUTrition Risk In Critically ill 점수 5점 이상인 경우로 정의하였다. 수술 후 최대 5일간 환자들의 일일 칼로리 및 단백질 요구량 대비 공급량을 계산하였다. 영양부족 고위험군과 저위험군에서 각각 칼로리와 단백질 모두 불충하게 공급받았던 환자들과 둘 중 하나라도 충분히 공급받았던 환자들을 분류하여 소집단으로 나누었다. 칼로리와 단백질은 각각 요구량의 70%와 60% 이상으로 공급받은 경우 충분 하다고 정의하였다.

연구결과: 영양 부족 고위험군에서 칼로리와 단백질 모두 불충분하게 공급받은 환자들은 30일 사망률이 높게 나타났다 (29.2% vs 12.5%; $p = 0.014$). Kaplan-Meier survival curve 또한 같은 경과를 보여주었다 ($p = 0.033$). 흉막삼출 (31.9% vs 43.1%; $p = 0.168$), 폐렴 (13.9% vs 13.9%; $p = 1.000$), 감염 합병증 (56.9% vs 50.0%; $p = 0.404$)은 충분한 영양 공급군과 불충분한 영양 공급을 받은 군에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

연구결론: 응급 위장관 수술을 받은 영양부족 고위험군의 중환자에서 칼로리와 단백질의 불충분한 공급은 높은 30일 사망률과 연관이 있다.

핵심되는 말: 수술, 영양, 사망률

위장관 응급수술을 받은 중환자에서 칼로리 및 단백질 공급과 30일 사망률과의 관계

<지도교수 이재길>

연세대학교 대학원 의학과

정 윤 태

I. 서론

중환자실 환자에게 적절한 영양 공급은 질병에서의 회복을 위한 필수적인 요소이다¹⁻³. 하지만 모든 환자들이 영양 공급에 같은 반응을 보이지 않기 때문에^{1,4} 적절한 영양 공급을 위해서는 환자의 영양 상태와 영양 부족 위험도에 대해 정확한 진단이 필요하다. 전통적으로 Nutrition risk screening 2002 (NRS 2002)^{5,6}, subjective global assessment (SGA)^{7,8} 등의 진단 도구가 사용되었지만 주관적인 질문들로 항목들이 이루어져 있어서 의사소통이 어려운 중환자실 환자들의 평가에는 어려움이 있었다. 또한, 이런 평가 도구들은 중환자실에 있는 환자들을 모두 영양부족 고위험군으로 평가하기 때문에 중환자실 환자들의 영양 위험성 평가에는 적절치 않다.

2011년 중환자실 환자들을 대상으로 고안된 NUTritional Risk In Critically ill (NUTRIC) score⁹가 발표되면서 인공호흡기 치료를 받고 있는 중환자실 환자의 영양 평가에 적용되기 시작하였다. 중환자실 환자들은 스트레스와 관련된 사이토카인이나 호르몬 분비의 증가로 인해 전신적으로 염증반응이 항진되어 있는 경우가 많고 심한 이화과정 상태에 있는 경우가 많아 이런 요소들이 평가 항목에 반영되었다.

NUTRIC score는 질병 중증도가 높은 중환자실 환자 중에서 영양 공급으로 좋은 임상 결과를 얻을 수 있는 영양부족 고위험군 환자들을 선별하여 충분한 영양 공급을 해주는 것을 목적으로 고안이 되었으며, 여러 연구에서 NUTRIC score가 높은 환자들에게서 충분한 칼로리의 공급이 환자들의 임상 결과에 더 큰 이득을 가져다준다는 것이 확인되었다^{4,10,11}. 하지만 다른 한편으로는 “Permissive underfeeding” 이란 개념으로 칼로리 공급의 양과 환자의 임상결과에는 큰 차이 없다는 연구 결과도 있다¹². 다만 이런 연구들은 환자들의 위험도에 따라 분류하지 않고 진행한 연구여서 결과의 해석에 한계가 있다.

NUTRIC score 외에 body mass index (BMI)가 너무 낮거나 높은 경우에도 환자의 예후에 영향을 주며^{1,13}, 영양 공급에 다르게 반응한다는 연구들이 있다. 특히 Alberda 등¹의 연구에 따르면, BMI가 20미만으로 아주 낮거나, 35~40 사이인 경우, BMI가 비교적 정상 범위에 있는 환자들보다 하루 칼로리의 공급량이 증가함에 따라 Mortality가 더 많이 감소되는 양상을 잘 보여주었다. 따라서 NUTRIC score가 높거나 비정상적인 BMI를 가지는 환자들을 영양부족 고위험군으로 보고 충분한 영양 공급을 해주는 것이 중요하다는 가설 하에 응급 위장관 수술을 받은 외과계 중환자에서 이들 환자들에 대한 영양 공급이 임상 결과에 미치는 영향을 분석해 보았다. 위장관 수술은 위장관의 절제와 문합이 있어, 이런 수술을 받은 환자들은 일정 기간 경구 영양 섭취에 제한이 있는 경우가 많고, 복강내 감염 등으로 인한 급성기 질환들이 많기 때문에 다른 중환자실 환자들과는 특징이 달라 외과계 환자들만을 연구 대상으로 설정하고 분석을 진행할 필요성을 느끼게 되었다.

II. 재료 및 방법

1. 대상자 선정기준과 환자 분류

연구대상자는 2007년 1월부터 2017년 12월까지 복강내감염으로 응급 위장관 수술을 시행 받은 1118명의 환자 중, 1) 수술 후 24시간 이상 인공호흡기 치료를 시행 받지 않은 환자 2) 연구를 위한 임상 자료가 충분치 않은 환자 3) 18세 미만의 환자, 총 841명을 제외하였고, 수술 후 72시간 이내 사망한 환자 5명을 제외하여 272명의 환자를 선정하였다 (Fig 1).

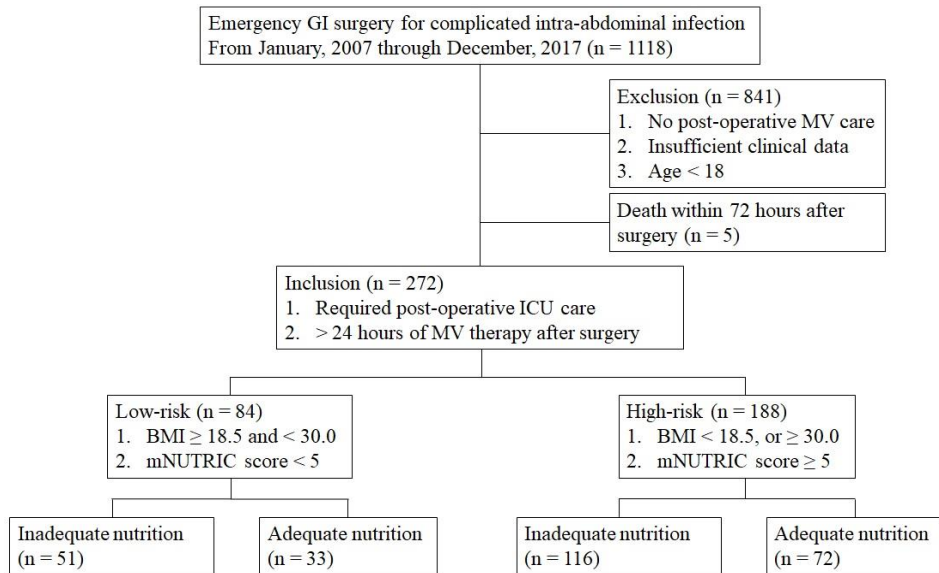


Fig 1. Flow diagram of patient selection. (BMI = body mass index, MV = mechanical ventilator, ICU = intensive care unit, mNUTRIC = modified NUTrition Risk In Critically ill)

