고도 비만의 외과적 치료

이창민, 김종한

고려대학교 의과대학 외과학교실 상부위장관 외과

Surgical Treatment of Morbid Obesity

Chang Min Lee, Jong-Han Kim

Division of Upper Gastrointestinal Surgery, Department of Surgery, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Surgical therapy is currently the only effective treatment for morbid obesity. Bariatric surgery traditionally consisted of laparoscopic gastric bypass and adjustable gastric banding in numerous patients. Recently, laparoscopic sleeve gastrectomy has become the most common bariatric procedure performed. Publicly issued medical-accident had a critical effect on the incidence and trend of bariatric surgery in Korea. Recently, the trend of bariatric surgery has shifted from weight loss surgery to metabolic surgery. The onco-metabolic surgical concept needs to be considered for gastric cancer patients with type II diabetes mellitus (DM) who are expecting a favorable prognosis. Therefore, for gastric cancer patients with type II DM, curative gastrectomy with long-limb bypass reconstruction could be a more attractive option for long-term diabetes control. Although a few centers are currently applying this reconstruction method for some early gastric cancer cases, further studies are needed. (*Korean J Helicobacter Up Gastrointest Res* 2017;17:72-78)

Key Words: Bariatric surgery; Diabetes mellitus; Metabolism; Morbid obesity

서론

비만의 정의는 단순히 체중이 많이 나가는 것이 아니라 체지방이 정상보다 많은 경우를 말한다. 1990년대 이후 비만 인구가 전세계적으로 급속히 증가하면서 비만은 인류의 건강을 위협하는 가장 강력한 위험 요소가 되고 있다. 또한 비만의 증가와 더불어 수술적 치료가 필요한 고도 비만(morbid obesity) 인구도 급속히 증가하여 미국을 비롯한 구미 각국에서는 고도 비만에 대한 외과적 치료가 현재 상부 위장관 수술 중 가장 중요한 위치를 차지하고 있는 실정이다. 우리나라도 최근 식습관이 서양화되면서 2000년대 이후, 소아 비만을 비롯한 비만 인구의 증가가 보건 분야의 중요한 이슈로 떠오르고 있으며, 고도 비만에 대한 외과적 수술이 시작되어 점차 증가하고 있다. 본 종설에서는 고도 비만 수술에 대한 배경과 가장 대표적인 수술법에 대한 소개 및 최근의 경향, 마지막으로 제2형 당뇨병을 가진 조기 위암 환자에게 적용할 수 있는 “종양 대사 수술”(onco-metabolic surgery)에 대하여 간략히 알아보겠다.

본론

1. 고도 비만 수술의 배경

외과 영역에서 신체 비만의 정도를 나타내는 지수로 BMI (체질량 지수)를 사용하는데, 킬로그램으로 환산한 체중을 미터 단위인 키의 제곱으로 나눈 값으로 정의한다.¹ 1991년 미국의 국립보건기구(National Health Institute, NIH)에서 정한 바에 의하면 수술적 치료가 필요한 고도 비만이라 함은 BMI 40 kg/m² 이상 혹은 35 kg/m² 이상이면 제2형 당뇨병, 고혈압, 골관절염, 수면 무호흡증과 같은 동반질환을 가지고 있는 경우를 말한다.^{2,3} 보통 수술적 치료의 효과를 산정할 때 초과 체중의 감소율(percent excess weight loss, %EWL)을 가지고 산정하며, 이때 초과 체중은 환자의 현재 체중에서 BMI 25 kg/m² 인 상태의 이상 체중을 뺀 값으로 정한다. 한편, 한국 및 아시아인의 경우, 낮은 BMI에서도 서양인에 비해 많은 대사 질환을 동반하는 경향을 보이기 때문에,⁴ 2005년 대만에서 개최된 제1회 아시아 태평양 고도 비만 수술 회의에서 아시아인의 고도 비만 수술 적응증을 변형하여 BMI 37 kg/m² 이상 혹은, 32 kg/m² 이상이면 고도 비만과 관련된 동반 질환을 가지고 있는 경우로 낮추었다.⁵

비만이 건강에 미치는 위험에 관하여 알아보면, BMI 30 kg/m²이 넘는 경우 사망률은 55%, 심혈관 질환은 70%, 뇌졸중

Received: March 30, 2017 Revised: May 8, 2017 Accepted: May 9, 2017

Corresponding author: Jong-Han Kim

Division of Upper Gastrointestinal Surgery, Department of Surgery, Korea University Ansan Hospital, 123 Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan 15355, Korea
Tel: +82-31-412-5957, Fax: +82-31-413-4829, E-mail: pponggtai@gmail.com

Copyright © 2017 Korean College of *Helicobacter* and Upper Gastrointestinal Research

© The Korean Journal of *Helicobacter* and Upper Gastrointestinal Research is an Open-Access Journal. All articles are 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.

