비만 수술 후 지속되는 고도 인슐린 저항성 및 덤핑 증후군을 보인 2형 당뇨병 환자 1예

강현준¹, 김형오¹, 최하나¹, 홍수민¹, 이철현², 김유진¹, 박소영¹, 전 숙¹, 오승준¹, 우정택¹, 김성운¹, 이상열^{1,*}

¹경희대학교 의과대학 내분비대사내과, ²경희대학교 의학과 석사수료

A Case of Type 2 Diabetes Mellitus with Severe Insulin Resistance and Dumping Syndrome after Bariatric Surgery

Hyun Joon Kang¹, Hyung Oh Kim¹, Ha Na Choi¹, Soo Min Hong¹, Cheol Hyun Lee², Yu Jin Kim¹, So Young Park¹, Suk Chon¹, Seungjoon Oh¹, Jeong-taek Woo¹, Sung Woon Kim¹, Sang Youl Rhee^{1,*}

¹Department of Endocrinology and Metabolism, Kyung Hee University School of Medicine, Seoul; ²Department of Internal Medicine, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Patients with diabetes undergo bariatric surgery to improve sugar metabolism and to achieve weight loss. However, possible complications after bariatric surgery must be carefully considered. We report a case of uncontrolled blood sugar after bariatric surgery despite weight loss in a severely obese patient with diabetes. The patient underwent bariatric surgery in 2009 in order to lose weight and improve glycemic control. Six months after the surgery, the patient experienced dumping syndrome. The patient did actually lose weight; however, as the visceral fat/subcutaneous fat+visceral fat ratio increased, insulin resistance was not improved, and glycemic control was aggravated. The patient received proper medication for dumping syndrome including nutritional support and exercise education. Due to these efforts, the patient has maintained her weight loss, and her blood sugar level was controlled within the target range.

Key words: Bariatric surgery, Intra-abdominal fat, Protein-energy malnutrition, Dumping syndrome

서론

과체중 혹은 비만한 제2형 당뇨병 환자에서 체중 조절을 하면 혈당 조절에 도움이 된다는 사실은 익히 알려져 있다. 이에 당뇨병 환자에서 체중 감량을 위해 생활 습관 교정 치료(lifestyle modification therapy), 의학 영양 치료(medical nutrition therapy), 운동 요법, 약물 치료 등 다양한 방법이 시도되고 있다. 그중에서도 비수술적 방법으로 체중 감량이 어려운 고도 비만 환자들을 대상으로 수술적 치료가 대안으로 제시되었고^{1,2}, 우리나라에서 비만 수술(bariatric surgery)은 비급여 항목으로 정확한 시행 건수는 파악하기 어려우나, 한국보건의료연구원에 따르면 2003년에 시작된 이래 점차 증가하여 2011년

부터는 연간 1천 건 이상 시행되는 것으로 추정된다.³

제2형 당뇨병을 동반한 고도 비만 환자에서 비만 수술을 시행한 결과 체중 감소 효과뿐 아니라 혈당 조절에도 효과가 있었다는 연구 결과와 함께^{4,5}, 최근에는 당뇨병이 있는 비만 환자군에서 약물 치료 군과 비만 수술군을 비교한 결과 약물 치료에 비해 비만 수술이 체중 감소 효과 및 당 대사의 호전에서 월등함을 보였다는 보고가 있었다.^{6,7} 또한 당뇨병을 가진 고도 비만 환자를 대상으로 약물 치료군과 비만 수술군을 3년 추적 관찰한 연구에서도 약물 치료군에 비해 비만 수술군에서 혈당이 조절 목표 이내로 유지되는 비율이 높음이 확인되었고⁸, 우리나라에서도 비만 환자에서 비만 수술이 약물 치료에 비해 체중 감소 및 동반 질환에 우월한 효과를 보였다는 보고가 있었다.⁹

Corresponding author Sang Youl Rhee <http://orcid.org/0000-0003-0119-5818>
 Department of Endocrinology and Metabolism, Kyung Hee University School of Medicine,
 26 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea
 Tel +82-2-958-8200 Fax +82-2-968-1848 E-mail: bard95@hanmail.net
 Received Jul. 17, 2015 Reviewed Aug. 31, 2015 Accepted Sep. 30, 2015

Copyright © 2015 Korean Society for the Study of Obesity

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하지만 혈당의 조절만을 놓고 보았을 때, 비만 수술이 장기적으로 혈당 조절에 있어 약물 치료에 비해 우월하다는 근거는 아직 불충분하다. 또한, 비만 수술 관련 합병증으로 인해 상당수의 환자들에게서 부작용을 경험할 수 있다.