2. 정의

영양부족의 위험성은 BMI 18.5 kg/m² 미만이거나 30.0 kg/m² 이상, 또는 modified NUTRIC(mNUTRIC) score 5점 이상인 경우로 정의하였다. 각 환자가 필요로 하는 일일 칼로리 요구량은 kilogram당 25

kcal로 계산하였고, 단백질 요구량은 kilogram당 1.5 g으로 계산하여 그 요구량 대비 공급량을 각각 Calorie adequacy와 Protein adequacy로 정의하였다. 칼로리의 충분한 공급은 환자의 하루 평균 칼로리 공급량이 요구량의 70% 이상인 경우 (Calorie adequacy \geq 70%)로 정의하였고, 단백질은 하루 평균 공급량이 요구량의 60% 이상인 경우 (Protein adequacy \geq 60%)로 정의하였다.

칼로리와 단백질 요구량의 70%와 60%를 모두 공급 받지 못한 환자군과 둘 중 하나를 충분히 공급 받은 군, 칼로리와 단백질 모두 70%와 60% 이상을 공급받은 군의 30일 사망률을 비교해본 결과 둘 다 충분한 공급이 이루어 지지 않은 군과 다른 두군 간의 차이는 보였으나 둘 중 하나를 충분히 공급받은 군과 둘 다 충분히 공급받은 군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다 (Fig 2). 따라서 둘 중 하나 이상 충분히 공급받았던 환자들을 같은 군으로 분류하였다.

결과적으로 ‘충분한 영양 공급’군은 칼로리 공급량이 요구량의 70% 이상 또는 단백질 공급량이 요구량의 60% 이상을 공급받았던 환자들로 정의하였으며, ‘불충분한 영양 공급’군은 칼로리와 단백질의 요구량 대비 공급량 (calorie and protein adequacy)이 각각 70%와 60%를 모두 충족하지 못한 환자들로 구성되었다.

칼로리와 단백질의 요구량 대비 공급량의 분류 기준을 70%와 60%로 선정한 이유는 칼로리와 단백질 각각의 요구량 대비 공급량에 대한 30일 사망률의 receiver operating characteristic curve를 그려 곡선의 좌표점을 참고하여 sensitivity와 specificity의 합이 가장 높은 값이 각각 70%와 60%였기 때문이다.

NUTRIC score는 인공호흡기 치료를 받고 있는 의사소통이 어려운 환자들을 대상으로 영양 위험성 평가를 용이하고 정확하게 하기 위해 고안되었으며, 다음과 같은 항목으로 환자의 영양 위험성을 평가한다.

1) 연령 2) Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) score 3) Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score 4) 기저질환의 개수 5) Intensive care unit (ICU) 입원하기 전 병원 입원일수 6) Interleukin-6 (IL-6) 로 구성되어 있다⁹. 대부분의 기관에서 영양 평가를 위해 IL-6를 필수적으로 시행하지 않고 IL-6를 제외한 mNUTRIC 점수도 영양 부족 위험도가 높은 환자를 진단하고 식별하는데 NUTRIC 점수와 큰 차이가 없다는 연구결과들이 있기 때문에 본 연구에서는 mNUTRIC 점수를 사용하였다¹⁴.

중환자실 비재원기간(ICU free day)은 환자가 중환자실 입원 후부터 30일 내에 중환자실 치료를 끝내고 중환자실을 벗어나 지낸 기간을 의미하며 환자가 30일 이내에 중환자실에서 사망한 경우에는 0일로 정의된다. 자발호흡기간(Mechanical ventilator free day)은 환자가 중환자실 입원 후부터 30일 이내에 인공호흡기의 도움을 받지 않고 자발 호흡을 한 기간을 의미한다.

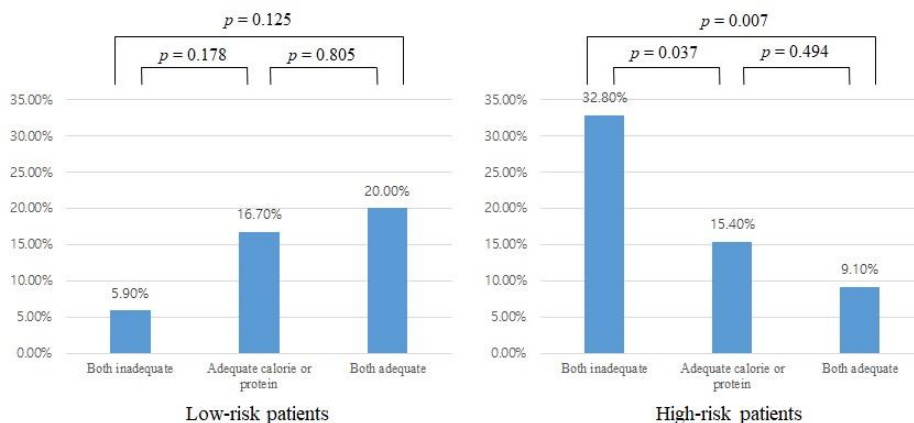


Fig 2. Graphs demonstrate no significant mortality differences between ‘adequate calorie or protein’ group and ‘both adequate’ group.

3. 데이터 수집

해당 연구군에 속하는 환자들의 electronic medical record (EMR)을 후향적으로 검토하여 환자의 연령, 성별, 체중, 키, 기저질환, APACHE II score, SOFA score, mNUTRIC score, American Society of Anesthesiologists (ASA) class 같은 환자 기본 상태에 대한 정보를 수집하였고, 환자의 수술 정보 및 영양과 관련하여 일일 영양 요구량, 수술 후 최대 5일간 환자의 영양 공급량 및 공급 경로에 대한 정보도 수집하였다. 환자의 병원 재원기간, 인공호흡기 치료 기간, ICU 재원기간, 사망 여부를 포함하여 재원기간 중 흉막삼출, 폐렴 발생여부, 흉막삼출액 배액을 위한 배액술 여부, reintubation 여부 등의 임상 결과 또한 EMR을 통해 수집하였다.

