1기 위암 환자에서 잔위 용적이 수술 후 영양 상태와 신체 구성에 미치는 영향

이교은^{1,2,*} · 김경원^{2,*} · 이정복³ · 신용빈² · 장진규² · 육정환¹ · 김병식¹ · 이인섭¹

울산대학교 의과대학 서울아산병원 ¹위장관외과, ²영상의학과, ³아산임상시험영상의학지원실, 의학통계학과

Effect of the Remnant Stomach Volume on the Nutritional and Body Composition in Stage 1 Gastric Cancer Patients

Koen Lee, M.D.^{1,2,*}, Kyung Won Kim, M.D., Ph.D.^{2,*}, Jung-Bok Lee, M.D.³, Yongbin Shin, Ph.D.², Jin Kyoo Jang, B.A.², Jeong-Hwan Yook, M.D., Ph.D.¹, Byung-Sik Kim, M.D., Ph.D.¹, In-Seob Lee, M.D., Ph.D.¹

¹Department of Surgery, ²Department of Radiology and Asan Image Metrics, ³Division of Biostatistics, Center for Medical Research and Information, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: During the first year after surgery, gastric cancer patients experience weight loss and a decline in physical activity. In addition, deprivation of the nutritional status and anemia is observed. The decrease in stomach volume is believed to be one of the causes for these changes. The purpose of this study was to investigate the effects of the remnant stomach volume on nutrition, anemia, and body composition-related parameters in gastric cancer patients after surgery.

Materials and Methods: A total of 110 patients with stage 1 gastric cancer, who underwent a laparoscopic gastrectomy in 2015 were evaluated in this prospective observational study. Among them, 78 patients received a distal gastrectomy (Billroth 1: 52, Billroth 2: 12, Roux en Y: 14) and 32 underwent a total gastrectomy. The weight, height, and blood test results of the patients were collected during the observation period. The remnant stomach volume, total abdominal muscle area, and subcutaneous/visceral fat area were measured using CT images.

Results: Patients with a larger remnant stomach volume showed a smaller decrease in the nutritional parameters and better recovery of the hemoglobin level during the first year after surgery. Among the body composition parameters, visceral fat was affected to the greatest extent and subcutaneous/visceral fat were better preserved in the group with a larger remnant stomach volume. In the group with a total gastrectomy, the parameters were worsened significantly compared to the distal gastrectomy group.

Conclusion: The remnant stomach volume has a protective effect on the body mass index, body weight change, hemoglobin, total protein, cholesterol, and visceral/subcutaneous fat area during the first year after surgery. (*Surg Metab Nutr* 2018;9:41-50)

Key Words: Remnant stomach, Gastrectomy, Sarcopenia, Body composition, Nutrition

서론

악성종양은 국내 사망의 가장 큰 원인이며 그 중 위암은 가

장 발생률이 높은 암종이다.[1] 반면에 위암으로 인한 사망률은 5위에 그치고 있는데, 이는 국가 주도의 암 검진 프로그램 도입과 더불어 예후가 좋은 1기 위암의 비율이 높기 때문으로 추정

Received September 5, 2018. Accepted October 19, 2018.

Correspondence to: In-Seob Lee, Department of Surgery, Asan Medical Center, Ulsan University College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea

Tel: +82-2-3010-1728, Fax: +82-2-474-9027, E-mail: inseoblee77@gmail.com

*These authors equally contribute to this work as co-first authors.

This research was supported by a grant of the Korean Society of Surgical Metabolism and Nutrition.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyrights © The Korean Society of Surgical Metabolism and Nutrition

되며 1기 위암 환자는 전체 위암 환자의 60% 이상을 차지하고 있다. 장기생존환자의 증가로 인해 예후 뿐만 아니라 환자들의 수술 후 삶의 질 및 영양에 대한 관심도 함께 증가하게 되었다.

위절제술을 시행 받은 환자들은 수술 후 비슷한 과정을 경험하게 되는데 음식 섭취량의 감소, 체중 감소 및 신체 활동 저하 등이 포함된다. 이는 암 자체에서 기인할 수 있지만 주로 위의 용적 감소, 흡수 저하 및 소장통과시간감소로 인해 발생하며, 수술 후 항암치료를 받는 환자에서 더욱 두드러진다. 현재까지 위절제술 후 영양상태의 변화를 확인하기 위해 많은 연구들이 진행되어 왔고, 헤모글로빈, 총단백질량, 알부민 및 콜레스테롤 등의 영양학적 지표들이 감소함이 보고되었다.[2-4]

위암 수술 후 환자들에게 발생하는 체중 감소, 신체 활동 및 근육 강도 저하는 근감소증(Sarcopenia)과 유사한데, 근감소증은 노인성 증후군의 일종으로 골격근 질량과 근력의 점진적이고 일반화된 저하를 특징으로 한다. 최근 많은 연구들에서 근감소증과 여러 고형암의 예후 간의 관련성을 밝혔으며, 일부 연구는 위암 환자에서도 근감소증의 존재가 수술 후 합병증을 증가시키고 불량한 예후와 연관되어 있음을 보고하였다.[5-8] 하지만 아직까지 위암 수술 후 잔위용적을 측정하여 영양상태에 대해 조사한 연구는 없었다.