저자들은 제2형 당뇨병을 가진 고도 비만 환자에서 비만 수술 후 체중 감소에도 불구하고 수술과 관련된 심한 부작용과 함께 혈당 조절이 오히려 악화된 증례를 경험하여 이를 보고한다.

증 례

환자: 36세 여자

주소: 복부 팽만과 소화 장애

현병력: 환자는 제2형 당뇨병으로 인슐린 및 경구 혈당 강하제 투여 중이었으며 2009년 타 대학병원에서 비만 수술을 받은 후로 지속적인 복부 팽만과 소화 장애를 호소하였고 이에 대한 검사 및 처치를 위해 2013년 본원에 방문하였다.

과거력: 환자는 타 대학 병원에서 2003년 당화혈색소 9.0%로 확인되어 제2형 당뇨병으로 진단되었다. 당시 환자의 키 160 cm, 몸무게 88 kg, BMI 34.3 kg/m²로 혈당 조절 및 체중 감량을 위해 의학영양치료 (medical nutrition therapy)와 운동 요법을 시행하였다. 경구 혈당 강하제와 함께 하루 60 단위 이상의 인슐린 치료에도 불구하고 환자의 혈당과 체중은 조절되지 않았다.

이에 환자는 2009년 11월 비만 수술 관련 평가를 위해 다음의 검사를 시행하였다. 75 g 경구 당부하 검사 결과 환자의 공복혈당 170 mg/dL, 2시간 후 혈당 210 mg/dL, 기저 C-펩티드 4.4 ng/mL, 당부하 30 분 후 C-펩티드 8.2 ng/dL였으며, 당화혈색소 11.1%였다. 환자의 키 160 cm, 몸무게 83.8 kg으로 BMI는 32.7 kg/m²였으며 복부 둘레 100 cm, 복부 컴퓨터 단층 촬영으로 평가한 내장 지방/피하 지방+내장 지방 비는 49.6%였다(Fig. 1A). 이에 환자는 체중 조절 및 체중 조절 효과로 인한 혈당 조절의 목적으로 2009년 12월 루앙와이 위 우회술을 시행하였다. 수술은 식도위경계부 하방의 위를 소만곡을 따라 7.5 cm 부위에서 위주머니(gastric pouch)만 남기고 나머지 위와 절제 분리한 이후 트라이츠 인대(Treitz ligament) 후방 50 cm에서 절단된 공장 원위부와 위공장문합을 시행하고, 절단된 공장의 근위부를 위공장문합부 100 cm 하방의 공장에 문합하였다. 수술 3개월 후, 환자의 몸무게는 69.7 kg, BMI는 27.2 kg/m², 당화혈색소는 8.0%, 내장 지방/피하 지방+내장 지방 비는 44.3%로 감소하였으며(Fig. 1B), 수술 6개월 후에는 몸무게 65 kg, BMI 25.3 kg/m², 당화혈색소는 6.8%로 감소하였다. 혈당 조절에 있어서도 인슐린의 사용 없이 서방형 메트포르민 1,000 mg/day만으로 혈당 조절이 양호하였다. 임상적 지표의 호전에도 불구하고, 환자는 수술 후 6개월 후부터 덩핑 증후군 관련 증상이 발생

Fig. 1. Radiologic finding on the patient. Visceral fat - subcutaneous and visceral fat ratio. 2 months before surgery, October 2009 (A); 3 months after surgery, March 2010 (B); 4 years after surgery, April 2013 (C).

하였다. 식사 시 오심, 구토가 발생하였으며, 지속적으로 악화되어 식사에 어려움을 겪었다. 이에 위내시경 검사를 시행하여 구조적 이상이 없음을 확인 후 경과관찰하던 중, 환자는 2010년 말 의료진과의 관계가 악화되어 병원을 옮겨 1차 의료기관에서 당뇨 조절을 받았다. 한편, 환자의 당뇨병 증상 역시 계속 악화되어 수술 2년 후부터는 경구 혈당 강하제로 혈당 조절이 되지 않아 인슐린 사용을 재개하였으며 2013년 4월 본원 최초 내원 당시 인슐린 글라진 40 unit/day, 서방형 메트포르민 1,000 mg/day, 리나글립틴 5 mg/day를 사용하고 있었다.