4. 통계분석

모든 통계 수치는 정규성 여부에 따라 평균 \pm 표준편차 또는 중위수 [1사분위수, 3사분위수]로 표현하였으며, 비율은 n(%)로 표현하였다. 정규성을 따르는 통계 수치에 대해서는 student t-test, 그렇지 않은 경우에는 Kruskal-Wallis test를 사용하였다. 비율의 비교에는 Chi-square, n 수가 5 미만인 항목이 있는 경우 Fisher's exact test를 시행하였다. 영양부족 고위험군 환자에서 두 소집단간의 기본 상태 차이에 대해서는 propensity score matching method를 사용하였으며, nearest method, caliper는 0.5 로 설정하여, 체중, 나이, SOFA 점수에 1:1 matching을 시행하였다. 두 소집단의 생존 분석에는 Kaplan-Meier survival curve와 log-rank test를 시행하여 curve간의 유의성에 대해 평가하였고, 일반화선형모형을 사용하여 각 소집단의 칼로리, 단백질 공급량을 30일 사망률에 대한 predicted probability와 이에 대한 95% 신뢰구간을 표현하였다.

본 연구의 통계는 R statistics 3.5.0 (R foundation)과 RStudio가 사용되었으며, propensity score matching method는 MatchIt package, Kaplan-Meier survival curve는 survival package의 survfit, surv 함수를 사용하였고, Log-rank test는 survdiff 함수를 사용하였다. 일반 화선형모형과 이의 시각화에는 glm, curve, predict 함수를 사용하였다.

III. 결과

1. 환자의 분류

총 272명의 연구 대상 환자들 중에서 BMI 가 18.5 미만이거나 30 이상, 또는 mNUTRIC score 5점 이상인 영양 부족 고위험군 환자는 188명이었고, 이중 충분한 영양 공급을 받은 환자는 72명, 그렇지 않았던 환자는 116명이었다. 영양 부족 저위험군 환자는 84명이었고, 이중 충분한 영양 공급을 받은 환자는 33명이었고, 그렇지 못했던 환자는 51명이었다. (Fig 1)

2. 영양 부족 저위험군

가. 환자들의 특성

충분한 영양을 공급받은 환자들과 그렇지 않은 환자들은 연령 (58.67 ± 13.79 vs 58.57 ± 15.81 ; $p = 0.977$)을 포함하여, 체중 ($60.0 [55.0, 66.0]$ vs $60.0 [56.0, 69.5]$ kg; $p = 0.306$), SOFA score ($4.0 [3.0, 5.0]$ vs $5.0 [3.0, 6.0]$; $p = 0.129$), APACHE II score (21.97 ± 6.61 vs 20.51 ± 7.20 ; $p = 0.352$), ASA class ($p = 0.281$) 등의 환자 초기 중증도에는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 고혈압 (18.2% vs 37.3% ; $p = 0.105$), 당뇨 (3.0% vs 11.8% ; $p = 0.312$), 만성신부전 (0.0% vs 5.9% ; $p = 0.414$), 악성종양 (51.5% vs 35.3% ; $p = 0.213$)등 환자의 기

저질환, 수술 환자의 진단 ($p = 0.532$) 및 수술 위치 ($p = 0.342$), 수술 방법 ($p = 0.586$)등에서도 차이를 보이지 않았으며, 수술 전후의 쇼크 (45.5% vs 47.1%; $p = 1.000$), 승압제의 사용 (45.5% vs 25.5%; $p = 0.097$), 신대체치료의 유무 (15.2% vs 11.8%; $p = 0.561$)등에서도 두 소집단간 차이를 보이지 않았다 (Table 1).

Table 1. Baseline characteristics of low-risk patients

Variables	Inadequate nutrition (n=51)	Adequate nutrition (n=33)	p value
Age, n	58.57 ± 15.81	58.67 ± 13.79	0.977
Sex, M/F, n(%)	36 (70.6) / 15 (29.4)	23 (69.7) / 10 (30.3)	1.000
Weight, M[Q1, Q3], kg	60.0 [56.0, 69.5]	60.0 [55.0, 66.0]	0.306*
Height, M[Q1, Q3], m	1.65 [1.58, 1.70]	1.65 [1.62, 1.70]	0.666*
BMI, M[Q1, Q3], kg/m ²	23.5 [21.3, 24.9]	21.8 [20.7, 22.9]	0.041*
SOFA, M[Q1, Q3], n	5.0 [3.0, 6.0]	4.0 [3.0, 5.0]	0.129*
APACHE II, n	20.51 ± 7.20	21.97 ± 6.61	0.352
ASA class, n(%)			0.281†
1	9 (17.7)	11 (33.3)	
2	8 (15.7)	7 (21.2)	
3	22 (43.1)	8 (24.2)	
4	11 (21.6)	7 (21.2)	
5	1 (2.0)	0 (0.0)	
HTN, n(%)	19 (37.3)	6 (18.2)	0.105
DM, n(%)	6 (11.8)	1 (3.0)	0.312†
CRF, n(%)	3 (5.9)	0 (0.0)	0.414†
Cancer, n(%)	18 (35.3)	17 (51.5)	0.213
Diagnosis, n(%)			0.532†
Perforation	42 (83.4)	27 (81.8)	
Strangulation	7 (13.7)	3 (9.1)	
Ischemia	2 (3.9)	3 (9.1)	
Location, n(%)			0.342
Stomach	5 (9.8)	7 (21.2)	
Small bowel	22 (43.1)	12 (36.4)	
Colorectal	24 (47.1)	14 (42.4)	
Laparoscopy/ open surgery, n(%)	8 (15.7) / 43 (84.3)	3 (9.1) / 30 (90.9)	0.586
Shock, n(%)	24 (47.1)	15 (45.5)	1.000
Vasopressors, n(%)	13 (25.5)	15 (45.5)	0.097
RRT, n(%)	6 (11.8)	5 (15.2)	0.561

M = median, BMI = body mass index, SOFA = sequential organ failure assessment, APACHE II = acute physiology and chronic health evaluation II, ASA = American Society of Anesthesiologists, HTN = hypertension, DM = diabetes mellitus, CRF = chronic renal failure, RRT = renal replacement therapy

* Results from Mann-Whitney U test

† The result from Fisher exact test

나. 영양에 관한 정보

칼로리 (1500 [1400, 1738] vs 1500 [1375, 1650] kcal/day; $p = 0.306$), 단백질 요구량 (90.0 [84.0, 104.3] vs 90.0 [82.5, 99.0] g/day; $p = 0.306$)은 두 소집단간 차이가 없었으며, 칼로리 (0.40 ± 0.15 vs 0.86 ± 0.18 ; $p < 0.001$)와 단백질 요구량 대비 공급량 ($0.11 [0.00, 0.23]$ vs $0.45 [0.38$ vs $0.54]$; $p < 0.001$)은 환자 분류의 정의에 따라 충분한 공급을 받지 못한 군에서 더 낮게 나타났다. 장관영양 (17.7% vs 27.3%; $p = 0.437$), 경구영양 비율 (35.3% vs 15.2%; $p = 0.076$)은 두 소집단간 차이가 없었고, 정맥영양 비율 (97.0% vs 43.1%; $p < 0.001$)은 충분한 영양 공급을 받은 소집단에서 더 높은 비율을 가지는 것으로 나타났다 (Table 2).