본 연구는 위절제술 후 잔위용적이 수술 후 1년간 환자의 영양상태 및 근감소증을 포함한 신체 구성의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 수술 레지스트리에 기반한 전향적 관찰 연구로서 서울아산병원 윤리위원회의 승인 후 진행되었다. 또한 ‘역학 관찰 연구의 보고 강화’(The Strengthening of the Reporting of Observational Studies in Epidemiology:STROBE)의 지침에 따라 계획 및 수행되었다.[9]

1. 환자

본 연구는 서울아산병원에서 진행된 전향적 코호트 연구로, 2015년 이후 책임연구자에 의해 수집된 레지스트리를 기반으로 시행되었다. 수술 레지스트리에는, 환자의 인구역학적 특성, 수술 전 평가 결과, 수술 방법 및 결과, 병리학적 진단 등에 대한 정보가 포함되어 있다. 또한, 영상의학과 전문의가 3차원 CT gastrography를 분석하여 얻은 잔위용적에 대한 정보와 CT 스캔을 통해 분석한 신체 구성 측정치 정보 등을 레지스트리에 추가하였다.

이 연구에 적합한 환자는 1기 위암으로 복강경 위절제술을 시행 받고 추적 기간 동안 암의 재발없이, 수술 후 보조화학요법을 받지 않은 사람들이다. 따라서 요건을 충족시키기 위해 다음과 같은 기준에 따라 환자를 선택하였다.

대상 기준은 다음과 같다: (a) 서울아산병원에서 2015년 1월부터 12월 사이에 위 선암에 대한 복강경 위절제술을 시행 받은 환자로 (b) 18세부터 85 세 사이이며 (c) 1년 이상, (d) 프로토콜에 따라 추적 관찰을 완료한 환자.

제외 기준은 다음과 같다: (a) 수술 후 보조화학요법을 받은 환자, (b) 수술 전 선행보조화학요법을 받은 환자, (c) 잔위암으로 수술을 받은 환자, (d) 재발암으로 수술 받은 환자, (e) 타 장기에 동시성 악성 종양이 있는 환자 및 (f) 추적 관찰이 이루어지지 않은 환자.

2015년 1년간 총 233명의 환자가 복강경 위암 수술을 시행 받았다. 그 중 123명의 환자가 제외되었는데 이는 수술 후 항암치료(n=15), 1B 병기 암으로 인하여 다른 연구 참여중인 환자(n=9), 동시성 악성 종양(n=2), 적절한 CT 스캔의 부족(n=86) 및 추적 관찰 실패(n=11) 때문이었다. 기준에 따라서 최종적으로 총 110명의 환자가 연구를 위해 선택되었다.

2. Medical data collection

수술 전 첫 외래 방문 시 연령, 성별, 체중, 신장, 체질량지수(BMI)를 포함한 환자의 인구학적 특징을 기록하였다. 또한 헤모글로빈(Hb), 혈청 단백질/알부민, 콜레스테롤과 같은 혈액 검사 결과와 화학 요법 병력 또는 동반 악성 종양 여부 등의 수술 전 평가를 위한 자료 수집이 이루어 졌다. 추적 관찰 기간 동안 수술 후 헤모글로빈, 단백질/알부민, 콜레스테롤 수치를 포함한 영양 요인을 모든 외래 방문시 측정하였고 철분, 페리틴, 비타민 B12 (vitB12)를 포함한 빈혈과 관련된 요인을 수술 전, 수술 후 6개월 및 1년째에 검사하였다

영상과 관련된 자료로는 수술 전 임상 병기를 결정하기 위한 CT 촬영, 수술 후 3개월째에 잔위용적을 측정하기 위한 CT gastrography와 재발 여부를 확인하기 위해 수술 후 1년째에 시행한 일반 복부골반 CT 영상을 이용하였다(Fig. 1).

영양위험지수(Nutritional risk index :NRI)는 $NRI = (1.519 \times \text{혈청 알부민 g/L}) + 0.417 \times (\text{현재 체중/평소 체중}) \times 100$ 의 수식을 사용하여 계산되었으며, 계산에 사용된 평소 체중은 수술 전 첫 외래 방문시의 체중을 사용하였다.[10]

수술과 관련된 정보로는 수술방법(원위절제술 vs. 위전절제술), 원위절제술 환자군에서 사용된 문합 방법(Billroth 1, Billroth 2 혹은 Roux-en-Y 위공장문합술)과 병리학적 암 병

Fig. 1. Diagram showing eligibility criteria and follow-up protocol. (A) 환자 선정 기준 (B) 수술 전 및 수술 후 1년간 환자 추적 관찰을 위한 검사모식도.

기 진단에 대한 정보들이 수집되었다.