이 75% 증가하며, 특히 제2형 당뇨의 경우 400%까지 증가한다. 따라서 25세부터 35세 사이의 비만인 남성이 정상 체중의 남성에 비하여 사망에 이를 위험은 12배 증가하며, 고도 비만 성인이 65세까지 생존할 수 있는 확률은 정상 체중의 성인의 1/3에 불과하다.^{6,7} 이러한 고도 비만이 건강을 위협하는 원인은 바로 동반되는 수많은 만성 질환에 기인하는데, 대표적으로 제2형 당뇨, 고지혈증, 고혈압, 심부정맥 혈전증, 폐쇄성 수면 무호흡증, 천식, 위식도역류증, 담석증, 관절 질환, 복벽 탈장, 생리 불순, 자궁, 유방, 대장 및 신장 등의 각종 장기 압과 사회적인 고립 및 우울증 등의 정신 의학적 문제들이 있다.^{8,9}

고도 비만의 비수술적 치료에서 식이 요법을 시행한 경우 BMI를 35 kg/m^2 이하로 유지되는 확률이 3%에 불과하고 식욕 억제제를 이용한 약물 요법의 경우에도 10% 정도의 감량은 가능하나, 12개월 내에 다시 증가하여 현재까지 고도 비만의 치료에 어떠한 약제도 단독으로 체중 감량의 효과가 증명된 바가 없고, 비만이 다시 재발할 확률이 97%에 이른다. 따라서 이러한 고도 비만의 치료에 있어, 수술적 치료만이 그 효과를 입증하였는데, 수술 후 체중 감량 및 동반 질환을 개선하여 결과적으로 사망률을 낮추는 효과를 보였으며, 이는 1984년부터 Sjöström 등에 의하여 시작되어 20년 이상 지속된 대규모 코호트 추적관찰 연구인 Swedish Obese Subject (SOS) 연구에서 잘 알 수 있다.¹⁰ 2004년 SOS 연구 보고에 의하면 위 밴드술, 수직밴드 위 성형술 및 위 우회술의 수술적 치료를 시행한 환자군이 대조군에 비하여 현저한 체중 감소를 보였으며,¹⁰ 2007년의 보고에서는 사망률에 있어서도 유의하게 위험도를 낮출 수 있다고 하였다.¹¹

이와 같이 우리가 고도 비만 환자를 수술로 치료해야 하는 이유는 우선 고도 비만 환자는 정상인보다 수명이 짧고, 이에 대한 비수술적 치료는 효과가 없으므로 오직 수술만이 생존 기간을 연장할 수 있는 방법이고, 이는 동반된 질환의 치료 효과에 기인한다고 할 수 있겠다.

2. 대표적인 비만 대사 수술 및 안정성, 수술 전후 관리

고도 비만 수술은 그 기전에 따라 세 가지로 분류할 수 있다 (Table 1). 첫 번째 수술 방법은 영양분의 섭취를 제한하는 수술 방법(restrictive procedure)으로, 대표적으로 조절형 위 밴드술(adjustable gastric banding)과 위 소매 절제술(sleeve gastrectomy)이 있으며, 영양분의 흡수를 제한하는 수술 방법(mal-absorptive procedure)으로 Scopinaro 등¹²이 고안한 담췌전환(biliopancreatic diversion) 및 십이지장치환술(duodenal switch)이 있다. 흡수 제한형 수술의 경우 고도 비만 수술의 초기에 주로 시행되었던 방법이나 장기적으로 영양 불량 및 맹관 증후군 등의 문제를 발생시켜 현재에는 초고도 비만 환자에 국한하여 시행되고 있는 추세이다.^{13,14}

따라서 최근까지 두 가지 형태를 결합한 흡수 및 섭취를 함께 제한하는 루와이 위 우회술(Roux-en-Y gastric bypass)이 가장 대표적인 고도 비만 수술로 여겨지고 있다(Fig. 1). 루와이

Fig. 1. Diagram of Roux-en Y gastric bypass.

Table 1. Typical Bariatric Surgery

Operation name	Procedure type	Weight loss success rate (%)	Advantage	Disadvantage
Adjustable gastric banding	Restrictive	50~60	Safe Low short-term complication	Foreign body reaction High long-term complication
Biliopancreatic diversion & duodenal switch	Mal-absorptive	≥90	Excellent weight loss Type II diabetes control	Long-term nutritional problem Blind loop syndrome
Roux-en Y gastric bypass	Hybrid (restrictive & mal-absorptive)	70~80	Weight loss Type II diabetes control	Operative morbidity Long-term micronutrient problem
Sleeve gastrectomy	Restrictive	60~70	Safe Surveillance for gastric cancer	Permanent gastric resection Gastroesophageal reflux

위 우회술은 1967년 Mason과 Ito¹⁵에 의하여 처음 시작되어 여러 번의 변형을 거쳐서 오늘날의 형태로 자리잡게 되었는데, 1994년 Wittgrove 등¹⁶에 의해 복강경 위 우회술이 시작되면서 급속도로 확산되어 최근까지 미국 내에서 비만 수술의 표준으로 인정되어 2000년대 말까지 전국적으로 연간 20만 건 이상이 시행되어 전체 수술의 50% 정도를 차지하게 되었다.¹⁷ 루와이 위 우회술은 위식도접합부 하방의 위를 소만부 15~30 mL 정도만 남기고 나머지 위는 분리시킨 후 100~150 cm 정도의 공장을 'Y'식(Roux-en-Y)으로 위 주머니(gastric pouch)와 연결하므로 섭취한 음식이 대부분의 위와 십이지장 전체, 그리고 근위부 공장 일부를 우회하도록 하는 수술인데, 두 가지의 문합, 즉 위-공장 문합과 공장-공장 문합이 이루어져야 하므로 섭취 제한 방법보다 상대적으로 고난도 수술이다.