Table 2. Nutritional information of low-risk patients

Variables	Inadequate nutrition (n=51)	Adequate nutrition (n=33)	<i>p</i> value
Calorie requirement, M [Q1, Q3], kcal	1500 [1400, 1738]	1500 [1375, 1650]	0.306*
Protein requirement, M [Q1, Q3], kcal	90.0 [84.0, 104.3]	90.0 [82.5, 99.0]	0.306*
Calorie adequacy, M [Q1, Q3] n	0.40 ± 0.15	0.86 ± 0.18	<0.001
Protein adequacy, M [Q1, Q3], n	0.11 [0.00, 0.23]	0.45 [0.38, 0.54]	<0.001*
EN in 7 days, n(%)	9 (17.7)	9 (27.3)	0.437
Oral diet in 5 days, n(%)	18 (35.3)	5 (15.2)	0.076
Supplemental PN, n(%)	22 (43.1)	32 (97.0)	<0.001

M = median, EN = enteral nutrition, PN = parenteral nutrition

* Results from Mann-Whitney U test

다. 임상 결과

중환자실 비재원기간 (2.0 [1.0, 3.5] vs 2.0 [2.0, 5.0] days; $p = 0.093$), 총재원기간 (24.0 [14.5, 34.5] vs 21.0 [15.0, 31.0] days; $p = 0.887$)은 두 소집단 간 차이가 없었으나, 자발호흡기간 (28.0 [26.0, 29.0] vs 27.0 [19.0, 28.0] days; $p = 0.018$)은 오히려 불충분한 영양을 공급받았던 군에서 더 길었던 것으로 나타났다. 호흡기 합병증 (49% vs 45.5%; $p = 0.924$), 폐렴 (11.8% vs 15.2%; $p = 0.906$), 수술창상 합병증 (29.4% vs 39.4%; $p = 0.477$), 문합부 누출 (7.8% vs 12.1%; $p = 0.786$), 수술 후 감염 (47.1% vs 69.7%; $p = 0.069$)은 두 소집단간 의미 있는 차이는 없었다. 입원중 사망률 (21.2% vs 7.8%; $p = 0.149$)과 30일 사망률 (5.9% vs 18.2%; $p = 0.156$)은 충분한 영양공급을 받은 군에서 약간 높았지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 3). Kaplan-Meier survival curve에서도 비슷한 추이를 보였으며, log-rank test에서는 유의미한 차이는 보이지 않는다는 결과가 나왔다 ($p = 0.100$) (Fig 2).

Table 3. Clinical outcomes of low-risk patients

Variables	Inadequate nutrition (n=51)	Adequate nutrition (n=33)	<i>p</i> value
MV day, M [Q1, Q3], d	2.0 [1.0, 3.5]	2.0 [2.0, 5.0]	0.093*
MV free day M [Q1, Q3], d	28.0 [26.0, 29.0]	27.0 [19.0, 28.0]	0.018*
ICU free day M [Q1, Q3], d	25.0 [22.5, 27.0]	25.0 [16.0, 27.0]	0.150*
HLOS M [Q1, Q3], d	24.0 [14.5, 34.5]	21.0 [15.0, 31.0]	0.887*
Pulmonary complication, n(%)	25 (49.0)	15 (45.5)	0.924
Pneumonia, n(%)	6 (11.8)	5 (15.2)	0.906
Wound complication, n(%)	15 (29.4)	13 (39.4)	0.477
Leak, n(%)	4 (7.8)	4 (12.1)	0.786†
Infectious complication, n(%)	24 (47.1)	23 (69.7)	0.069
In hospital mortality, n(%)	4 (7.8)	7 (21.2)	0.149†
30-day mortality, n(%)	3 (5.9)	6 (18.2)	0.156

M = median, MV = mechanical ventilation, ICU = intensive care unit, HLOS = hospital length of stay

* Results from Mann-Whitney U test

† The result from Fisher exact test

3. 영양 부족 고위험군

가. 환자들의 특성

충분한 영양 공급을 받았던 군과 그렇지 않았던 군에서 몸무게 (49.5 [44.3, 57.2] vs 60.0 [50.9, 68.3] kg; $p < 0.001$), BMI (20.0 [17.7, 22.4] vs 22.3 [20.3, 26.6] kg/m²; $p < 0.001$), SOFA score (6.5 [4.0, 8.0] vs 8.0 [6.0, 10.0]; $p = 0.002$), ASA class ($p = 0.027$) 에서 차이를 보였으며 (Table 4a), 이 차이를 보정하기 위해 propensity score matching을 시행하였다. 충분한 영양 공급을 받은 군에는 변화가 없었고, 불충분한 영양 공급을 받았던 환자들이 충분한 영양 공급을 받

은 환자들과 1:1 matching 되었다. Matching 후 연령 (73.0 [60.5, 78.5] vs 67.5 [58.0, 76.0]; $p = 0.072$), 몸무게 (55.2 [47.0, 60.7] vs 49.5 [44.3, 57.2] kg; $p = 0.105$), BMI (21.0 [18.1, 23.1] vs 20.0 [17.7, 22.4] kg/m²; $p = 0.260$), SOFA score (7.0 [5.5, 9.0] vs 6.5 [4.0, 8.0]; $p = 0.120$), ASA class ($p = 0.133$)를 포함한 모든 항목에서 두 군간 유의미한 차이는 없었다 (Table 4b).

나. 영양에 관한 정보

Matching 전에는 몸무게 차이 (60.0 [50.9, 68.3] vs 49.5 [44.3, 57.2] kg; $p < 0.001$)로 인하여 두 소집단 간 칼로리 (1500 [1271, 1708] vs 1238 [1103, 1431] kcal/day; $p < 0.001$), 단백질 요구량 (90.0 [76.3, 102.5] vs 74.3 [66.2, 85.8] g/day; $p < 0.001$)의 차이가 있었지만 (Table 5a), matching 후에는 칼로리 (1380 [1175, 1518] vs 1238 [1103, 1431] kcal/day; $p = 0.105$), 단백질 요구량 (82.8 [70.5, 91.1] vs 74.3 [66.2, 85.8] g/day; $p = 0.105$)은 유의미한 차이는 없었고, 추가적인 정맥 영양 공급은 matching 전 (88.9% vs 44.8%; $p < 0.001$), 후 (88.9% vs 43.1%; $p < 0.001$)로 모두 충분한 영양 공급을 받은 환자들에서 더 높은 비율로 시행 된 것을 확인할 수 있었다. 장관영양 (26.4% vs 16.7%; $p = 0.224$), 경구영양의 비율 (8.3% vs 5.6%; $p = 0.743$)은 두 소집단간 차이를 보이지 않았다 (Table 5b).