3. CT 이미지 분석

본 연구에서 사용된 3D CT gastrography 기법은 위절제술 후 잔위용적 측정의 타당성을 보고한 이전 연구의 방법에 기반 하였다.[11] 이 기법을 사용하여 원위절제술을 받은 모든 환자는 수술 후 3개월에 남은 위의 용적 측정 및 재발 여부 평가를 위해 3D CT gastrography를 촬영하였다

1) 잔위용적 평가

영상 자료는 두 명의 영상의학과 의사에 의해 분석 및 확인 되었다. CT를 이용한 위의 용적 측정은 5 mm 두께를 가진 전통적인 2D axial CT 를 사용하였으며, 각 슬라이스에서 위의 전체 둘레를 PACS (Picture archiving and communication system)를 사용하여 수동으로 윤곽을 표시하여 측정하였다. 이 자료를 바탕으로 잔위용적은 합계 면적(cm^2)×슬라이스 두께 (0.5 cm)의 수식을 이용하여 계산되었다.

2) 신체구성 계측의 평가

신체 구성 계측치 측정을 위한 이미지 분석 시에 Image J (NIH, Bethesda, MD, USA)를 기반으로 개발된 Asan-J 소프트웨어를 사용하여 복부 CT에서 신체 구성을 평가하였다. 본 연구에서는 3번 요추의 하측 끝판 레벨에서 2개의 연속적인 축상 CT 영상을 선택하여 각 환자에 대해 평균화 후에 Asan-J 소프트웨어를 사용하여 전장의 모든 근육을 포함하는 총 복부 근육 면적(Total abdominal muscle area, TAMA) (cm^2)을 합산하였다. 이는 CT에서 미리 설정된 근육에 대한 Hounsfield unit (HU) 임계 값을 이용하여 시행되었고, 내장 지방 면적 (visceral fat area, VFA) (cm^2)과 피하 지방 면적

(subcutaneous fat area, SFA) (cm^2)도 CT 스캔에서 지방 조직 임계 값을 사용하여 윤곽을 잡아 측정하였다.

3) 통계학적 분석

인구통계학적 데이터는 평균±표준편차(SD)로 표현되었고, 통계 변수에 대한 정량적 데이터는 최소 제곱(LS) 평균±표준편차(SD)로 표현되었다. 잔위용적이 영양 요인과 신체 구성에 미치는 영향은 Generalized linear mixed models (GLMMs)을 사용하여 분석하였다.

분석을 용이하게 수행하기 위하여 잔위용적에 따라 환자군을 4개의 그룹으로 나누었으며 RSV_{small} 군($\text{RSV} \leq 200 \text{ cm}^3$), RSV_{medium} 군($200 < \text{RSV} \leq 500 \text{ cm}^3$), RSV_{large} 군($\text{RSV} > 500 \text{ cm}^3$), 그리고 전절제군($\text{RSV} = 0 \text{ cm}^3$)으로 분류하였다.

0.05 이하의 P 값은 일반적으로 통계적으로 유의한 차이를 나타내는 것으로 간주되었으며 표에서 제시하는 3개의 P 값 중 첫번째 행의 P₁은 시간효과(time effect)를, P₂는 그룹효과(group effect)를, 그리고 P₃는 시간-그룹 상호 작용(time-group interaction)을 나타낸다. 모든 통계 분석은 SPSS 버전 21.0 소프트웨어(IBM SPSS Inc. Chicago, IL, USA) 및 SAS 소프트웨어를 사용하였다.

결 과

1. 환자군

총 110명의 연속 환자를 분석하였다. 수술 당시의 평균 나이는 56.8세였고, 그 중 65명(59%)은 남성, 55명(41%)은 여성이었으며 평균 신장과 체중은 각각 162.8 cm와 63.7 kg이었다.

수술법의 경우, 원위절제술은 78명의 환자에서 시행되었으

며 그 중 52명이 Billroth 1, 12명이 Billroth 2, 그리고 14명이 Roux-en-Y 위공장문합법을 시행 받았다. 반면에 위전절제술을 시행 받은 32명의 모든 환자에서는 Roux-en-Y 방법을 이용하여 재건술을 시행하였다. 환자군별 인구학적 특성 및 수술 관련 변수는 Table 1에 요약되어 있다.

2. 영양학적 인자에 대한 잔위용적의 영향

1) 단백질/지질 관련 인자

단백질 및 지질과 관련된 인자들인 영양위험지수, 혈청 알부민, 총단백질, 콜레스테롤의 경우, 원위절제술을 시행 받은 환자군(RSV_{small} 군, RSV_{middle} 군, RSV_{large} 군)의 경우는 유사한 증감의 변화를 보이는 반면에 전절제군은 다른 형태를 보였다.

영양위험지수의 경우 모든 원위절제군에서 수술 후 첫 3개월 동안 감소한 후 증가하여 그 값이 거의 일정하게 유지 되었으나 전절제군의 경우에는 6개월까지 감소가 지속되었다. 감소 폭은 전절제군에서 가장 크고, RSV_{large} 군에서 가장 적었으며 이 차이는 통계학적으로 모든 값에서 유의하였다($P_1 \leq .0001$, $P_2 = 0.0327$, $P_3 = .0277$).

혈청 알부민은 모든 환자군에서 수술 후 3개월에 가장 큰 감소 후 증가를 통하여 수술 후 1년 시점에서는 수술 전 값을 거의 회복하는 모습을 보였다. 전절제군에서 수술 후 1년의 알부민 값이 가장 많이 감소하였고, RSV_{large} 군에서 가장 잘 회복되는 모습을 보였다. 이러한 시간에 따른 값의 변화는 유의성을 보였다($P_1 \leq 0.0001$, $P_2 = 0.0882$).

