

제2형 당뇨병을 동반한 국내 고도비만 환자에서 대사비만 수술의 효과

가톨릭대학교 여의도성모병원 ¹외과, ²내과

이홍찬¹ · 김미경² · 권혁상² · 송기호² · 김응국¹

The Impact of Metabolic and Bariatric Surgery on Morbidly Obese Patients with Type 2 DM

Hongchan Lee, M.D., Ph.D.¹, Mikyoung Kim, M.D., Ph.D.², Hyuksang Kwon, M.D., Ph.D.²,
Kiho Song, M.D., Ph.D.², Eungkook Kim, M.D., Ph.D.¹

Departments of ¹Surgery and ²Internal Medicine, Yeouido St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass (LRYGB) and laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB) are the most effective intervention and cure in achieving sustained weight loss in the morbidly obese with co-morbidities, especially in type 2 diabetes mellitus (DM). Currently, there are few data in the literature presenting early diabetic outcomes between the 2 major bariatric surgeries in Korea. The aim of this study is to observe weight loss, improvement of type 2 DM after LRYGB and LAGB.

Methods: 33 retrospective data were obtained from diabetic subjects undergoing LRYGB (n=53) and LAGB (n=77). These measurements included age, sex, body mass index (BMI), pre-operative diabetic duration, post-operative diabetic at follow-up visit after surgery. Paired t-test, and SPSS12.0 were used for statistical analysis.

Results: 33 morbidly obese patients with type 2 DM who had both procedures complain of general weakness. Most patients were taking oral medications or insulin and tired of them. Pre and post-op 12 months of percent of excess weight loss (%EWL), fetal bovine serum (FBS), hemoglobin A1c (HbA1C) presented at 0%, 185.6 mg/dl, 8.7% and 70.6%, 123.4 mg/dl, 6.6% in patients who had LRYGB (P<0.05). Pre and post-op 12 months of %EWL, FBS, HbA1C presented at 0%, 180.6 mg/dl, 8.4% and 32.8%, 136.5 mg/dl, 6.8% in patients who had LAGB (P<0.05). Rate of discontinuance or decreasing for treatment of type 2 DM after surgery showed 94% for LRYGB versus 80% for LAGB, and unchanged rates were 6% versus 20%, respectively.

Conclusion: This study showed LRYGB and LAGB are quite satisfactory and promising bariatric procedures with significant weight loss and improvement of type 2 DM in Koreans. LRYGB is significantly associated with more weight loss, more diabetic outcome than LAGB. Clinical experiences in Korea with both procedures are limited and a larger number of cases are need, but the recent data shows promising results that are comparable to the international experience. (J Korean Surg Soc 2010;79:8-13)

Key Words: Laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass (LRYGB), Laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB), Improvement of type 2 diabetes mellitus

중심 단어: 복강경 루와이 위우회술, 복강경 조절형 위밴드 삽입술, 제2형 당뇨병의 호전

서론

비만은 제2형 당뇨병의 중요한 원인으로 잘 알려져 있으며 일단 당뇨병이 발생하게 되면 약물, 운동, 식이요법 등의 일반적인 치료로써는 당뇨 합병증의 예방 및 실제적인 완치의 효과를 보기는 어렵다. 이에 최근에는 고도비만 환자에서 당뇨병의 예방을 위한 관점에서 비만 수술의 중요성을 강조하는 문헌 보고가 발표되었다.(1) 이미 서양에서는 동반 질환으로 제2형 당뇨병이 있던 비만 환자에서 비만 수술 이후 체중 감소와 더불어 제2형 당뇨병의 개선 및 완전 관해에 대한 많은 연구 보고가 있으며,(2,3) 특히 체중 감소가 일어나기 전 수술 후 2~3일 혹은 몇 주 만에 당도가 개선된다는 연구 보고와 더불어 이에 대한 병태생리학적 기전에 대한 전향적 연구 보고도 발표되어 있다.(4,5) 하지만 국내의 경우 비만 수술이 아직 초기 단계로 비만 수술 이후 제2형 당뇨병의 변화에 대한 문헌이 없는 상황이다. Yoon 등(6)에 따르면 아시아인의 경우 서양인보다 당뇨병 등의 비만 관련 합병증이 상대적으로 낮은 체질량지수에서 일찍 발생하는 것으로 이미 잘 알려져 있으며 이는 아시아인이 서양인에 비해 상대적으로 높은 체지방량 및 내장 지방량과 복부 비만으로 인해 인슐린 저항성이 발생하기 쉬우며, 당뇨병 발생 초기에 췌장 베타 세포의 인슐린 분비 저하의 특성 등에 의한 것으로 알려져 있다. 또한 최근 아시아 국가들의 식습관 변화 및 도시화, 생활 환경의 급격한 변화로 인해 제2형 당뇨병의 발생률이 서양을 앞질러 급증하고 있어 과거 비만한 서양인들의 병으로 인식되었던 제2형 당뇨병이 이제는 한국을 포함한 아시아에서 그 심각성을 더해 가고 있는 실정이다. 이에 따라 2005년 Asia Pacific Bariatric Surgery Group (APBSG)에서도 비만 환자의 수술 적응증을 1) 체질량지수 >37인 경우 2) 체질량지수 >32이며 당뇨 또는 기타 비만과 관련된 동반 질환이 2개 이상 있는 경우 3) 식이요법이나 약물로 체중 감량 또는 유지를 할 수 없는 경우 4) 18세 초과 또는 65세 미만인 경우로 서양에 비해 낮은 체질량지수에서 적응증을 발표하였다. 저자들은 국내 비만 수술의 경험을 바탕으로 전 세계적으로 가장 많이 시행되고 있는 복강경 루와이 위우회술(laposcopic Roux-en-Y gastric bypass, LRYGB)과 복강경 조절형 위밴드 삽입술(laposcopic adjustable gastric banding, LAGB)이 제2형 당뇨병에 미치는 영향을 후향적으로 비교 분석하고자 하였다.