Table 4a. Baseline characteristics of high-risk patients (Before matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=116)	Adequate nutrition (n=72)	p value
Age, n	72.0 [63.0, 78.0]	67.5 [58.0, 76.0]	0.072*
Sex, M/F, n(%)	69 (59.5) / 47 (40.5)	33 (45.8) / 39 (54.2)	0.094
Weight, M[Q1, Q3], kg	60.0 [50.9, 68.3]	49.5 [44.3, 57.2]	<0.001*
Height, M[Q1, Q3], m	1.64 [1.55, 1.70]	1.60 [1.53, 1.65]	0.015*
BMI, M[Q1, Q3], kg/m ²	22.3 [20.3, 26.6]	20.0 [17.7, 22.4]	<0.001*
SOFA, M[Q1, Q3], n	8.0 [6.0, 10.0]	6.5 [4.0, 8.0]	0.002*
APACHE II, n	29.41 ± 7.81	28.11 ± 6.54	0.242
ASA class, n(%)			0.027†
1	11 (9.5)	15 (20.8)	
2	9 (7.8)	13 (18.1)	
3	54 (46.6)	24 (33.3)	
4	38 (32.8)	18 (25.0)	
5	4 (3.5)	2 (2.8)	
HTN, n(%)	66 (56.9)	33 (45.8)	0.185
DM, n(%)	35 (30.2)	13 (18.1)	0.093
CRF, n(%)	12 (10.3)	8 (11.1)	1.000
Cancer, n(%)	63 (54.3)	36 (50.0)	0.671
Diagnosis, n(%)			0.670
Perforation	81 (69.8)	54 (75.0)	
Strangulation	21 (18.1)	12 (16.7)	
Ischemia	14 (12.1)	6 (8.3)	
Location, n(%)			0.294
Stomach	19 (16.4)	15 (20.8)	
Small bowel	40 (34.5)	30 (41.7)	
Colorectal	57 (49.1)	27 (37.5)	
Laparoscopy/ open surgery, n(%)	7 (6.0) / 109 (94.0)	5 (6.9) / 67 (93.1)	1.000
Shock, n(%)	99 (85.3)	54 (75.0)	0.114
Vasopressors, n(%)	80 (69.0)	39 (54.2)	0.059
RRT, n(%)	39 (33.6)	15 (20.8)	0.086

M = median, BMI = body mass index, SOFA = sequential organ failure assessment, APACHE II = acute physiology and chronic health evaluation II, ASA = American Society of Anesthesiologists, HTN = hypertension, DM = diabetes mellitus, CRF = chronic renal failure, RRT = renal replacement therapy

* Results from Mann-Whitney U test

† The result from Fisher exact test

Table 4b. Baseline characteristics of high-risk patients (After matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=72)	Adequate nutrition (n=72)	p value
Age, n	73.0 [60.5, 78.5]	67.5 [58.0, 76.0]	0.108*
Sex, M/F, n(%)	33 (45.8) / 39 (54.2)	33 (45.8) / 39 (54.2)	0.405
Weight, M[Q1, Q3], kg	55.2 [47.0, 60.7]	49.5 [44.3, 57.2]	0.105*
Height, M[Q1, Q3], m	1.60 [1.54, 1.68]	1.60 [1.53, 1.65]	0.244*
BMI, M[Q1, Q3], kg/m ²	21.0 [18.1, 23.1]	20.0 [17.7, 22.4]	0.260*
SOFA, M[Q1, Q3], n	7.0 [5.5, 9.0]	6.5 [4.0, 8.0]	0.120*
APACHE II, n	28.69 ± 7.30	28.11 ± 6.54	0.614
ASA class, n(%)			0.133†
1	9 (12.5)	15 (20.8)	
2	5 (6.9)	13 (18.1)	
3	30 (41.7)	24 (33.3)	
4	25 (34.7)	18 (25.0)	
5	3 (4.2)	2 (2.8)	
HTN, n(%)	36 (50.0)	33 (45.8)	0.739
DM, n(%)	16 (22.2)	13 (18.1)	0.678
CRF, n(%)	6 (8.3)	8 (11.1)	0.778
Cancer, n(%)	45 (62.5)	36 (50.0)	0.179
Diagnosis, n(%)			0.814
Perforation	51 (70.8)	54 (75.0)	
Strangulation	13 (18.1)	12 (16.7)	
Ischemia	8 (11.1)	6 (8.3)	
Location, n(%)			0.183
Stomach	11 (15.3)	15 (20.8)	
Small bowel	23 (31.9)	30 (41.7)	
Colorectal	38 (52.8)	27 (37.5)	
Laparoscopy/ open surgery, n(%)	4 (5.6) / 68 (94.4)	5 (6.9) / 67 (93.1)	1.000†
Shock, n(%)	58 (80.6)	54 (75.0)	0.548
Vasopressors, n(%)	48 (66.7)	39 (54.2)	0.173
RRT, n(%)	19 (26.4)	15 (20.8)	0.556

M = median, BMI = body mass index, SOFA = sequential organ failure assessment, APACHE II = acute physiology and chronic health evaluation II, ASA = American Society of Anesthesiologists, HTN = hypertension, DM = diabetes mellitus, CRF = chronic renal failure, RRT = renal replacement therapy

* Results from Mann-Whitney U test

† The result from Fisher exact test

Table 5a. Nutritional information of high-risk patients (Before matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=116)	Adequate nutrition (n=72)	p value
Calorie requirement, M [Q1, Q3], kcal	1500 [1271, 1708]	1238 [1103, 1431]	<0.001*
Protein requirement, M [Q1, Q3], kcal	90.0 [76.3, 102.5]	74.3 [66.2, 85.8]	<0.001*
Calorie adequacy, M [Q1, Q3], n	0.42 [0.31, 0.55]	0.86 [0.73, 1.01]	<0.001*
Protein adequacy, M [Q1, Q3], n	0.10 [0.00, 0.28]	0.61 [0.47, 0.75]	<0.001*
EN in 7 days, n(%)	27 (23.3)	12 (16.7)	0.367
Oral diet in 5 days, n(%)	16 (13.8)	4 (5.6)	0.124†
Supplemental PN, n(%)	52 (44.8)	64 (88.9)	<0.001

M = median, EN = enteral nutrition, PN = parenteral nutrition

* Results from Mann-Whitney U test

† The result from Fisher exact test

Table 5b. Nutritional information of high-risk patients (After matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=72)	Adequate nutrition (n=72)	p value
Calorie requirement, M [Q1, Q3], kcal	1380 [1175, 1518]	1238 [1103, 1431]	0.105*
Protein requirement, M [Q1, Q3], kcal	82.8 [70.5, 91.1]	74.3 [66.2, 85.8]	0.105*
Calorie adequacy, M [Q1, Q3], n	0.43 [0.34, 0.57]	0.86 [0.73, 1.01]	<0.001*
Protein adequacy, M [Q1, Q3], n	0.10 [0.00, 0.28]	0.61 [0.47, 0.75]	<0.001*
EN in 7 days, n(%)	19 (26.4)	12 (16.7)	0.224
Oral diet in 5 days, n(%)	6 (8.3)	4 (5.6)	0.743
Supplemental PN, n(%)	31 (43.1)	64 (88.9)	<0.001