제한형 수술방식 중 조절형 위 밴드술은 1990년대 초반에 시작되었으며^{18,19} 복강경 수술 술기가 도입되면서 그 술식이 간단하고 수술의 위험성이 적어 전 세계적으로 광범위하게 보급되었다. 위 밴드술은 주입하는 식염수의 양을 통하여 밴드의 내경을 조절하여 점차적인 체중 감소를 이룰 수 있다는 조절성과 문제를 발생시키거나 체중 조절에 실패했을 경우 언제든지 밴드를 제거하여 복원시킬 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이물질의 신체조직과의 반응으로 인한 밴드 침식이나 미란 혹은 밴드 미끄러짐 등 장기 합병증의 빈도가 높고,²⁰ 장기적으로 체중 감량 효과가 50%에 미치지 못하는 결과를 보여 최근 시행건수는 점차 줄어들고 있다.²¹ 우리나라에서는 2004년에 미국에서 공인된 복강경하 위 밴드술이 공식적으로 시작된 후 개원가를 중심으로 급속히 확산되어 최근까지 국내 비만 수술의 절대 다수를 차지하였는데, 2014년 있었던 의료사고 이후 최근에는 급속히 줄어든 상황이다.

Fig. 2. Diagram of sleeve gastrectomy.

최근 또 다른 하나의 섭취 제한 수술방법인 위 소매 절제술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다(Fig. 2). 위 소매 절제술은 Almogly 등²²에 의하여 개복술에서 시행되었으며, 2000년 들어서면서 점차 복강경으로 시행되어 최근 주목받고 있는 비만 수술이다.²³ 원래 위 소매 절제술은 초고도 비만 환자에서 수술 위험성과 합병증을 줄이기 위해 다른 수술로 넘어가기 위한 1단계 수술이었으나,²⁴ 여러 연구에서 점차 그 효과가 입증되면서 'International Consensus Summit for Sleeve Gastrectomy'에서 비만 치료 일차 수술의 한 방법으로 인정받았다.²⁵ 현재까지 위 소매 절제술에 대한 많은 비교 연구 및 장기 성적이 보고되었고 대부분 지속적인 체중 감소 효과, 동반 질환의 호전 및 삶의 질 향상이 있었다.²⁶⁻³¹ 따라서 위 소매 절제술은 고도 비만의 수술적 치료에 있어 표준 치료 중 하나로 받아들여지고 있는 실정이다. 보고된 연구들을 종합하여 보았을 때 위 소매 절제술은 합병증 발생률과 체중 감소 효과 면에서 조절형 위 밴드술과 루와이 위 우회술 사이에 위치한다고 할 수 있다.³² 위 소매 절제술은 수술 후 체중 감소에 실패하더라도 다른 수술로의 전환이 비교적 용이하다는 장점이 있고, 위암 발생률이 높은 우리나라에서 수술 후 내시경검사가 중요하기 때문에 많이 시행할 수 있는 수술이라고 할 수 있겠다.^{23,33,34}

그러면 이러한 여러 가지 수술법 중 어떠한 술식을 선택해야 하는가? 어떤 술식이 가장 우수한가는 수술하는 목적 등에 따라 달라질 수 있다. 단순히 체중 감소 목적인지, 동반 질환의 치료가 중요한지, 또 환자의 전신 상태가 오랜 수술 시간이 요하는 술식이 가능한지, 그리고 추적검사가 용이한지, 환자의 BMI가 어느 정도인지 등이 판단의 기준이 될 수 있다.³⁵

비만 수술의 합병증은 일반적으로 수술 시 발생할 수 있는 단기 합병증과 수술 후 장기적으로 발생할 수 있는 장기 합병증이 있다.³⁶ 단기 합병증으로 대표적인 것은 고도 비만 환자에게 발생할 수 있는 전신 질환으로 심장 및 폐질환, 폐 색전증 등이 대표적이며, 수술과 연관된 합병증으로 문합부 누출 및 출혈 등을 들 수 있다. 하지만 비만 수술의 특성에 따라 수술 후 장기적으로 발생할 수 있는 합병증에 특히 주의해야 하는데, 위 우회술의 경우 장 폐쇄 및 내 탈장, 문합부 협착, 변연부 궤양 등이 발생할 수 있으며, 장기적인 흡수 장애로 미량 원소 등의 영양 결핍 등도 나타날 수 있다. 위 소매 절제술의 경우 장기적으로 위식도역류 증상이 심화될 수 있으며, 위 밴드술의 경우 밴드 미끄러짐, 침식 등의 장기 합병증이 높게 나타나²⁰ 최근에는 밴드 제거술이 점차로 증가되고 있는 실정이다.³⁶

고도 비만 수술의 안정성에 대하여 이미 미국에서 다기관 연구결과가 보고되었는데, 2009년 NEJM에서 발표된 고도 비만 수술 추적 관찰 연구(Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery, LABS) 결과 30일 이내의 합병증 발병률은 4.3%, 사망