가족력: 1남 2녀 중 둘째로 가족 중 어머니가 당뇨병, 고혈압으로 경구 약제 복용 중이었다.

신체 검사: 신체 측정 시 몸무게 54.8 kg, BMI 21.1 kg/m²였으며 복부 둘레 74 cm로 이전 측정치에 비해 감소하였다. 환자를 시진하였을 때 중심성 비만, 사지 근육 위축을 보여 쿠싱 증후군이 의심되었고 수개월간 치유되지 않았던 것으로 보이는 양측 종아리 부위 피부 결손 및 다발성 궤양, 양측 하지 부종이 관찰되었다.

혈액 검사 결과: 이차성 당뇨병 감별을 위해 갑상선 기능 검사, 24

시간 소변 유리 코르티솔 검사, 복부 컴퓨터 단층 촬영을 시행하였다. 갑상선 기능검사 결과 TSH 2.8 $\mu\text{U/mL}$, fT4 1.04 ng/dL, 24시간 소변 유리 코르티솔 26.2 $\mu\text{g/day}$ 로 정상이었으며 복부 컴퓨터 단층 촬영에서 특이 사항은 관찰되지 않았다. 이에 쿠싱 증후군은 배제하였다.

75 g 경구 당부하 검사를 시행하였고, 환자의 공복혈당은 126 mg/dL, 2시간 후 혈당 158 mg/dL였다. 당화혈색소는 10.4%였다. 환자의 기저 인슐린은 14.9 $\mu\text{IU/mL}$, C-펩티드는 2.9 ng/mL로 측정되었고, 당부하 30분 후 인슐린은 49.1 $\mu\text{IU/mL}$, C-펩티드는 12.1 ng/dL였다. 생화학 검사 결과, 총 콜레스테롤 253 mg/dL, 중성지방 83 mg/dL, 저밀도콜레스테롤 166 mg/dL, 고밀도콜레스테롤 73 mg/dL로 이상지질혈증에 해당되었다.

영상 검사 결과: 위배출시간(gastric emptying time)을 측정하였고 T-1/2 = 49분으로 정상보다 빠른 소견을 확인하였다. 이에 당뇨병이나 위 절제술로 인한 위의 연동운동장애는 배제하였다. 몸무게, 복부 둘레는 이전 측정치에 비해 감소하였으나 복부 CT로 측정된 내장 지방/피하 지방+내장 지방 비는 55.34%(Fig. 1C) 수술 전보다 오히려 증가하였다.

치료 및 경과: 이전 병원에서 의료진과의 관계 악화로 운동 교육 및 영양 교육이 중단되었던 점을 고려하여 의료진과의 접촉 횟수 및 상담시간을 늘려 환자와 의료진과의 관계 형성에 초점을 두었다. 구역, 구토로 식이에 지장이 있어 항구토제(metoclopramide)를 추가로 처방하였고, 혈당 조절을 위해서는 매식전 지속형 인슐린(글라진) 18 단위와 초속효성 인슐린(글루리진) 12 단위, 하루 총 54 단위로 인슐린의 용량을 증량하였다. 이후 본원 내분비 내과에서 영양 교육, 운동 요법 교육을 시행하고 정기적인 진료를 시행하였다. 1개월마다 당뇨병 전문 의료진으로부터 당뇨병에 대한 전반적인 교육을 받고, 영양교실에서 영양사로부터 당뇨병 식이에 대한 교육을 받았다. 환자는 하루 세 번 세 끼 식사를 규칙적인 시간에 하고, 탄수화물, 단백질, 지방을 균형 있게 섭취하도록 노력하였다. 식사 후 규칙적인 유산소 운동을 시행하도록 권고받아 운동 횟수를 점차 늘려 나갔다. 내분비 내과 의료진과의 정기 상담을 통해 지속적인 치료계획을 수립, 추적 관찰하였다. 이러한 과정을 통해 당뇨병 약제를 감량하여 2014년 7월에는 인슐린 투약 없이 경구 혈당 강하제(메트포르민 1,000 mg/day, 리나글립틴 5 mg/day) 2제 사용하며 당화혈색소 8.1%로 혈당이 호전되었다(Fig. 2).