방 법

2003년 10월에서 2008년 12월까지 시행한 총 130예의 비만 수술을 받은 환자 중에서 LRYGB를 시행 받은 53예 중 수술 전 당뇨병으로 진단된 16예, LAGB를 시행 받은 77예 중 수술 전 당뇨병으로 진단된 17예, 총 33예를 대상으로 수술 전후 체중 감소, 공복 시 혈당, 당화혈색소, 인슐린 주사 및 경구약의 사용 변화를 후향적으로 분석하였다. 이 중 LRYGB 예정이었던 2명과 LAGB 예정이었던 5명이 수술 전 외래 검사에서 새로이 당뇨병으로 진단된 환자들이었다. 당뇨병의 진단 기준은 2007 American Diabetes Association의 자료를 근거로 하였다. 환자들은 대부분 수술 전과 수술 후 외래 추적 검사를 통해 혈액 검사의 객관적인 수치 변화를 측정 받았다. 또한 수술 후 당뇨의 관리 및 치료법의 실질적인 현재 변화에 대한 조사를 위해 모든 환자들에게 전화 질의를 시행하였다.

1) 데이터 수집 및 분석

데이터는 환자들의 진료 기록을 통해 후향적으로 조사하였다. 당뇨병으로 진단 받고 이미 경구용 약물 또는 인슐린 주사로 내과적 치료를 받고 있던 환자들을 대상에 포함했으며 수술 전 외래 검사에서 새로이 진단된 환자들도 대상에 포함하였다. 환자들은 수술 후 3개월째, 9개월째 외래 추적 검사를 통해 공복 시 혈당이나 당화혈색소를 측정 받았으며 수술 전 수치와 비교 분석하였다. 총 33명 중 수술 후 외래 차트와 검사를 통한 추적검사가 가능하였던 31명에서 자료를 수집할 수 있었으며 치료 방법은 식이조절 및 운동, 경구용 약물, 인슐린 주사, 경구용 약물과 인슐린 주사 병용으로 크게 4가지의 형태로 나누어 비교 분석하였다. 데이터 분석은 paired t-test와 chi-square test를 사용하였다. $P < 0.05$ 인 경우를 통계적 유의성으로 분석하였으며 통계 분석 프로그램으로는 SPSS 12.0을 사용하였다.

2) 수술 방법

수술 방법의 결정은 환자의 나이, 성별, 체질량지수, 내과적 질환의 과거력, 수술 과거력, 영양 상태, 정신과적 분석 그리고 개인 성향을 종합하여 외과 의사 결정하였다. 수술에 관한 자세한 기술과 사진은 기존에 저자들이 발표한 문헌 내용과 같이 진행 하였다.(7,8)