총 단백질은 원위절제군의 경우 수술 후 6개월까지 지속적으로 증가하여 최대치를 형성한 모습을 보였으나 전절제군은

3개월 이후 감소하여 수술 후 1년째에 수술 전 값과 차이를 보이지 않았다($P_1 \leq 0.0001$). 이러한 변화는 RSV_{large} 군에서 가장 두드러지게 관찰되었으나 환자군 간 차이는 통계적 유의성이 없었다.

콜레스테롤은 모든 환자군에서 수술 후 3개월간 감소 후 서서히 증가하는 모습을 보였다($P_1 \leq .0001$). 특히 이러한 콜레스테롤 값의 회복은 RSV_{large} 군에서 두드러져 수술 후 1년째에 수술 전 값과 거의 유사한 값을 보였고, 전절제군에서 가장 미미하게 회복되었으나 환자군 간 차이는 유의하지 않았다(Fig. 2, Table 2).

2) 빈혈 관련 인자

빈혈과 관련된 인자들인 헤모글로빈, 철분, 페리틴, 비타민 B12도 원위절제군과 전절제군 간에 다른 형태의 증감을 보였다.

헤모글로빈은 원위절제군의 경우 수술 후 3개월간 감소 후 서서히 증가하여 수술 후 1년에는 수술 전 값을 거의 회복하는 모습을 보였다. 이러한 회복은 특히 RSV_{large} 군에서 가장 두드러졌으며, 전절제군에서는 수술 전 수치를 회복하지 못했다. 이 차이는 시간적, 그룹간에 통계학적으로 유의하였다($P_1 \leq 0.0001$, $P_2 = 0.0271$).

철분은 모든 환자군에서 수술 후 지속적으로 증가를 보였다($P_1 = 0.0025$). 원위절제군에 비해 전절제군에서 그 증가 폭은 적었으나 환자군 간의 통계적 유의성은 없었다.

페리틴의 경우 대부분의 환자군에서 수술 후 1년에 수술전보다 낮은 값을 가지게 되었으나 시간에 따른 유의성은 관찰되지 않았다. 하지만 환자군 중 가장 큰 감소는 RSV_{middle} 군에서

Table 1. Clinical characteristics of 110 patients

특징	환자군					P값	
	원위절제술 (N=78)	RSV $\leq$ 200 cm ³ (N=28)	200<RSV $\leq$ 500 cm ³ (N=39)	RSV>500 cm ³ (N=11)	전절제술 (N=32)	P-value1	P-value2
나이(년)	57.45 $\pm$ 10.66	59.86 $\pm$ 11.74	55.69 $\pm$ 9.15	57.55 $\pm$ 12.46	55.22 $\pm$ 10.47	0.3214	0.4991
성별(명)	남	47 (60%)	17 (60%)	24 (62%)	18 (56%)	0.9547	0.6979
	여	31 (40%)	11 (40%)	15 (38%)	14 (44%)		
키(cm)	162.63 $\pm$ 7.67	162.50 $\pm$ 7.17	162.46 $\pm$ 7.67	163.60 $\pm$ 9.46	163.14 $\pm$ 7.47	0.9595	0.4978
체중(kg)	63.81 $\pm$ 10.24	63.96 $\pm$ 9.5	64.11 $\pm$ 10.11	62.36 $\pm$ 13.13	63.49 $\pm$ 13.35	0.9722	0.3796
체질량지수(kg/m ²)	24.05 $\pm$ 2.99	24.18 $\pm$ 2.94	24.24 $\pm$ 3.06	23.08 $\pm$ 2.91	23.67 $\pm$ 3.57	0.674	0.384
잔위용적(cm ³)	290.9 $\pm$ 201.4	116.8 $\pm$ 57.04	305.0 $\pm$ 72.95	684.4 $\pm$ 165.9		<.0001*	
문합법(N)	Billroth 1	52	13	29	10	<.0001	<.0001
	Billroth 2	12	8	4	0		
	RYGJ	14	7	6	1		

P-value1은 4개(RSV $\leq$ 200, 200<RSV $\leq$ 500, RSV>500, 전절제술)그룹 간의 비교.

P-value2는 원위절제술과 전절제술군 간의 비교.

*는 모든 그룹 간의 비교에서 유의했음을 표시함.

RSV = 잔위 용적; RYGJ = Roux-en-Y 위공장문합술.

Fig. 2. Influence of remnant stomach volume (RSV) on nutrition and anemia. 측정값은 수술 전과 비교 된 매개 변수의 백분율을 나타낸다. RSV_{small} group: 잔위용적 ≤ 200 cm³, RSV_{medium} group: $200 \leq$ 잔위용적 ≤ 500 cm³, RSV_{large} group: 잔위용적 > 500 cm³ TG group: 위전절제술. pre = 수술 전; 3 m = 수술 후 3개월; 6 m = 수술 후 6개월; 12 m = 수술 후 12개월.