률은 0.3%로 보고하였다.³⁷ 또한 미국외과학회와 미국비만대사 외과학회에서 수집한 수술결과를 바탕으로 시행한 다기관 연구에서도 유사한 결과를 보여 타 수술에 비하여 비교적 안전한 수술로 평가받고 있다.³⁸⁻⁴⁰

고도 비만 치료에서 수술적 치료 이외에 중요한 사항은 환자에 대한 수술 전후 관리이다. 수술 이전 환자에게 수술의 위험성 및 이점, 수술 후 필요한 식이 제한법, 실패의 원인, 운동에 대한 교육이 필요하며, 수술적 치료는 단지 도구이며 치료의 시작으로, 실제로 고도 비만 치료는 식이 습관 및 생활 습관의 변화를 통하여 이루어져야 한다는 사실을 주지시키는 것이 중요하다. 수술 후 관리는 평생 지속적으로 이루어져야 하는데, 외과적 관리 이외의 다학제 진료를 통하여 관련된 합병증의 관리 및 식이 조절 등의 관리가 이루어져야 한다.^{41,42}

3. 미국 및 우리나라의 비만 대사 수술 현황

미국의 고도 비만 수술은 1990년대 이후 2000년대 후반기까지 폭발적으로 증가하여 2007년경에는 전국적으로 약 20만 건 이상의 수술이 시행되어졌는데, 이러한 폭발적 증가의 원인으로 고도 비만 인구 자체의 증가 이외에 복강경 수술의 도입으로 수술의 안정성이 향상되고 국가 및 민간 보험의 급여화를 들 수 있다.⁴³ 이후, 최근 미국의 비만 수술의 경향을 보면, 고도 비만 수술의 주류를 이루었던 위 우회술과 위 밴드술이 2000년대 말부터 점차적으로 감소하면서 상대적으로 위 소매 절제술이 급속도로 증가하기 시작하였다는 점이다. 특히 위 밴드술 후 높은 빈도의 장기 합병증이 보고되기 시작하면서, 위 밴드술 시술 건수가 급속히 감소하였고 위 소매 절제술은 2013년 이후 현재까지 위 우회술을 제치고 미국 내에서 가장 많은 빈도를 차지하는 수술로 자리잡고 있다.^{44,45}

우리나라의 고도 비만의 유병률에 대하여는, 2008년도 제4차 국민건강영양조사 결과에 따르면, BMI 30 kg/m²이 넘는 일반 비만 환자가 전체인구의 4% 정도로 약 120만 명으로 추산되는데, 이중 수술이 필요한 고도 비만 인구는 약 10만 명 정도로 비만으로 인한 사회 경제적 부담이 가중되고 있는 실정이다. 우리나라의 경우, 고도 비만 수술이 2003년부터 시작되었는데, 초기에는 일부 대형병원에서 위 소매 절제술 및 위 우회술이 간헐적으로 시행되었고 대부분의 수술은 개원가에서 시행된 위 밴드술이 주류를 이루었다.^{46,47} 2008년 고도 비만 수술을 시행하는 외과들이 모여 대한비만대사외과학회를 창립하였으며 이후 전국적으로 급속도로 증가하여 2013년에는 연간 1,600건 이상의 수술이 시행되었다.^{46,47} 하지만 일반적인 고도 비만 수술의 적응증을 지키지 않고 무분별하게 시행된 측면이 없지 않았고 이로 인해 여러가지 문제를 일으키게 되었는데, 특히 2014년 10월 고도 비만 수술과 연관된 한 유명가수의 사망사

건이 일반 국민들에게 비만 수술의 안정성에 대한 불안감을 조성하는 계기가 되어 시행 건수가 급속도로 감소하는 사태가 벌어졌다. 이후 최근 2년간 위 밴드술은 급속히 감소하였고, 세계적인 추세에 따라 위 소매 절제술이 대형병원을 중심으로 점차 증가하고 있는 추세이다. 그리하여 국가적으로 고도 비만 수술에 대한 보험 급여를 도입하고자 하여 이에 대한 준비가 진행되고 있으며 2018년경에 시작될 전망이다. 이에 현재 대한비만대사외과학회에서는 고도 비만 수술의 보험 급여를 앞두고 미국이나 해외 각국의 예에 따라 그 안정성을 확보하기 위하여 외과의와 기관에 대한 인증제도(accreditation system)를 우리나라의 실정에 맞추어 시행하고자 준비하고 있다.⁴⁸

4. 대사수술 및 종양 대사 수술에 관하여

고도 비만 수술이 시작된 이래 수술적 치료의 효과에 대해 많은 연구가 이루어졌는데, 매우 효과적인 체중 감량과 함께 당뇨병, 고혈압, 고지혈증, 관절염, 지방간, 수면 무호흡증 등의 동반 질환이 개선되며, 그 효과가 장기적으로 유지된다는 것을 확인하였다.⁴⁹ 그리고 당뇨병, 고지혈증, 고혈압 및 심혈관 질환, 복부지방으로 대표되는 대사증후군이 개선되는 것과 관련하여 대사 수술(metabolic surgery)이라는 용어가 탄생하였다.⁵⁰ 이와 더불어 비만 수술 및 그 변형된 수술이 고도 비만이 아닌 당뇨병 환자에게서 혈당을 낮추거나 정상화하고, 인슐린 분비능을 개선하며, 인슐린 저항성도 낮춘다는 보고가 나오면서 당뇨 수술이라는 용어도 사용되고 있지만, 넓은 의미에서 당뇨 수술은 대사 수술로 볼 수 있으며, 효과도 당뇨병뿐 아니라 대사 질환을 동시에 개선하므로 대사 수술이 더 적절한 용어라 할 수 있다.