(1) 복강경 루와이 위우회술(LRYGB): 전신마취 하에 양와

위 상태에서 2개의 12 mm 투관침과 2개의 5 mm 투관침을 사용하여 복강경 수술을 시행하였다. Treitz 인대를 확인한 뒤, 인대로부터 20~30 cm 하방 정도의 부위에서 공장을 내시경용 45 mm Linear Endoscopic Stapler® (Ethicon, Cincinnati, OH, USA)로 직각 절단하였다. 절단된 원위부 공장을 상부로 견인하면서 5 cm 부위에 표지가 되어 있는 bowel grasper를 이용하였으며 환자의 체질량지수에 따라 100 cm 혹은 150 cm 하방 부위를 잡고 절단 부위의 근위부 공장 옆에 위치하게 하였다. 양측 공장의 antimesenteric boarder에 Harmonic Scalpel® (Ethicon Endo-Surgery, Cincinnati, OH, USA)로 구멍을 내고 약간씩 확장하여 linear endoscopic stapler를 사용하여 측측 문합을 시행하였다. Stapler구멍은 linear endoscopic stapler로 절단하거나 2-0 Vicryl로 단층 봉합하였다. 원위부 공장의 장간막 절단면과 Roux limb의 장간막면을 2-0 Ethibond® (Ethicon, USA)로 연속 봉합하여 탈장 발생을 방지하였고, 소장 절단면까지 봉합을 연결하여 소위 'anti-obstruction suture'를 시행하였다. 그 후 Roux limb를 상부로 올리기 위하여 결장 후방, 위장 후방 또는 결장 전방 통로를 정하였으며, 결장 전방은 대망 전방 또는 대망 후방의 통로를 택하였다. 위공장문합술은 nathanson 간장 견인기를 설치하고 환자를 역 trendelenberg 자세로 바꾼 상태에서 시작하였다. 위식도 이행부 아래 3~4 cm부위의 위를 주위 조직으로부터 분리하고 위 후방을 박리한 다음 linear endoscopic stapler를 이용하여 수평으로 절단하였다. 그 끝으로부터 angle of His까지 수직 방향으로 올라가며 반복 stapling하여 20 ml 가량 크기의 위낭(gastric pouch)을 만들어 나머지 위와 완벽하게 절단 분리하였다. 2-0 Ethibond를 이용하여 위낭의 stapler선과 Roux limb 공장의 antimesenteric border의 장막 근육층을 연속 봉합하여 위공장 문합부의 후방 lambert 봉합을 시행하였다. Harmonic scalpel을 이용하여 중앙 부위의 위낭 전벽과 공장에 각각 구멍을 만들고 확장한 후 linear endoscopic stapler를 반쯤 밀어 넣고 발사하여 문합한 후 남은 구멍은 2-0 Vicryl로 봉합하여 막았다. 이후 2-0 Ethibond 봉합사로 전방 lambert봉합을 시행하였다. Roux limb 공장을 내시경 장감자로 막고 위 tube로 metylene blue 혼합 식염수를 주사하거나 공기 누출 시험을 시행한 후 누출이 없음을 항시 확인하였다.

(2) 복강경 조절형 위밴드 삽입술(LAGB): 전신마취 하에 양와위 상태에서 먼저 umbilicus 상부를 절개 후 12 mm 투관침을 통해 15 mmHg의 기복을 형성한 후 복강경을 삽입하였으며 3~4개의 5 mm 투관침을 사용하여 복강경 수술을

시행하였다. Angle of His 부위에 esophageal retractor가 통과할 수 있을 정도의 작은 구멍을 만들고 O'Brien에 의해 발표된 pars flaccid 기법을 사용하였다. Pars flaccida가 열린 뒤에 하대정맥을 피해 우측 crus의 외하방 경계를 확인 후 5 mm esophageal retractor를 삽입하여 angle of His 부위의 구멍으로 위후방 통로를 형성하여 나오도록 하였다. 이후 LAP-BAND® (Allergan, Irvine, CA, USA)를 12 mm 투관침을 제거 후 투관침 구멍을 통하여 복강 내로 삽입하였다. Band의 tubing system을 esophageal retractor의 slot에 삽입 후 esophageal retractor를 당겨서 band가 위식도 접합부(gastro-esophageal junction) 직하방에 위치하게 하였다. 이후 2-0 Ethibond를 이용해 band 주변의 위장막간 봉합을 3~4곳 시행하여 band를 고정하였다. 이때 band의 buckle은 덮지 않도록 하였다. LAGB 후 식염수 주입은 약 5~8주 후에 첫 식염수 투입(1.0 ml)을 시작하며 그 후 환자의 한끼 식사량, 포만감 정도 등에 따라 5~8주 마다 0.25~0.5 ml의 식염수를 투입하였다.