고 찰

비만 수술을 시행받은 고도 비만의 당뇨병 환자에서 체중 감량과 동시에 혈당 조절 또한 개선되었음을 보고한 문헌들이 있었다.^{4,5} 현재 미국 당뇨병학회의 가이드라인은 BMI 35 kg/m^2 이상이면 제2형

Fig. 2. Clinical course before and after bariatric surgery.

당뇨병을 가진 환자에서 비만 수술을 고려할 것을 권고하고 있다.¹⁰

그러나 서양의 비만과 비교했을 때 아시아 사람들은 근육량이 적고 상대적으로 내장 비만과 복부 비만이 많아 체중 증가에 따른 당뇨병, 고혈압, 고지혈증 등의 합병증이 잘 발생하므로¹¹, 우리나라에서는 동반 질환 유무와 상관없이 BMI 35 kg/m^2 인 경우에 비만 수술을 권고하고 있다.¹²

제2형 당뇨병을 가진 비만 환자가 치료를 위해 비만 수술을 시행할 경우 체중 감량 효과뿐만 아니라 그로 인한 인슐린 저항성의 호전과 인슐린 분비의 증가, glucagon-like peptide 1 (GLP-1), peptide YY3-36 (PYY) 등의 장 호르몬 증가가 유발되어 결과적으로 당뇨병의 호전을 보인다.¹³ 최근 BMI 30-35 kg/m^2 의 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 비만 수술을 시행한 결과 체중 감소 및 당뇨병 호전을 보였다는 보고가 있었으며¹⁴, 또한 BMI 35 kg/m^2 미만의 환자가 포함된 당뇨병이 있는 비만 환자군에서 약물 치료군과 비만 수술군을 비교한 결과 비만 수술군에서 월등한 체중 감소 및 당대사의 호전을 보였다는 보고도 있었다.⁶

그에 반해 비만 수술 후 당뇨병이 호전되었다가 다시 악화되는 비율에 대해 조사한 보고를 살펴보면 비만 수술 후 당뇨병이 호전된 군의 약 1/3에서 5년 이내에 당뇨병이 재발한다는 보고가 있다.¹⁵ 또한 현재 비만 수술 후 당뇨병이 재발하는 대표적인 요인으로는 수술 후 고열량 음식 섭취지속으로 인해 체중 감소가 실패하는 경우, 식습관과 운동에 대한 환자의 치료 순응도가 낮은 경우, 수술 전 당뇨병의 이환기간이 긴 경우, 수술 전 당뇨병이 심한 경우, 체중 감소가 1형 당뇨병인 경우가 제시되고 있다.¹⁶

본 증례에서는 비만 수술 후 4년간 지속적으로 체중은 감소하였으나 내장 지방보다는 피하 지방이 감소하는 양상을 보였고, 혈당 조절 측면에서는 수술 후 일시적으로 경구 혈당 강하제로만 조절될 정도로 당뇨병이 호전되었으나 시간이 지나면서 다시 수술 전과 마찬가지로 고용량의 인슐린을 사용하게 되었다. 비만 수술 후 내장 지방-피하 지

방 비율은 유지되거나 감소하는 경향을 보인다고 보고되어 있으나¹⁷⁻¹⁹, 본 증례에서는 내장 지방에 비해 피하 지방이 주로 감소하는 양상을 보였다. 이전의 연구에서 제시된 바와 같이 내장 지방의 비율이 체지방의 총량이나 피하 지방의 비율보다 대사 질환과의 연관성이 높으며, 내장 지방-피하 지방의 비율이 인슐린 저항성과 가장 관련성이 높은 지표임을 고려할 때^{18,20-22} 본 환자의 경우 비만 수술로 인해 체중은 감소하였지만 내장 지방의 비율이 점차 증가하면서 인슐린 요구량도 증가한 것으로 생각된다.

2004년 Buchwald 등²³이 연구 보고를 모아 메타 분석한 결과 비만 수술로 초과 체중 감량(excessive weight loss)하는 비율이 50-70%로, 비만 수술 후 체중 감소에 성공하는 경우가 많으나 비만 수술 후에도 체중 감량에 실패하거나 영양 불균형이 나타나기도 하므로 이에 대한 고려가 필요하다.²⁴ 비만 수술 후에 발생할 수 있는 영양소의 결핍 중 가장 대표적인 영양소는 비타민 B12, 철분, 칼슘 등이다. 또한 단백질 결핍도 발생할 수 있고 이 경우 근육량 감소, 부종 등이 발생할 수 있다.²⁴ 본 증례에서는 근육량 감소, 부종, 내장 지방에 비해 피하 지방이 감소한 점들로(Fig. 1) 보아 영양 부족으로 인한 단백질 결핍이 있었던 것으로 생각되며 일부는 덤핑 증후군으로 인한 식이의 장애에 기인하였을 것으로 생각된다.