M = median, EN = enteral nutrition, PN = parenteral nutrition

* Results from Mann-Whitney U test

다. 임상 결과

두 소집단에 포함된 환자들의 특성을 matching 한 뒤에도 충분한 영양 공급 여부에 따라서 임상 결과의 차이가 있었다. 인공호흡기 치료 기간 (2.0 [1.0, 6.0] vs 3.0 [1.0, 7.0] days; $p = 0.346$)은 차이가 없었지만, 자발호흡기간 (28.0 [23.0, 29.0] vs 25.0 [16.0, 28.0] days; $p = 0.032$)은 충분한 영양 공급을 받았던 군에서 더 길게 나타났다. 중환자실 비재원기간 (25.0 [10.3, 27.0] vs 19.0 [5.5, 25.5] days; $p = 0.039$)도 충분한 영양 공급을 받았던 군에서 길게 나타났다. 하지만, 총 재원일자 (21.5 [15.0, 48.8] vs 25.0 [15.0, 40.0] days; $p = 0.856$)에는 차이를 보이지 않았다. 호흡기 합병증 (56.9% vs 61.1%; $p = 0.735$), 폐렴 (15.3% vs 13.9%; $p = 1.000$), 수술 창상 합병증 (30.6% vs 29.2%; $p = 1.000$), 문합부 누출 (12.5% vs 13.9%; $p = 1.000$), 수술 후 감염 (55.6% vs 50.0%; $p = 0.617$)은 두 소집단간 의미 있는 차이는 없었다. 입원중 사망률 (25.0% vs 37.5%; $p = 0.150$)과 30일 사망률 (12.5% vs 29.2%; $p = 0.024$) 모두 충분한 영양을 공급받았던 군에서 낮게 나왔고, 특히 30일 사망률에서 충분한 영양공급을 받았던 군에서 유의미하게 낮은 결과를 나타냈다 (Table 6b). Kaplan-Meier survival curve에서도 같은 경향을 보여주었으며, log-rank test에서도 유의미한 결과를 보여주었다 ($p = 0.030$)(Fig. 3).

Table 6a. Clinical outcomes of high-risk patients (Before matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=116)	Adequate nutrition (n=72)	<i>p</i> value
MV day, M [Q1, Q3], d	3.0 [1.0, 9.0]	2.0 [1.0, 6.0]	0.132*
MV free day M [Q1, Q3], d	24.5 [11.0, 28.0]	28.0 [23.0, 29.0]	0.010*
ICU free day M [Q1, Q3], d	19.0 [1.0, 26.0]	25.0 [10.3, 27.0]	0.032*
HLOS M [Q1, Q3], d	22.0 [13.0, 36.0]	21.5 [15.0, 48.8]	0.169*
Pulmonary complication, n(%)	63 (54.3)	44 (61.1)	0.445
Pneumonia, n(%)	21 (18.1)	10 (13.9)	0.579
Wound complication, n(%)	38 (32.8)	21 (29.2)	0.723
Leak, n(%)	19 (16.4)	10 (13.9)	0.801
Infectious complication, n(%)	67 (57.8)	36 (50.0)	0.374
In hospital mortality, n(%)	47 (40.5)	18 (25.0)	0.044
30-day mortality, n(%)	38 (32.8)	9 (12.5)	0.003

M = median, MV = mechanical ventilation, ICU = intensive care unit, HLOS = hospital length of stay

* Results from Mann-Whitney U test

Table 6b. Clinical outcomes of high-risk patients (After matching)

Variables	Inadequate nutrition (n=72)	Adequate nutrition (n=72)	<i>p</i> value
MV day, M [Q1, Q3], d	3.0 [1.0, 7.0]	2.0 [1.0, 6.0]	0.346*
MV free day M [Q1, Q3], d	25.0 [16.0, 28.0]	28.0 [23.0, 29.0]	0.032*
ICU free day M [Q1, Q3], d	19.0 [5.5, 25.5]	25.0 [10.3, 27.0]	0.039*
HLOS M [Q1, Q3], d	25.0 [15.0, 40.0]	21.5 [15.0, 48.8]	0.856*
Pulmonary complication, n(%)	41 (56.9)	44 (61.1)	0.735
Pneumonia, n(%)	11 (15.3)	10 (13.9)	1.000
Wound complication, n(%)	22 (30.6)	21 (29.2)	1.000
Leak, n(%)	9 (12.5)	10 (13.9)	1.000
Infectious complication, n(%)	40 (55.6)	36 (50.0)	0.617
In hospital mortality, n(%)	27 (37.5)	18 (25.0)	0.150
30-day mortality, n(%)	21 (29.2)	9 (12.5)	0.024

M = median, MV = mechanical ventilation, ICU = intensive care unit, HLOS = hospital length of stay

* Results from Mann-Whitney U test

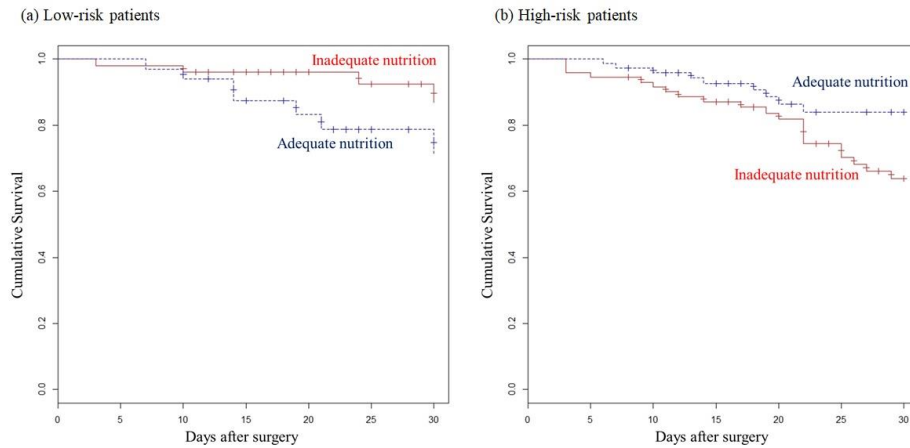


Fig 3. Kaplan-Meier survival curves for adequate and inadequate nutrition provision versus cumulative survival in patients with high- and low-risk of malnutrition. In low-risk patients, curves showed better survival for the inadequate nutrition group but statistically insignificant ($p = 0.100$). In high-risk patients, Kaplan-Meier survival curves showed better survival for the adequate nutrition group with statistical significance ($p = 0.030$).

4. 칼로리, 단백질 공급과 사망률과의 관계

일반화선형모형을 사용하여 각 소집단의 칼로리, 단백질 공급량을 30일 사망률에 대한 predicted probability와 이에 대한 95% 신뢰구간을 시각화한 자료를 보면 (Fig 4), 영양 부족 저위험군에서는 칼로리와 단백질의 요구량 대비 공급이 많아질수록 predicted probability of mortality가 증가되었고, 영양 부족 고위험군에서는 이와 반대로 칼로리와 단백질의 요구량 대비 공급이 많아질수록 predicted probability of mortality가 감소되었다.