결 과

LRYGB와 LAGB를 받은 환자 중에서 제2형 당뇨병이 있었던 33예의 수술 전 성별, 평균나이, 평균 체질량지수, 당뇨병의 유병기간, 경구용 당뇨병 치료제와 인슐린 사용 여부 등을 비교하였다(Table 1). 두 수술을 받은 환자들은 대부분이 여성이었으며 평균나이, 평균 체질량지수는 두 수

Table 1. Demographics of type 2 diabetes mellitus, patients who had undergone 2 main bariatric surgeries

	LRYGB* (n=16)	LAGB† (n=17)
Male	5	4
Female	11	13
Mean age (yrs)	36	32
Mean BMI‡ (kg/m²)	42	38
Duration of diabetes (yrs)	7	4
Patient number of antidiabetic medication		
OA§ only	11	14
OA+insulin	5	3
Number of other co-morbidities		
One	8	6
Two	3	1

*LRYGB = laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass; †LAGB = laparoscopic adjustable gastric banding; ‡BMI = body mass index; §OA = oral agents.

Table 2. Changes of %EWL, FBS, & HbA1c after LRYGB and LAGB (mean)

	LRYGB* (n=16)	LAGB [†] (n=17)	P-value
Pre-op			
%EWL [‡]	0	0	—
FBS [§] (mg/dl)	185.6	180.6	<0.05
HbA1c (%)	8.7	8.4	<0.05
Post-op 1 month			
%EWL	26.6	17.2	<0.05
FBS (mg/dl)	165.1	176.2	<0.05
HbA1c (%)	7.9	8.1	NS
Post-op 3 months			
%EWL	49.9	27.2	<0.05
FBS (mg/dl)	127.9	169.4	<0.05
HbA1c (%)	7.1	7.8	<0.05
Post-op 12 months			
%EWL	70.6	32.8	<0.05
FBS (mg/dl)	123.4	136.5	<0.05
HbA1c (%)	6.6	6.8	NS

*LRYGB = laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass; [†]LAGB = laparoscopic adjustable gastric banding; [‡]%EWL = percent of excess weight loss; [§]FBS = fetal bovine serum; ^{||}HbA1c = hemoglobin A1c.

술을 받은 환자간에 큰 차이는 보이지 않았다. 제2형 당뇨병의 유병기간은 LRYGB를 받은 환자는 평균 7년이었고 LAGB를 받은 환자는 평균 4년이었으며 대부분에서 경구용 당뇨병 치료제를 복용하고 있었다. 수술 전과 수술 후 12개월째까지 외래 방문 및 임상 검사 등 추적검사가 가능하였던 LRYGB를 받은 16명과 LAGB를 받은 17명의 환자를 비교하였다. LAGB를 시행 받은 환자의 경우 수술 전과 수술 후 12개월에 %EWL과 공복 시 혈당치, 당화혈색소가 각각 0%, 180.6 mg/dl, 8.4%에서 32.8%, 136.5 mg/dl, 6.8%이었으며 LRYGB를 시행 받은 환자의 경우 수술 전과 수술 후 12개월에 %EWL, 공복 시 혈당치, 당화혈색소가 각각 0%, 185.6 mg/dl, 8.7%에서 70.6%, 123.4 mg/dl, 6.6%이었다. 각각의 두 수술을 받은 환자 모두에서 체질량지수와 공복시 혈당치, 당화혈색소가 유의하게 차이가 있음을 알 수 있었으며 양 수술간 체중 감소와 공복시 혈당치, 당화혈색소 감소의 정도를 수술 후 1, 3, 12개월에서 비교할 수 있었으며 LRYGB를 받은 환자에서 유의하게 차이가 있음을 알 수 있었다(Table 2). 수술 후 24개월째 경구용 치료제와 인슐린 주사 여부는 외래 차트와 전화 질의를 통해 알 수 있었는데 LAGB를 시행 받은 총 16명의 환자 중 15명에게서 확인할 수 있었으며 이 중 3명의 환자가 치료를 그대로 유지하고

Table 3. Changes of the management for diabetes 24 months after surgery

	LRYGB* (n=16)	LAGB [†] (n=15)
OA [‡]	11	7
Keep medication [§]	0	2
Stop or reduced medication	11	5
OA + insulin	5	8
Keep medication [§]	1	1
Stop or reduced medication	4	7

*LRYGB = laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass; [†]LAGB = laparoscopic adjustable gastric banding; [‡]OA = oral agents; [§]No change pre and post operation of diabetic treatment.