덤핑 증후군은 비만 수술 후 수술과 관련하여 나타날 수 있는 합병증 중 가장 대표적인 것으로 비만 수술 후 덤핑 증후군의 발생 빈도는 대략 50-70%로 보고되고 있다.²⁵ 덤핑 증후군은 조기(early) 덤핑 증후군과 후기(late) 덤핑 증후군으로 나뉜다. 조기 덤핑 증후군은 고농도의 음식물이 소장으로 들어가면 삼투압에 의해 혈액에서 소장으로 체액이 이동하여 발생하며 식사 도중이나 식후 바로 발생하며 오심, 구토, 설사 등의 위장관계 증상과 안면 홍조, 심계항진, 실신 등의 자율신경계 증상이 나올 수 있다. 반면 후기 덤핑 증후군은 포도당에 대한 인슐린의 과보상으로 인해 저혈당이 유발되어 발생하며 식후 1-3 시간 사이에 주로 발생하며 저혈당, 쇠약감, 빈맥 등의 증세를 보인다.²⁶ 본 증례 환자에서는 식후 바로 오심, 구토가 발생한 점으로 보아 조기 덤핑 증후군으로 판단하였다.

덤핑 증후군을 예방 및 치료하기 위해서는 식사량을 줄이고 더 자주 섭취하며, 식사 중이나 식사 후 2시간까지 음료 섭취를 줄여야 한다.²⁷ 식사 습관 교정에도 증세가 지속되는 경우 소마토스타틴과 같은 약물 치료를 병행해야 한다.²⁷ 본 증례의 환자는 수술 후 6개월이 지난 후부터 음식물 섭취 시 구토 증세가 1주에 3-4회 정도 발생하였으나 식이 변경이나 식이 방법에 대한 교육이 따로 시행되지 않았고, 이를 위해 추가적인 약물 치료 또한 시행되지 않았다. 환자는 비만 수술 직후 영양 교육을 받았으나 2010년 말 의료진과의 관계가 악화되며 병원을 옮겨 1차 의료기관에서 진료를 받게 되어 당뇨 조절 외에 영양 교육이나 운동 교육은 유지되지 못했다. 이에 따라 식이 관리가 되지

않아 규칙적이고 균형잡힌 식사를 하지 않았고 운동 횟수도 줄어들어 1주일에 1회 이하로 규칙적인 운동을 하지 않는 상태였다. 본 환자의 경우 본원 내원 후 덤핑 증후군을 치료하기 위한 약물 치료를 시행하였고, 그에 더불어 중단되었던 영양 교육을 재개하며 지속적인 식이 관리를 함으로써 구토 증세를 조절할 수 있었다. 또한 운동 교육을 병행하여 운동 횟수를 늘림으로써 체중 감량을 유지하며 근육량의 추가적 손실을 막을 수 있었고 이상지질혈증도 호전되었다.

국내에서도 이미 비만 수술은 연간 1천 건 이상 대중화되어 시행되고 있다. 비만 수술의 시행 자체뿐 아니라 영양 관리, 생활 습관 개선 유지, 수술 후 합병증 관리, 동반 질환의 개선 정도 모니터링 등 수술 후 관리 또한 환자의 임상 경과에 지대한 영향을 끼칠 것을 고려할 때 이를 위한 다학제적인 접근 및 정기적인 경과 관찰이 필요하다. 이를 통해 수술 후 장기적으로 체중 감량을 유지할 수 있다. 본 증례는 비만 수술 이후 체중 감소에 성공하였으나 수술 후 합병증 관리 및 수술 후 영양 관리가 적절히 시행되지 않음으로써 내장 지방의 비율의 증가와 관련하여 동반 질환이었던 당뇨병의 임상적 악화를 초래한 경우를 보여주고 있다. 당뇨병이나 비만의 치료로서 수술만으로 질환이 완치되는 것이 아니라 수술 이후의 합병증 관리 및 체계적인 영양, 운동 교육의 지속 등이 중요함을 시사하는 바이다.