Table 2. Influence of Remnant Stomach Volume (RSV) on nutrition and anemia

단백질/지질관련 관련					빈혈 관련								
인자	시간	환자군			P값	인자	시간	환자군			P값		
		RSV _{large}	RSV _{middle}	RSV _{small}				전절제술	RSV _{large}	RSV _{middle}		RSV _{small}	전절제술
영양위험 지수	Pre	101.4±1.51	103.5±0.80	100.9±0.94	103.0±0.88	P ₁ < .0001	헤모글로빈 (g/dL)	Pre	13.68±0.45	14.25±0.24	13.58±0.28	13.85±0.26	P ₁ < .0001
	3 m	97.31±1.83	98.57±0.96	95.77±1.13	97.23±1.12	P ₂ 0.0327		3 m	13.17±0.39	13.58±0.20	12.97±0.24	12.70±0.23	P ₂ 0.0271
	6 m	98.91±1.69	99.96±0.93	97.24±1.03	95.34±1.01	P ₃ 0.0277		6 m	13.95±0.40	14.03±0.21	13.50±0.25	12.91±0.23	P ₃ 0.2246
	12 m	99.41±1.83	99.93±0.96	96.42±1.14	95.79±1.05			12 m	13.59±0.42	14.07±0.22	13.37±0.26	13.05±0.24	
혈청 알부민 (g/dL)	Pre	3.93±0.09	4.07±0.05	3.9±0.06	4.03±0.05	P ₁ < .0001	철분 (mcg/dL)	Pre	80.83±16.5	80.67±12.5	83.02±14.4	73.62±17.1	P ₁ 0.0025
	3 m	3.8±0.09	3.88±0.05	3.76±0.05	3.90±0.05	P ₂ 0.0882		6 m	120.36±13.3	108.46±7.09	115.19±8.48	76.764±8.34	P ₂ 0.1021
	6 m	3.97±0.09	4.03±0.04	3.88±0.05	3.90±0.05	P ₃ 0.6845		12 m	111.64±13.3	115.92±7.09	109.27±8.59	85.560±8.02	P ₃ 0.6103
	12 m	3.97±0.09	4.06±0.04	3.88±0.05	3.96±0.05								
총 단백질 (g/dL)	Pre	7.18±0.15	7.16±0.08	7.06±0.09	7.19±0.09	P ₁ 0.0004	페리틴 (ng/ml)	Pre	90.18±24.8	144.8±16.2	68.43±18.7	69.10±21.4	P ₁ 0.1117
	3 m	7.32±0.13	7.21±0.07	7.14±0.08	7.28±0.08	P ₂ 0.3909		6 m	82.17±24.0	112.8±12.7	76.49±15.1	78.99±14.4	P ₂ 0.0151
	6 m	7.62±0.14	7.42±0.07	7.34±0.09	7.20±0.08	P ₃ 0.2013		12 m	79.95±20.4	106.0±10.8	63.31±12.9	69.73±12.1	P ₃ 0.4321
	12 m	7.49±0.14	7.35±0.07	7.22±0.09	7.23±0.08								
콜레스테롤 (mg/dL)	Pre	180.09±11.1	190.13±5.92	184.18±6.99	191.47±6.54	P ₁ < .0001	비타민 B12 (pg/ml)	Pre	628.61±64.388	503.72±50.468	452.78±57.444	592.72±69.412	P ₁ 0.697
	3 m	160.45±9.92	173.46±5.29	166.71±6.22	167.13±5.88	P ₂ 0.4763		6 m	652.27±70.024	627.44±37.188	575.3±44.686	345.48±44.424	P ₂ 0.9723
	6 m	170.64±10.3	181.67±5.52	173.57±6.51	169.38±6.09	P ₃ 0.218		12 m	621±505.3	684.23±268.36	618.64±328.54	878.01±305.91	P ₃ 0.0053
	12 m	177.73±8.65	186.85±4.59	172.58±5.45	169.75±5.10								

P값의 의미는 4그룹간 P₁, time effect, P₂, group effect, P₃, time-group interaction이다.RSV_{small} group = 잔위용적 ≤ 200 cm³; RSV_{medium} group = 200 < 잔위용적 ≤ 500 cm³; RSV_{large} group = 잔위용적 > 500 cm³.

나타났으며 전절제군이 가장 적은 변화를 나타내 그룹간에 유의한 차이가 있었다($P_2=0.0151$).

비타민 B12은 원위절제군에서 수술 후 약간의 증가 혹은 감소로 큰 변화가 없었으나 전절제군의 경우 상대적으로 큰 폭으로 6개월째 감소했다가 수술 후 1년에 큰 증가를 보였다. (Fig. 2, Table 2).

3. 신체구성 요소에 대한 잔위용적의 영향

수술 후 첫 1년간 7~15%의 체질량지수 및 체중감소가 나

타났으며 감소폭은 첫 3개월에 가장 두드러졌다. 또한 전절제군에서 감소가 가장 두드러졌고, RSV_{large} 군과 RSV_{middle} 군이 가장 적은 감소를 보였다. 이러한 변화는 시간, 환자군과 관련하여 통계학적으로 유의하였다(체질량지수: $P_1 \leq .0001$, $P_3 = 0.007$, 체중: $P_1 \leq 0.0001$, $P_2 = 0.0001$).