대사 수술의 개념은 1995년 미국의 내분비 내과의인 Pories 등⁵¹에 의해 시작되었는데, 당뇨병이 있는 비만 환자에서 위 우회술 후 수술 당시에 당뇨병이었던 환자의 83%, 내당능 장애 환자의 99%가 완전 관해를 유지하는 것을 보고하면서, '다른 어떤 치료법도 이와 같이 지속적이면서도 완전하게 당뇨병을 조절할 수 없다'라고 하였고, 비만 수술이 당뇨병 치료 목적으로 사용할 수 있다는 주장을 하였다.

비만 수술의 당뇨병 개선에 대한 대규모 연구로는 2004년과 2009년 Buchwald 등^{50,52}의 메타분석을 들 수 있는데, 621개의 연구에서 135,246명의 환자를 대상으로 비만 수술 후에 초과체중 감량률이 평균 59.9%였고, 당뇨병을 가진 환자에서 78.1%의 완전 관해, 86.6%의 개선율을 보고하였다.

이후, NEJM에 2012년 비만한 당뇨병 환자의 수술적 치료에 관해서 전향적 관찰을 한 2편의 연구가 발표되었는데, Schauer 등⁵³은 평균 BMI 36 kg/m² 이상인 환자에서 집중적 내과 치료, 위 우회술, 위 소매 절제술을 시행하면서 1년 후 당화혈색소 6.0% 이하를 달성하는 경우가 각각 12%, 42%, 37%

였고, 이중 혈당 강하제 투약 없이 달성하는 것은 각각 0%, 100%, 72.2%였다고 보고하였으며, Mingrone 등⁵⁴은 BMI 42 kg/m² 이상인 비만 당뇨병 환자에서 집중적 내과 치료, 위 우회술, 담체장 전환술을 시행한 환자들을 2년간 추적 관찰한 결과 당화혈색소 6.0% 이하의 관해를 보인 환자는 각각 0%, 75%, 95%였고, 평균 당화혈색소 수치는 각각 7.69%, 4.95%, 6.35%였다고 보고하였다. 이 두 편의 연구는 잘 디자인된 전향적 연구로 비만한 당뇨병 환자에서 수술적 치료의 결과를 잘 보여주는 것으로 평가 받고 있다.

그러면 이러한 대사 수술이 혈당 개선을 일으키는 기전은 무엇인가? 이 기전에 대한 정확한 설명은 아직까지 없지만 몇 가지 가설이 있고, 이에 대한 검증을 위한 연구가 진행 중이다. 하지만, 크게 보면 체중 감소가 당뇨병을 개선하는데 도움이 될 것이며, 그 외에 장 호르몬의 변화, 장의 정상 세균총의 변화 등이 관련될 것으로 생각된다.

그러면 이러한 여러 기전 중 장 호르몬의 변화에 대하여 구체적으로 살펴보면, 고도 비만 수술 이후 당뇨병이 개선되거나 관해가 일어나는 것은 비만 수술의 방법에 따라 차이가 있는데, 대표적인 식이 제한 수술인 위 밴드술의 경우, 섭취한 음식의 흐름이 수술 전과 변화가 없이 양만 줄어드는 데 비해, 흡수 제한 수술과 식이 제한형 수술의 혼합형인 위 우회술은 식사량을 줄이고, 음식이 위, 십이지장, 근위부 소장을 지나지 않도록 우회시킨다. 이러한 우회는 여러 가지 변화와 증상을 일으키는데, 그 중에 대표적인 것이 덤핑 증후군(dumping syndrome)이다. 덤핑 증후군은 위 우회술 후에 체중 감소에 도움을 주는 것으로 생각하며, 특히 후기 덤핑 증후군을 일으키는 기전이 혈당을 개선하는 것과 유사할 것이라는 유추를 할 수 있다. 이러한 위 우회술 후에 장 호르몬의 변화는 1990년대 초부터 많은 연구가 있었는데, 당시 위 우회술 후에는 장 글루카곤(enteroglucagon)이 증가하는 데 비해 식이제한수술을 받은 환자에서는 증가하지 않는다고 하였다. 이후 장 글루카곤이 글루카곤양 펩타이드-1 (glucagon like peptide-1, GLP-1), 글루카곤양 펩타이드-2 (GLP-2), 글루카곤, 글리센틴(glicentin), 옥신토모듈린(oxyntomodulin) 등으로 세분되었고 이 중 GLP-1이 대표적으로 인슐린의 작용과 유사한 역할을 하는 장 호르몬인 인크레틴(incretin)으로 생각되어 이에 대한 연구가 활발히 진행되어 오고 있다.^{55,56} 이와 같이, 장 호르몬이 혈당조절에 관여한다는 것은 소위 “인크레틴 효과”라는 용어로 알려져 있으며, 이를 바탕으로 소장이 우회되어 나타나는 혈당개선 효과를 설명하는 기전으로 전장 가설(foregut hypothesis)과 후장가설(hindgut hypothesis)이 있다.⁵⁷ 전장 가설은 어떤 우회술로 음식이 위, 십이지장, 근위부 소장을 우회하게 되면 여러 호르몬이 관여하여 인슐린 저항성이 개선된다는 것이고, 후장 가설은 음식이 전