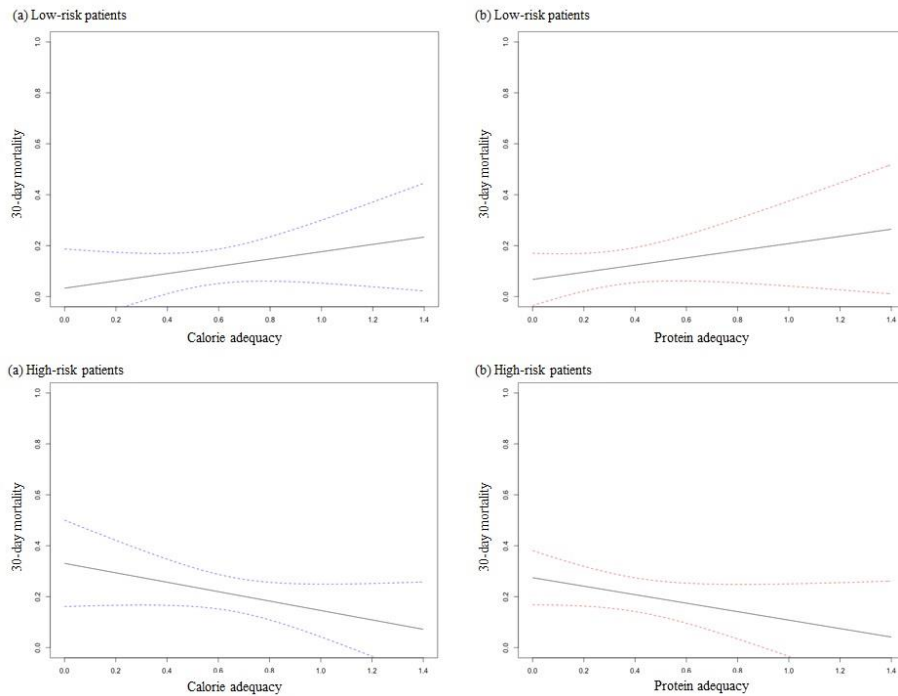


Fig 4. Calorie and protein adequacy versus predicted probability of mortality in patients with high- and low-risk of malnutrition. In low-risk patients, 30-day mortality rates increased with increments in calorie and protein adequacy. On the other hand, in high-risk patients, 30-day mortality rates decreased with increments in calorie and protein adequacy.

IV. 고찰

본 연구에서는 mNUTRIC score 가 5점 이상이거나, BMI가 18.5 kg/m² 미만 또는 30 kg/m² 이상인 경우 영양 부족 고위험군으로 정의하여 영양 공급에 좋은 반응을 보일 것이라는 가설 하에 연구를 진행하였다. 가설과 같이 영양 부족 고위험군 환자들은 일일 평균 칼로리 요구량의 70% 이상 또는 단백질 요구량의 60% 이상을 수술 후 5일간 공급받은 경우 그렇지 못한 환자 군 보다 30일 사망률이 더 낮은 것으로 확인되었다.

최근 “Permissive underfeeding”에 대한 연구가 진행되었고, 칼로리 요구량의 40~60%를 목표로 치료한 군과 70~100%를 목표로 치료한 군의 임상 결과의 차이가 없다는 결과를 보여주었다¹². 하지만 이 연구는 환자들을 영양 부족 위험도로 구분하지 않고, 다양한 중증도의 환자를 대상으로 하여, 그 결과를 그대로 고위험군 환자에게 적용하기 곤란한 점이 있다. 본 연구의 결과에서도 저위험군 환자들은 지나친 영양 공급으로 좋지 않은 임상 결과가 나타나기도 했다. 하지만 고위험군 환자에서는 그 반대되는 결과가 나타났기 때문에 영양 공급으로 임상적 이득을 얻을 확률이 높은 환자들을 잘 구분하는 것이 중요할 것이다.

최근 여러 연구에서는 영양과 관련된 인자 중에서 NUTRIC score와 BMI가 중환자들의 예후를 예측하는 좋은 인자로 평가받고 있다^{4,13-16}. NUTRIC score는 예후 예측뿐만 아니라 영양 공급으로 임상적 이득을 볼 수 있는 환자들을 잘 구분하는 것으로 여러 연구 결과들이 축적되고 있다^{4,9,11,15,17}. 본 연구에서는 mNUTRIC score와 BMI를 이용하여 고위험군 환자를 구분하고자 하였고, 그 결과 충분한 영양 공급이 필요한 영양 부족 고위험군 환자들을 잘 구분하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 30일 사망률에 대한 민감도와 특이도의 합이 가장 높았던 칼로리와 단백질의 요구량 대비 공급량은 각각 70%와 60%로 나타났고, 이를 소집단의 구분 기준으로 설정하였다. Indirect calorimetry로 중환자실 환자들의 요구량을 평가하여 연구하는 것이 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 보이지만, 아직까지 많은 의료기관에서 Indirect calorimetry에 대한 접근이 용이하지 않으므로, 본 연구 결과도 이런 관점에서 의미가 있을 것으로 보인다.

최근 단백질의 공급에 대해서도 여러 의견들이 있다. 어떤 연구에서

는 단백질 공급량을 2.0 g/kg까지도 고려해야 한다는 결과도 보여주고 있으며, 단백질의 공급량은 점점 많이 주는 것이 유리하다는 쪽으로 연구결과들의 축적되고 있다. American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN)과 European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN) guideline도 단백질 공급량을 각각 1.2~2.0 g/kg/day, 1.5 g/kg/day로 권장하고 있다^{18,19}.

위장관 수술을 받은 외과환자들은 며칠간 경구 영양이 제한되는 경우가 많으며, 이로 인해 정맥 영양의 도움 없이는 충분한 칼로리의 공급이 어려운 경우가 많다. ESPEN guideline에서는 7일 이상 경구 영양만으로 요구량의 50% 이상 충족할 수 없는 경우에 정맥 영양을 추천하였다¹⁹. 하지만 영양 부족 고위험군 환자에서 수술 후 충분한 경구 영양이 불가능할 경우 초기부터 추가적인 칼로리를 정맥으로 줄 것인가에 대해서는 정립된 원칙이 없다. 본 연구에서는 고위험군 환자의 경우 충분한 영양 공급을 받은 환자들은 정맥 영양을 투여 받은 경우가 88.9%였으며, 이는 불충분한 영양 공급을 받은 환자들의 44.8%에 비해 월등히 높은 비율이다. 외과 환자에서 초기 경구 영양이 제한되는 경우에 조기에 정맥 영양을 통해 추가적으로 칼로리 및 단백질을 공급할 지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 연구의 분석 결과 칼로리와 단백질의 공급량은 환자의 사망률과 연관이 있었다. 하지만, 환자의 호흡기계 합병증, 폐렴, 수술 창상 감염, 문합부 누출과는 통계적 연관성이 없는 것으로 나왔다. 이런 합병증들은 영양의 공급량 보다는 수액의 공급량, 중환자실의 환경, 수술 방법 및 수술 중 복강내 또는 창상 오염여부 등이 더 중요한 인자로 작용할 것으로 보인다.