신체구성요소 가운데 수술 후 가장 큰 감소를 보인 요소는 내장지방이었다. 내장지방면적 감소는 전절제군에서 가장 두드러져 1년간 70% 이상 감소했고 가장 적은 감소폭을 보인 RSV_{large} 군 역시 40%의 감소를 나타내었으며, 시간 및 시간

Fig. 3. Influence of residual stomach volume (RSV) on body composition. (B)~(E)의 값은 수술 전과 비교 된 매개 변수의 백분율을 나타낸다. RSV_{small} group: 잔위용적 $\leq 200 \text{ cm}^3$; RSV_{medium} group: $200 < \text{잔위용적} \leq 500 \text{ cm}^3$; RSV_{large} group: 잔위용적 $> 500 \text{ cm}^3$; TG group: 위전절제술.

Table 3. Influence of Remnant Stomach Volume (RSV) on body composition

인자	시간	그룹				P값
		RSV _{large}	RSV _{middle}	RSV _{small}	전절제술	
체질량지수 (kg/m ²)	Pre	23.08±0.95	24.23±0.50	24.17±0.60	23.66±0.56	P ₁ <.0001
	3 m	21.70±0.87	22.84±0.46	22.45±0.54	21.37±0.51	P ₂ 0.1386
	6 m	21.33±0.89	22.38±0.47	22.10±0.55	20.41±0.52	P ₃ 0.007
	12 m	21.24±0.85	22.30±0.45	21.58±0.53	20.15±0.50	
체중%	3 m	94.23±1.50	94.44±0.79	92.94±0.94	90.45±0.92	P ₁ <.0001
	6 m	92.50±1.73	92.50±0.93	91.53±1.07	86.47±1.02	P ₂ 0.0001
	12 m	92.27±1.92	92.15±1.02	89.62±1.21	85.39±1.12	P ₃ 0.0673
내장지방면적 (cm ²)	Pre	11649±1233.48	11550±1045.15	9227.61±1967.95	10607±1153.81	P ₁ <.0001
	3 m (%)	7085.99±789.37 (62.86±5.28)	7596.96±668.85 (72.16±4.48)	6989.07±1259.4 (77.87±8.43)	3641.08±738.39 (34.78±4.94)	P ₂ 0.1302
	12 m (%)	4810.04±694.11 (42.06±5.71)	5215.27±583.18 (48.53±4.76)	5204.07±1098.1 (57.96±8.98)	2848.43±646.11 (27.47±5.30)	P ₃ <.0001
피하지방면적 (cm ²)	Pre	12452±988.31	13021±837.42	11561±1576.80	13277±924.48	P ₁ <.0001
	3 m (%)	9401.39±858.13 (72.56±4.02)	10077±727.11 (78.39±3.40)	8416±1369.10 (75.47±6.41)	6971.19±802.70 (50.27±3.76)	P ₂ 0.2985
	12 m (%)	8295.57±889.94 (62.90±5.31)	9421.72±748.76 (73.41±4.43)	8350.52±1409.8 (74.63±8.34)	6110.13±829.07 (44.60±4.92)	P ₃ <.0001
근육면적 (cm ²)	Pre	11711±566.5	11847±480.01	11937±903.82	12261±529.91	P ₁ <.0001
	3 m (%)	11390±505.29 (97.76±1.37)	11536±428.14 (97.88±1.16)	11362±806.16 (96.01±2.19)	11562±472.65 (95.19±1.28)	P ₂ 0.9842
	12 m (%)	11395±507.91 (97.77±1.45)	11491±429.61 (97.45±1.21)	11551±808.93 (97.10±2.28)	11511±474.62 (95.14±1.34)	P ₃ 0.4492

% 값은 수술 전과 비교 된 매개 변수의 백분율을 나타낸다.

P값의 의미는 4그룹간 P₁, time effect, P₂, group effect, P₃, time-group interaction 이다.

RSV_{small} group = 잔위용적≤200 cm³; RSV_{medium} group = 200<잔위용적≤500 cm³; RSV_{large} group = 잔위용적>500 cm³.

그룹 상호작용에서 유의한 값을 보였다(P₁≤.0001, P₃≤.0001).

비록 감소폭이 내장지방보다 작았지만 피하지방면적 또한 수술 후 1년 동안 점차적으로 감소하였고, 역시 전절제군에서 가장 많이 감소하였으며 RSV_{large} 군에서 가장 적은 감소폭을 보였다. 이는 시간적 그리고 시간 그룹 상호작용에서 유의한 값을 보였다(P₁≤.0001, P₃≤.0001).

총 복부근육면적은 시간에 따라 수술 후 유의한 감소를 보였으나 수술 군간의 차이는 없었다(P₁≤.0001) (Fig. 3, Table 3).