장보다 후장에 먼저 도달하게 되면 조기에 인크레틴이 분비되어 인슐린의 분비가 조기에 그리고 더 강하게 일어난다는 것이다. 그리고 Kamvissi 등⁵⁸이 주장하는 항인크레틴 가설(anti-incretin hypothesis)이 있는데, 아직까지 발견되지는 않았으나, 전장 즉 십이지장과 근위부 소장에 항인크레틴 인자가 있고, 정상인에서 인크레틴 인자와 균형을 이루고 있다는 것이다. 이 균형이 항인크레틴 인자 쪽으로 기울면 제2형 당뇨병을 일으키기 때문에, 항인크레틴 인자가 주로 분포한 부분인 전장을 우회시키면 균형이 다시 돌아와 혈당이 조절된다는 것이다.

한편, 제2형 당뇨를 가진 위암 환자에서 위 절제술 시행 이후 당뇨가 호전될 수 있다는 결과가 한국, 중국 등 위암의 빈도가 높은 동북아권에서 이전부터 지속적으로 보고되어 왔는데,⁵⁹⁻⁶¹ 우리나라의 경우 최근 내시경 스크리닝 검사의 광범위한 보급으로 조기 위암이 전체 위암 환자에서 차지하는 비율이 증가하고 이와 함께 만성 대사 증후군의 인구가 급속도로 증가함에 따라 제2형 당뇨를 가진 조기 위암 환자에서 비만 대사 수술에서의 루와이 우회술과 관련하여 수술 방법의 변형을 시도하고자 하는 연구가 있다.^{62,63} 따라서 최근 상부위장관 수술을 주로 시행하는 비만대사 외과의들에 의하여 ‘중양 대사 수술’이라는 개념이 대두되고 있는데, 이는 제2형 당뇨병을 가진 위암 환자에서 위 절제술 시행 이후 십이지장과 상부 공장을 우회하는 문합술 시행 시 비만 대사 수술의 원리를 이용하여 우회시키는 소장의 길이를 기존 수술에서 시행하는 길이에 비하여 늘림으로써, 당뇨병의 호전을 기대할 수 있다는 이론이다.^{61,63-65}

이러한 중양 대사 수술의 개념은 비만도가 낮은 대사 질환을 가진 환자들이 수술적 완전 절제로 장기간의 생존을 기대하는 조기 위암을 가지고 있을 때 적용이 가능한데, 수술 후 체중 감소보다는 영양상태를 유지할 수 있어야 한다는 점에 있어서 기존의 대사 수술과 차별된다는 특징을 가지고 있다. 이에 대하여 최근 국내 소수 기관에서 제2형 당뇨병을 가진 위암 환자를 대상으로 시도 및 연구가 이루어지고 있으며 향후 이에 대한 대규모 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

고도 비만 환자에 있어서 수술적 치료는 현재까지 그 효과가 입증된 유일한 치료라고 할 수 있다. 우리나라의 경우에도 고도 비만 인구의 증가에 따라 이에 대한 수술적 치료가 점차적으로 증가하고 있으므로 이에 대한 안정성 확립을 위한 제도 마련이 필요하다. 최근의 비만 수술의 경향은 단순한 체중 감량에서 동반 질환을 개선하는 방향으로 전환되고 있으며 특히, 제2형 당뇨병 및 대사 질환의 개선을 중요한 목적으로 하고 있다. 우리나라와 같이 위암의 빈도가 높은 경우, 제2형 당뇨병을 가진 위