이번 연구는 외과계 중환자실에서 고위험군 환자에게 충분한 칼로리와 단백질이 환자 임상 결과에 어떠한 영향을 주는지에 대해 알아보

기 위한 연구이다. 고위험군에서는 충분한 칼로리와 단백질의 공급은 환자들의 양호한 결과와 관련이 있었지만, 저위험군 환자에서는 그 반대로 충분한 칼로리와 단백질 공급의 부정적인 결과와 연관이 있었다. 따라서 모든 중환자실 환자에게 같은 영양 접근 방법으로 영양분을 공급하는 것은 적절치 않아 보인다. 분석 결과에 따르면 영양 부족 고위험군 환자들의 경우 최소 칼로리 70% 이상 또는 단백질 60% 이상이 공급될 수 있도록 하고, 저위험군 환자들의 경우 과잉 공급이 되지 않도록 노력하는 것이 환자들의 좋은 임상 결과를 위해 도움이 될 수 있겠다.

본 연구의 한계점은 작은 연구대상군과 후향적 연구라는 점이다. 따라서 충분한 영양 공급과 환자의 좋은 임상 결과의 선후관계가 명확치 않다는 점이다. 하지만 propensity score matching method로 환자들 간의 중증도나 초기 상태를 비슷하게 맞추려고 노력하여 이런 선후 관계의 불명확성을 최대한 줄이고자 하였다.

이 연구는 경구 투여가 제한되는 위장관 수술을 받은 외과계 중환자만을 대상으로 하였고, 이로써 다른 연구들과는 차별점이 있다. 본 연구에서 충분한 영양 공급을 받은 환자들은 정맥 영양을 공급받은 비율이 높았는데, 추가 정맥 영양과 환자들의 임상결과와의 관계는 추후 연구를 통해 명확히 밝혀져야 할 부분이라고 생각된다.

V. 결론

응급 위장관 수술을 받은 외과계 중환자들 중에서 mNUTRIC score가 높고 BMI가 비정상인 영양 부족 고위험군인 경우 충분한 칼로리, 단백질 공급이 좋은 임상 결과와 연관이 있다.

참 고 문 헌

1. Alberda C, Gramlich L, Jones N, et al. The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive care medicine*. Oct 2009;35(10):1728-1737.
2. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, et al. Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation. *The British journal of nutrition*. Apr 2009;101(7):1079-1087.
3. Heyland DK, Cahill N, Day AG. Optimal amount of calories for critically ill patients: depends on how you slice the cake! *Critical care medicine*. Dec 2011;39(12):2619-2626.
4. Mukhopadhyay A, Henry J, Ong V, et al. Association of modified NUTRIC score with 28-day mortality in critically ill patients. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. Aug 2017;36(4):1143-1148.
5. Gur AS, Atahan K, Aladag I, et al. The efficacy of Nutrition Risk Screening-2002 (NRS-2002) to decide on the nutritional support in general surgery patients. *Bratislavske lekarske listy*. 2009;110(5):290-292.
6. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. Jun 2003;22(3):321-336.
7. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*. Jan-Feb 1987;11(1):8-13.
8. Gattermann Pereira T, da Silva Fink J, Tosatti JAG, Silva FM. Subjective Global Assessment Can Be Performed in Critically Ill Surgical Patients as a Predictor of Poor Clinical Outcomes. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. Feb 2019;34(1):131-136.
9. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients

who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Critical care (London, England)*. 2011;15(6):R268.

10. Canales C, Elsayes A, Yeh DD, et al. Nutrition Risk in Critically Ill Versus the Nutritional Risk Screening 2002: Are They Comparable for Assessing Risk of Malnutrition in Critically Ill Patients? *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*. Jan 2019;43(1):81-87.
11. Jung YT, Park JY, Jeon J, Kim MJ, Lee SH, Lee JG. Association of Inadequate Caloric Supplementation with 30-Day Mortality in Critically Ill Postoperative Patients with High Modified NUTRIC Score. *Nutrients*. Oct 29 2018;10(11).
12. Arabi YM, Aldawood AS, Haddad SH, et al. Permissive Underfeeding or Standard Enteral Feeding in Critically Ill Adults. *The New England journal of medicine*. Jun 18 2015;372(25):2398-2408.
13. Compher C, Chittams J, Sammarco T, Higashibepu N, Higashiguchi T, Heyland DK. Greater Nutrient Intake Is Associated With Lower Mortality in Western and Eastern Critically Ill Patients With Low BMI: A Multicenter, Multinational Observational Study. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*. Jan 2019;43(1):63-69.
14. Jeong DH, Hong SB, Lim CM, et al. Comparison of Accuracy of NUTRIC and Modified NUTRIC Scores in Predicting 28-Day Mortality in Patients with Sepsis: A Single Center Retrospective Study. *Nutrients*. Jul 17 2018;10(7).
15. Mendes R, Policarpo S, Fortuna P, Alves M, Virella D, Heyland DK. Nutritional risk assessment and cultural validation of the modified NUTRIC score in critically ill patients-A multicenter prospective cohort study. *Journal of critical care*. Feb 2017;37:45-49.
16. Ata Ur-Rehman HM, Ishtiaq W, Yousaf M, Bano S, Mujahid AM, Akhtar A. Modified Nutrition Risk in Critically Ill (mNUTRIC) Score to Assess Nutritional Risk in Mechanically Ventilated Patients: A Prospective Observational Study from the Pakistani Population. *Cureus*. Dec 27 2018;10(12):e3786.
17. Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, Martin C, Day AG, Heyland DK. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional

therapy: Further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. Feb 2016;35(1):158-162.

18. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*. Feb 2016;40(2):159-211.
19. Weimann A, Braga M, Carli F, et al. ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. Jun 2017;36(3):623-650.

ABSTRACT

Association of calorie and protein supplementation and 30-day mortality in critically ill post-operative patients

Yun Tae Jung

Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University
(Directed by Professor Jae Gil, Lee)

Background: Providing adequate amount of nutrition and deciding on which route to choose for patients with limited oral diet after emergency gastro-intestinal (GI) surgery are extremely challenging. The aim of this study is to evaluate association of calorie and protein provision and clinical outcomes of patients after emergency GI surgery for complicated intra-abdominal infection (cIAI).

Methods: 272 patients who underwent emergency GI surgery for cIAI between January 2007 and December 2017 and required post-operative mechanical ventilation therapy were selected for analysis. Patients are divided into two groups according to their risk of malnutrition. High-risk group was consisted with patients who had BMI <18.5 kg/m² or modified NUTRIC score ≥5. Daily calorie and protein requirement and adequacy were calculated for each patient for maximum of 5 days. In each group, clinical outcomes of patients who received inadequate calorie and protein were compared with those who received adequate calorie, protein, or both.

Results: In high-risk of malnutrition group, patients who received inadequate calorie and protein had higher rate of 30-day mortality (29.2% vs 12.5%; p = 0.014) than those who had adequate calorie (≥70% adequacy), protein (≥ 60% adequacy), or both. Kaplan-Meier survival curve also showed the same result (p = 0.033). Pulmonary effusion (31.9% vs 43.1%; p = 0.168), pneumonia (13.9% vs 13.9%; p = 1.000), infectious complications (56.9% vs 50.0%; p = 0.404) showed no significant differences between subgroups.

Conclusion: Inadequate calorie and protein supplementation is associated with higher 30-day mortality in critically ill patients with high-risk of malnutrition who underwent emergency GI surgery.

Key Words: surgery, nutrition, mortality, calorie, protein