고 찰

위절제술은 위 용적의 감소와 저장 기능의 상실, 산 및 펩타이드 등 소화액 분비의 감소, 미주신경의 절제를 야기함으로써 다양한 생리학적 장애를 유발한다. 철분 결핍 또는 거대 적아구성 빈혈은 가장 흔하게 발생하는 위절제술 후 증후군의 하나이며, 철분 섭취의 감소 및 흡수 장애, 벽세포에서 생성되는 내인자의 분비 감소 또는 부재로 인해 발생한다. 지금까지 일부 연구에서 위 절제술을 받은 환자의 수술 후 영양 상태와 빈혈에 관련된 보고가 이루어졌지만 대부분 임상 역학적 특성과 혈액 검사 결과에 초점을 두어왔다. 본 연구는 위 절제술을 시행 받

은 환자에서 CT영상 정보를 기반으로 하여 수술 후 잔위용적이 환자의 영양 상태와 신체 구성 예측치 변화에 미치는 영향을 조사한 최초의 연구이다.

조기 위암 수술의 대부분이 복강경으로 시행되고 있고, 개복 수술에서 이루어지는 근육 절개가 수술 후 근육량 변화에 영향을 줄 가능성을 고려하여 본 연구에서는 복강경 위절제술을 시행 받은 환자군만을 대상으로 하였다.[12] 한 국내 연구에 따르면 원위절제술을 시행 받은 환자군에서 수술 후 첫 3개월 동안 칼로리 흡수에 어려움을 겪었으며, 영양위험지수, 단백질, 알부민, 콜레스테롤 및 헤모글로빈 수치 역시 3개월에 가장 낮은 값에 도달하였다.[3] 본 연구에서도 체중과 체질량지수는 수술 후 3개월간 가장 큰 감소폭을 보인 후에 1년간 지속적으로 감소하였다. 또한 이 감소는 원위절제술에 비해 전절제술에서 두드러지게 나타났다.

헤모글로빈의 감소폭은 이미 알려진 바와 같이 전절제술에서 더 두드러졌는데 전절제술의 경우 위벽세포의 부재로 인한 내인자 감소, 십이지장 및 근위부공장의 우회로 인한 철분 섭취 감소로 인해 빈혈의 발생 위험이 증가 한다.[13,14] 본 연구에서 수술 후 남은 위의 용적 및 벽세포의 양과 비타민B12 수준 간에 연관성이 있을 것이라고 가정하였으나, RSV_{large}군보다

RSV_{small}군에서 비타민B12 값이 가장 두드러지게 증가하였고 전절제군에서도 수술 후 1년이 경과하면 가파른 상승 값을 나타내었다. 수술 후 관찰 기간 동안 비타민B12와 철분 부족으로 인한 빈혈을 예방하기 위해 모든 환자에서 철분과 비타민B12가 함유된 경구종합비타민제를 처방하였고, 전절제군의 경우 외래 방문 시 근육 주사를 통하여 비타민B12를 공급하였는데, 이러한 치료과정이 비타민B12와 관련된 결과에 영향을 주었을 가능성이 있다.

현재 복부 근육 및 지방 조직의 정량적 평가를 위한 가장 좋은 검사법은 CT 또는 MRI로 알려져 있다.[15,16] 일부 연구에서 위절제술을 시행받은 환자의 신체 조성 변화를 조사하였으나 모두 생체 전기 임피던스(bioelectrical impedance)나 체성분 분석기(body composition analyser)와 같은 비영상 방식(non-imaging modalities)을 사용하여 이루어졌다.[17-19] Liedman 등[20]은 위절제술 후 체중 감소가 지방량의 감소로 인한 것이며 지방 흡수 여부는 남아있는 위와 관련이 없다고 하였다. 본 연구 또한 위절제술 후에 상당량의 내장 또는 피하 지방 감소가 발생함을 확인하였으나, 원위절제군에 비해 전절제군에서 콜레스테롤 수치와 지방 면적이 두드러지게 감소하였으며, 원위절제군 내에서도 지방량의 차이가 발생함을 확인하였다. 특히 원위절제군 가운데 RSV_{small}군에서 가장 많은 지방 면적의 감소와 가장 많은 근육량 보존을 확인할 수 있었다.

이 연구는 다음과 같은 몇 가지 한계를 지니고 있다. 첫째, 본 연구의 코호트의 표본 크기가 비교적 작다. 둘째, 전향적 코호트로 설계된 연구임에도 불구하고 무작위 데이터가 아닌 관찰에 근거한 연구이고, 단일 기관의 데이터를 기반으로 이루어진 연구이다. 따라서 단일 기관에서 선호하는 문헌방법 등에 의해 환자 분포가 영향을 받을 수 있다.

셋째, 위암의 수술적 치료 및 경과관찰에 기반을 둔 연구이기 때문에, 대부분의 환자가 일정량의 철분 및 비타민 B12를 함유한 종합 비타민제를 복용하였고 정기적인 비타민B12근육 주사를 보충 받았기 때문에 빈혈 관련 요인의 자연적인 변화를 관찰할 수 없었다. 하지만 철 결핍 또는 거대 적아구성 빈혈, 골다공증은 잘 알려진 위절제술 후 증후군이며 이를 예방하기 위해 철분제와 비타민 B12 섭취 등의 요인을 통제하는 것은 불가능했다.