암 환자에게 종양의 완치와 함께 대사 질환의 개선을 달성할 수 있는 수술법을 개발하는 것도 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Mun EC, Blackburn GL, Matthews JB. Current status of medical and surgical therapy for obesity. *Gastroenterology* 2001;120: 669-681.
- Gastrointestinal surgery for severe obesity. NIH Consensus Statement Online 1991;9:1-20.
- Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, et al. Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med* 2010;363:2211-2219.
- Jee SH, Sull JW, Park J, et al. Body-mass index and mortality in Korean men and women. *N Engl J Med* 2006;355:779-787.
- Lee WJ, Wang W. Bariatric surgery: Asia-Pacific perspective. *Obes Surg* 2005;15:751-757.
- Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Al Mamun A, Bonneux L; NEDCOM, the Netherlands Epidemiology and Demography Compression of Morbidity Research Group. Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis. *Ann Intern Med* 2003;138: 24-32.
- Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF, Gail MH. Cause-specific excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA* 2007;298:2028-2037.
- Bray GA. Complications of obesity. *Ann Intern Med* 1985;103: 1052-1062.
- Calle EE, Kaaks R. Overweight, obesity and cancer: epidemiological evidence and proposed mechanisms. *Nat Rev Cancer* 2004;4:579-591.
- Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, et al. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med* 2004;351:2683-2693.
- Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, et al. Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2007;357:741-752.
- Scopinaro N, Adami GF, Marinari GM, et al. Biliopancreatic diversion. *World J Surg* 1998;22:936-946.
- Michielson D, Van Hee R, Hendrickx L. Complications of biliopancreatic diversion surgery as proposed by scopinaro in the treatment of morbid obesity. *Obes Surg* 1996;6:416-420.
- Iannelli A, Schneck AS, Dahman M, Negri C, Gugenheim J. Two-step laparoscopic duodenal switch for superobesity: a feasibility study. *Surg Endosc* 2009;23:2385-2389.
- Mason EE, Ito C. Gastric bypass in obesity. *Surg Clin North Am* 1967;47:1345-1351.
- Wittgrove AC, Clark GW, Tremblay LJ. Laparoscopic gastric bypass, Roux-en-Y: preliminary report of five cases. *Obes Surg* 1994;4:353-357.
- Buchwald H, Oien DM. Metabolic/bariatric surgery Worldwide 2008. *Obes Surg* 2009;19:1605-1611.
- Szinicz G, Müller L, Erhart W, Roth FX, Pointner R, Glaser K. "Reversible gastric banding" in surgical treatment of morbid obesity--results of animal experiments. *Res Exp Med (Berl)* 1989;189:55-60.
- Kuzmak LI. A review of seven years' experience with silicone gastric banding. *Obes Surg* 1991;1:403-408.
- Colquitt JL, Picot J, Loveman E, Clegg AJ. Surgery for obesity. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;(2):CD003641.
- Carandina S, Tabbara M, Galiay L, et al. Long-Term outcomes of the laparoscopic adjustable gastric banding: weight loss and removal rate. A single center experience on 301 patients with a minimum follow-up of 10 years. *Obes Surg* 2017;27:889-895.
- Almog G, Crookes PF, Anthone GJ. Longitudinal gastrectomy as a treatment for the high-risk super-obese patient. *Obes Surg* 2004;14:492-497.
- Moon Han S, Kim WW, Oh JH. Results of laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at 1 year in morbidly obese Korean patients. *Obes Surg* 2005;15:1469-1475.
- Johnston D, Dachtler J, Sue-Ling HM, King RF, Martin IG. The magenstrasse and mill operation for morbid obesity. *Obes Surg* 2003;13:10-16.
- Deitel M, Crosby RD, Gagner M. The first international consensus summit for sleeve gastrectomy (SG), New York City, October 25-27, 2007. *Obes Surg* 2008;18:487-496.
- Karamanakos SN, Vagenas K, Kalfarentzos F, Alexandrides TK. Weight loss, appetite suppression, and changes in fasting and postprandial ghrelin and peptide-YY levels after Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy: a prospective, double blind study. *Ann Surg* 2008;247:401-407.
- Bohdjalian A, Langer FB, Shakeri-Leidenmühler S, et al. Sleeve gastrectomy as sole and definitive bariatric procedure: 5-year results for weight loss and ghrelin. *Obes Surg* 2010;20:535-540.
- Peterli R, Wölnerhanssen B, Peters T, et al. Improvement in glucose metabolism after bariatric surgery: comparison of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy: a prospective randomized trial. *Ann Surg* 2009;250: 234-241.
- Himpens J, Dobbelaire J, Peeters G. Long-term results of laparoscopic sleeve gastrectomy for obesity. *Ann Surg* 2010;252: 319-324.
- Lee WJ, Chong K, Ser KH, et al. Gastric bypass vs sleeve gastrectomy for type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. *Arch Surg* 2011;146:143-148.
- Kehagias I, Karamanakos SN, Argentiou M, Kalfarentzos F. Randomized clinical trial of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass versus laparoscopic sleeve gastrectomy for the management of patients with BMI < 50 kg/m². *Obes Surg* 2011;21: 1650-1656.
- Hutter MM, Schirmer BD, Jones DB, et al. First report from the American College of Surgeons Bariatric Surgery Center Network: laparoscopic sleeve gastrectomy has morbidity and effectiveness positioned between the band and the bypass. *Ann Surg* 2011;254:410-420; discussion 420-422.
- Park JY, Kim YJ. Laparoscopic sleeve gastrectomy in obese Korean patients: up to 4-year follow-up in a single center. *Ann*