있었고 나머지 12명에서는 경구용 약물과 인슐린 주사를 중단하던지 감량하게 되었다. LRYGB를 시행 받은 총 16명의 환자 중 경구용 치료제를 사용하였던 11명의 경우 모두에서 복용을 중단하게 되었으며 나머지 인슐린 치료와 병용한 5명에서 1명을 제외한 모든 환자에서 중단 또는 감량하게 되었다(Table 3).

고 찰

많은 서양 문헌에서 보고되었듯이(1-5) 비만으로 인한 제2형 당뇨병이 동반된 환자에서 비만 수술을 시행한 후 체중 감소와 더불어 당뇨병의 개선이 발생하는 것이 본 연구에서도 확인되었다. 또한 LRYGB가 LAGB에 비해 실제적으로 기존의 당뇨병 치료를 중단한 빈도도 월등히 우월한 것으로 분석되었다. 다만 저자들의 후향적 연구의 대상이 되었던 LRYGB를 받은 16명과 LAGB를 받은 17명에 대한 계속적인 정기적 외래 진료와 당검사 등이 부족하였던 것이 이 연구의 제한점이 될 수 있으며 향후 개선되어야 할 과제라고 할 수 있겠다.

Guidone 등(4)에 따르면 비만 수술 이후 제2형 당뇨병의 개선이 발생하는 기전은 LRYGB로 인해 분해나 소화가 되지 않은 음식물이 상부 위장관을 우회하여 회장에 도달해 장인슐린축(enteroinsular axis)에 영향을 주고 이로 인해 GLP-1의 증가 및 GIP의 감소가 발생하여 조직의 인슐린 민감성의 증가와 췌장 베타 세포의 글루코즈 민감성 증가가 발생하여 결과적으로 당뇨 개선이 된다고 설명하고 있다. 또한 Rosa 등(5)에 따르면 LRYGB 이후 글루코즈와 지방산의 대사와 관련된 유전자 발현의 변화로 인해 골격근(skeletal muscle)의 인슐린 민감성 증가가 발생한다고 설명

하고 있다. 본 연구에서도 증명되었듯이 비만 수술로 인한 효과는 체중 감소와 더불어 비만 환자의 가장 중요한 동반 질환인 제2형 당뇨병을 개선하고 치료한다는 점에서 더 큰 의미를 가진다고 본다. 추후 한국 및 동양인 비만의 특성을 고려해 수술 전 후 체지방 및 내장 지방의 변화와 관련하여 당뇨병의 개선에 대한 연구가 필요하리라 생각된다. 한편 혈액 검사를 통해 공복혈당의 유의한 감소에도 불구하고 LAGB를 시행 받은 환자의 경우 실제로 기존 당뇨병 치료의 변화가 있었던 환자는 한 명도 없었다. LAGB의 경우 장 인슐린축에 변화가 발생하지 않으며 상대적으로 적은 체중 감소로 인해 당뇨병의 개선 효과가 당연히 적을 것으로 예측이 되나 수술 이후 경구용 치료제의 종류 감소나 투여 용량의 변화에 대한 구체적인 비교 분석을 하지 못하여 이에 대한 구체적인 추가적 연구가 필요하리라 생각된다.

제2형 당뇨병이 동반된 환자가 비만 수술을 받은 경우 체중 감소율이 상대적으로 적은 현상에 대한 명백한 원인으로 밝혀진 것은 없지만 서양 문헌들에 따르면 그 원인으로 인슐린의 동화작용(anabolic effect)을 제시하고 있다.(9-12) 즉, 환자가 투여하던 인슐린 주사나 경구용 치료제(sulfonylureas, meglitinides, and thiazolidinediones) 등에 의한 인슐린 농도 및 인슐린 민감성 증가로 인한 동화작용의 일환으로 지질생성(lipogenesis), 중성지방(triglyceride) 합성, 지방세포 분화(adipocyte differentiation), 근육합성(muscle synthesis) 등의 증가로 인해 제2형 당뇨병 환자에게는 비당뇨병 환자보다 체중 감소가 적을 것이라는 추론이다.

한편 Min(12)에 의하면 한국인의 제2형 당뇨병의 경우 서양인과 다르게 비비만형이 많으며 인슐린 저항성보다 인슐린 분비 감소가 주된 원인이 되며 제2형 당뇨병의 진행 과정에서 체중 감소가 발생하는 특징이 있으며 고인슐린혈증도 적은 특징이 있다.