넷째, 이 연구는 항암치료를 시행 받지 않는 1기 위암 환자만을 대상으로 1년간의 경과 관찰을 하였기 때문에 영양 변수 또는 신체 구성에 미치는 장기적인 영향을 관찰하기에는 짧은 시간일 수 있다. 더 체계화된 연구가 더욱 객관적인 결과를 제공하는 데 도움이 될 수 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는

잔위용적이 클수록 영양위험지수를 포함한 영양관련인자, 빈혈 관련요소 및 체내 지방량 보존에 장점이 있음을 밝혔으며 CT 영상자료를 기반으로 한 신체구성요소의 수술 후 변화를 밝힌 점에서 중요한 의미가 있다고 생각된다.

결론

위절제술 후 잔위용적은 수술 후 1년간 체질량지수 및 체중 변화, 헤모글로빈, 총 단백질, 콜레스테롤, 내장/피하 지방량 변화에 강한 영향을 미치고, 잔위용적이 많을수록 보존 효과가 있다.

REFERENCES

1. Information Committee of Korean Gastric Cancer Association. Korean Gastric Cancer Association nationwide survey on gastric cancer in 2014. *J Gastric Cancer* 2016;16:131-40.
2. Bae JM, Park JW, Yang HK, Kim JP. Nutritional status of gastric cancer patients after total gastrectomy. *World J Surg* 1998;22:254-60; discussion 260-1.
3. Katsube T, Konno S, Murayama M, Kuhara K, Sagawa M, Yoshimatsu K, et al. Changes of nutritional status after distal gastrectomy in patients with gastric cancer. *Hepatogastroenterology* 2008;55:1864-7.
4. Kim KH, Park DJ, Park YS, Ahn SH, Park DJ, Kim HH. Actual 5-year nutritional outcomes of patients with gastric cancer. *J Gastric Cancer* 2017;17:99-109.
5. Levogler S, van Vugt JL, de Bruin RW, IJzermans JN. Systematic review of sarcopenia in patients operated on for gastrointestinal and hepatopancreatobiliary malignancies. *Br J Surg* 2015;102:1448-58.
6. Huang DD, Zhou CJ, Wang SL, Mao ST, Zhou XY, Lou N, et al. Impact of different sarcopenia stages on the postoperative outcomes after radical gastrectomy for gastric cancer. *Surgery* 2017;161:680-93.
7. Kuwada K, Kuroda S, Kikuchi S, Yoshida R, Nishizaki M, Kagawa S, et al. Sarcopenia and comorbidity in gastric cancer surgery as a useful combined factor to predict eventual death from other causes. *Ann Surg Oncol* 2018;25:1160-6.
8. Fukuda Y, Yamamoto K, Hirao M, Nishikawa K, Nagatsuma Y, Nakayama T, et al. Sarcopenia is associated with severe postoperative complications in elderly gastric cancer patients undergoing gastrectomy. *Gastric Cancer* 2016;19:986-93.
9. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; Iniciativa STROBE. [The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies]. *Gac Sanit* 2008;22:144-50. Spanish.
10. Veterans Affairs Total Parenteral Nutrition Cooperative Study Group. Perioperative total parenteral nutrition in surgical patients. *N Engl J Med* 1991;325:525-32.
11. Huh J, Lee IS, Kim KW, Park J, Kim AY, Lee JS, et al. CT gastrography for volumetric measurement of remnant stomach after distal gastrectomy: a feasibility study. *Abdom Radiol (NY)* 2016;41:1899-905.
12. Kitano S, Iso Y, Moriyama M, Sugimachi K. Laparoscopy-assisted billroth I gastrectomy. *Surg Laparosc Endosc* 1994;4:146-8.
13. Hu Y, Kim HI, Hyung WJ, Song KJ, Lee JH, Kim YM, et al.

- Vitamin B(12) deficiency after gastrectomy for gastric cancer: an analysis of clinical patterns and risk factors. *Ann Surg* 2013;258:970-5.
14. Mahmud K, Ripley D, Doscherholmen A. Vitamin B 12 absorption tests. Their unreliability in postgastrectomy states. *JAMA* 1971;216:1167-71.
 15. Seidell JC, Bakker CJ, van der Kooy K. Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution--a comparison between computed tomography and 1.5-T magnetic resonance. *Am J Clin Nutr* 1990;51:953-7.
 16. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol* 2012;85:1-10.
 17. Aoyama T, Kawabe T, Hirohito F, Hayashi T, Yamada T, Tsuchida K, et al. Body composition analysis within 1 month after gastrectomy for gastric cancer. *Gastric Cancer* 2016; 19:645-50.
 18. Matsushita H, Tanaka C, Murotani K, Misawa K, Ito S, Ito Y, et al. Nutritional recovery after open and laparoscopic distal gastrectomy for early gastric cancer: a prospective multicenter comparative trial (CCOG1204). *Dig Surg* 2018;35:11-8.
 19. Park KB, Kwon OK, Yu W, Jang BC. Body composition changes after totally laparoscopic distal gastrectomy with delta-shaped anastomosis: a comparison with conventional billroth I anastomosis. *Surg Endosc* 2016;30:4286-93.
 20. Liedman B, Andersson H, Bosaeus I, Hugosson I, Lundell L. Changes in body composition after gastrectomy: results of a controlled, prospective clinical trial. *World J Surg* 1997;21: 416-20; discussion 420-1.