- Surg Treat Res 2015;88:246-252.
34. Park JY, Kim YJ. Laparoscopic gastric bypass vs sleeve gastrectomy in obese Korean patients. *World J Gastroenterol* 2015;21:12612-12619.
35. Castagneto Gisse L, Casella Mariolo JR, Mingrone G. How to choose the best metabolic procedure? *Curr Atheroscler Rep* 2016;18:43.
36. Kim JH, Wolfe B. Bariatric/metabolic surgery: short- and long-term safety. *Curr Atheroscler Rep* 2012;14:597-605.
37. Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery (LABS) Consortium, Flum DR, Belle SH, et al. Perioperative safety in the longitudinal assessment of bariatric surgery. *N Engl J Med* 2009;361:445-454.
38. Finks JF, Kole KL, Yenumula PR, et al. Predicting risk for serious complications with bariatric surgery: results from the Michigan Bariatric Surgery Collaborative. *Ann Surg* 2011;254:633-640.
39. DeMaria EJ, Pate V, Warthen M, Winegar DA. Baseline data from American Society for Metabolic and Bariatric Surgery-designated Bariatric Surgery Centers of Excellence using the Bariatric Outcomes longitudinal database. *Surg Obes Relat Dis* 2010;6:347-355.
40. Gupta PK, Franck C, Miller WJ, Gupta H, Forse RA. Development and validation of a bariatric surgery morbidity risk calculator using the prospective, multicenter NSQIP dataset. *J Am Coll Surg* 2011;212:301-309.
41. Marcotte E, Chand B. Management and prevention of surgical and nutritional complications after bariatric surgery. *Surg Clin North Am* 2016;96:843-856.
42. O'Kane M, Barth JH. Nutritional follow-up of patients after obesity surgery: best practice. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2016;84:658-661.
43. Livingston EH. The incidence of bariatric surgery has plateaued in the U.S. *Am J Surg* 2010;200:378-385.
44. Abraham A, Ikramuddin S, Jahansouz C, Arafat F, Hevelone N, Leslie D. Trends in bariatric surgery: procedure selection, revisional surgeries, and readmissions. *Obes Surg* 2016;26:1371-1377.
45. Spaniolas K, Kasten KR, Brinkley J, et al. The changing bariatric surgery landscape in the USA. *Obes Surg* 2015;25:1544-1546.
46. Choi YB. Current status of bariatric and metabolic surgery in Korea. *Endocrinol Metab (Seoul)* 2016;31:525-532.
47. Lee HJ, Ahn HS, Choi YB, et al. Nationwide survey on bariatric and metabolic surgery in Korea: 2003-2013 results. *Obes Surg* 2016;26:691-695.
48. Azagury D, Morton JM. Bariatric surgery outcomes in US accredited vs non-accredited centers: a systematic review. *J Am Coll Surg* 2016;223:469-477.
49. Fouse T, Brethauer S. Resolution of comorbidities and impact on longevity following bariatric and metabolic surgery. *Surg Clin North Am* 2016;96:717-732.
50. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2004;292:1724-1737.
51. Pories WJ, Swanson MS, MacDonald KG, et al. Who would have thought it? An operation proves to be the most effective therapy for adult-onset diabetes mellitus. *Ann Surg* 1995;222:339-350; discussion 350-352.
52. Buchwald H, Estok R, Fahrenbach K, et al. Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Am J Med* 2009;122:248-256.e5.
53. Schauer PR, Kashyap SR, Wolski K, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy in obese patients with diabetes. *N Engl J Med* 2012;366:1567-1576.
54. Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, et al. Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2012;366:1577-1585.
55. Korner J, Bessler M, Cirilo LJ, et al. Effects of Roux-en-Y gastric bypass surgery on fasting and postprandial concentrations of plasma ghrelin, peptide YY, and insulin. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:359-365.
56. Laferrère B, Teixeira J, McGinty J, et al. Effect of weight loss by gastric bypass surgery versus hypocaloric diet on glucose and incretin levels in patients with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93:2479-2485.
57. Mingrone G, Castagneto-Gissey L. Mechanisms of early improvement/resolution of type 2 diabetes after bariatric surgery. *Diabetes Metab* 2009;35:518-523.
58. Kamvissi V, Salerno A, Bornstein SR, Mingrone G, Rubino F. Incretins or anti-incretins? A new model for the "entero-pancreatic axis". *Horm Metab Res* 2015;47:84-87.
59. Kang KC, Shin SH, Lee YJ, Heo YS. Influence of gastrectomy for stomach cancer on type 2 diabetes mellitus for patients with a body mass index less than 30 kg/m(2). *J Korean Surg Soc* 2012;82:347-355.
60. Wang KC, Huang KH, Lan YT, et al. Outcome after curative surgery for gastric cancer patients with type 2 diabetes. *World J Surg* 2014;38:431-438.
61. Pak J, Kwon Y, Lo Menzo E, Park S, Szomstein S, Rosenthal RJ. Impact of gastrointestinal bypass on nonmorbidly obese type 2 diabetes mellitus patients after gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis* 2015;11:1266-1272.
62. Xiong SW, Zhang DY, Liu XM, Liu Z, Zhang FT. Comparison of different gastric bypass procedures in gastric carcinoma patients with type 2 diabetes mellitus. *World J Gastroenterol* 2014;20:18427-18431.
63. Kim WS, Kim JW, Ahn CW, Choi SH. Resolution of type 2 diabetes after gastrectomy for gastric cancer with long limb Roux-en Y reconstruction: a prospective pilot study. *J Korean Surg Soc* 2013;84:88-93.
64. Kwon Y, Abdemur A, Lo Menzo E, Park S, Szomstein S, Rosenthal RJ. The foregut theory as a possible mechanism of action for the remission of type 2 diabetes in low body mass index patients undergoing subtotal gastrectomy for gastric cancer. *Surg Obes Relat Dis* 2014;10:235-242.
65. Kim JW, Kim KY, Lee SC, Yang DH, Kim BC. The effect of long Roux-en-Y gastrojejunostomy in gastric cancer patients with type 2 diabetes and body mass index < 35 kg/m(2): preliminary results. *Ann Surg Treat Res* 2015;88:215-221.