Guidone 등(4)의 전향적 연구에 따르면 수술 이후 1주일 안에 인슐린의 농도가 급격히 감소하게 되는데 인슐린의 동화작용이 과연 얼마나 체중 감소를 저해하는데 영향을 미칠지에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것이며 당뇨병의 복잡한 병태생리학적 기전과의 연관성을 본 연구에서 다루는 데는 한계가 있겠지만 저자들은 1) 한국인의 제2형 당뇨병의 경우 앞서 언급하였듯이 인슐린 분비 감소가 주된 원인이고 고인슐린혈증이 상대적으로 적은 이유로 인해 인슐린에 의한 동화작용이 적게 발생할 것이라는 점과 2) 고도 비만으로 수술을 받은 환자들이 당뇨 병력의 기간이 짧은 젊은 집단이며 한국형 당뇨병의 경우 당뇨 진행 과정

에서 체중 감소가 발생한다는 두 가지 특성으로 인해 한국인의 경우 고도 비만 수술 이후 체중 감소의 효과가 서양과 달리 당뇨병과 비당뇨군간에 특별한 차이가 없을 것이라는 새로운 가설을 제시해 본다. 또한 장기추적검사 및 좀 더 많은 수술에 등 추가적인 연구 및 경험이 필요하지만 본 연구의 결과에 따르면 고도비만을 동반한 제2형 당뇨병 환자가 고도비만 수술을 받은 경우 LRYGB에서 보다 많은 체중 감소와 당 조절과 복용약 중단 및 감량 면에서 유의하게 차이가 있음을 알 수 있었다. 또한 추후 한국인 및 동양인의 비만 및 당뇨병의 특징이 서양인과는 많은 차이가 있으므로 비만 수술과 관련하여 이에 대한 추가적 연구 및 경험이 필요하리라 생각된다.

결론

저자들은 본 연구를 통해 한국인에서도 LRYGB와 LAGB가 비만으로 인한 제2형 당뇨병 환자에서 수술 이후 체중 감소와 더불어 당뇨의 개선에 효과가 있음을 확인하였으며 한국인 및 동양인의 경우 서양인에 비해 낮은 비만도에서 당뇨를 포함한 동반 질환에 취약하다는 점을 고려해 봤을 때 국내 고도 비만의 환자에게 있어서 당뇨병 및 합병증의 예방 및 치료를 위해 비만 수술이 향후 획기적인 치료 방법이 될 수 있음을 기대한다.

REFERENCES

- 1) Cummings S, Apovian CM, Khaothiar L. Obesity surgery: evidence for diabetes prevention/management. *J Am Diet Assoc* 2008;108:S40-4.
- 2) Schauer PR, Burguera B, Ikramuddin S, Cottam D, Gourash W, Hamad G, et al. Effect of laparoscopic Roux-en Y gastric bypass on type 2 diabetes mellitus. *Ann Surg* 2003;238:467-84; discussion 84-5.
- 3) Sugerman HJ, Wolfe LG, Sica DA, Clore JN. Diabetes and hypertension in severe obesity and effects of gastric bypass-induced weight loss. *Ann Surg* 2003;237:751-6; discussion 7-8.
- 4) Guidone C, Manco M, Valera-Mora E, Iaconelli A, Gniuli D, Mari A, et al. Mechanisms of recovery from type 2 diabetes after malabsorptive bariatric surgery. *Diabetes* 2006;55:2025-31.
- 5) Rosa G, Mingrone G, Manco M, Euthine V, Gniuli D, Calvani R, et al. Molecular mechanisms of diabetes reversibility after bariatric surgery. *Int J Obes (Lond)* 2007;31:1429-36.
- 6) Yoon KH, Lee JH, Kim JW, Cho JH, Choi YH, Ko SH, et

- al. Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia. *Lancet* 2006;368:1681-8.
- 7) Kim E, Kim D, Lee S, Lee H. Minimal-scar laparoscopic adjustable gastric Banding (LAGB). *Obes Surg* 2009;19:500-3.
- 8) Lee H, Kim D, Lee S, Nam K, Kim E. Initial evaluation of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and adjustable gastric banding in Korea: a single institution study. *Obes Surg*. Forthcoming 2008.
- 9) Flier J, Maratos-Flier E. Energy homeostasis and body weight. *Curr Biol* 2000;10:R215-7.
- 10) Kahn BB, Flier JS. Obesity and insulin resistance. *J Clin Invest* 2000;106:473-81.
- 11) Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Lancet* 1998; 352:837-53.
- 12) Min HK. Non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) in Korea. *Diabet Med* 1996;13:S13-5.