요 약

당뇨병 환자에서 비만 수술을 시행할 경우 체중 감소뿐 아니라 당대사의 호전도 기대할 수 있다. 하지만, 일부 환자들은 비만 수술 후 합병증을 경험할 수 있어 신중한 접근이 필요하다. 저자들은 당뇨병을 가진 고도 비만 환자에서 비만 수술 후 체중 감소에도 불구하고 혈당 조절이 수술 전에 비해 불량해진 증례를 경험하였다. 환자는 2009년 체중 감량 및 이에 따른 혈당 조절의 목적으로 비만 수술을 시행하였다. 하지만, 환자는 수술 후 6개월 후 덤핑 증후군 관련 증상을 심하게 호소하였고, 수술 전에 비해 체중은 감소하였으나 내장 지방/피하 지방+내장 지방 비율이 증가함에 따라 인슐린 저항성이 개선되지 않았고 혈당 또한 악화되었다. 환자는 덤핑 증후군 관련 증상의 조절을 위한 약물 치료와 더불어 체계적인 영양, 운동 교육을 시행하였다. 이후 환자의 체중 감소를 유지하면서 혈당 조절이 개선되었다.

중심단어: 비만 수술, 내장 지방, 단백질-열량 영양불량, 덤핑 증후군

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

References

1. National Institutes of Health. Gastrointestinal surgery for severe obesity consensus statement. *Nutrition Today* 1991;26:32-5.
2. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, Karason K, Larsson B, Wedel H, et al. Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2007;357:741-52.
3. Heo Y, Kwon J, Lee H, Choi J, Song H, Oh S, et al. The clinical effectiveness and economic analysis of bariatric surgery for severe obesity. Seoul: National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency; 2012.
4. Sjöström L, Lindroos AK, Peltonen M, Torgerson J, Bouchard C, Carlsson B, et al. Lifestyle, diabetes, and cardiovascular risk factors 10 years after bariatric surgery. *N Engl J Med* 2004;351:2683-93.
5. Buchwald H, Estok R, Fahrbach K, Banel D, Jensen MD, Pories WJ, et al. Weight and type 2 diabetes after bariatric surgery: systematic review and meta-analysis. *Am J Med* 2009;122:248-56. e5.
6. Schauer PR, Kashyap SR, Wolski K, Brethauer SA, Kirwan JP, Pothier CE, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy in obese patients with diabetes. *N Engl J Med* 2012;366:1567-76.
7. Mingrone G, Panunzi S, De Gaetano A, Guidone C, Iaconelli A, Leccesi L, et al. Bariatric surgery versus conventional medical therapy for type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2012;366:1577-85.
8. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, Wolski K, Brethauer SA, Naveethan SD, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes--3-year outcomes. *N Engl J Med* 2014;370:2002-13.
9. Heo YS, Park JM, Kim YJ, Kim SM, Park DJ, Lee SK, et al. Bariatric surgery versus conventional therapy in obese Korea patients: a multicenter retrospective cohort study. *J Korean Surg Soc* 2012;83:335-42.
10. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2014. *Diabetes Care* 2014;37 Suppl 1:S14-80.
11. Ramachandran A, Snehalatha C, Viswanathan V, Viswanathan M, Haffner SM. Risk of noninsulin dependent diabetes mellitus conferred by obesity and central adiposity in different ethnic groups: a comparative analysis between Asian Indians, Mexican Americans and Whites. *Diabetes Res Clin Pract* 1997;36:121-5.
12. Kim MK, Lee WY, Kang JH, Kang JH, Kim BT, Kim SM, et al. 2014 clinical practice guidelines for overweight and obesity in Korea. *Endocrinol Metab (Seoul)* 2014;29:405-9.
13. Kim YN, Lee YH, Kim CH. Effects of bariatric surgery in type 2 diabetes mellitus. *Korean J Obes* 2014;23:231-5.
14. Cohen RV, Pinheiro JC, Schiavon CA, Salles JE, Wajchenberg BL, Cummings DE. Effects of gastric bypass surgery in patients with type 2 diabetes and only mild obesity. *Diabetes Care* 2012;35:1420-8.
15. Arterburn DE, Bogart A, Sherwood NE, Sidney S, Coleman KJ, Haneuse S, et al. A multisite study of long-term remission and relapse of type 2 diabetes mellitus following gastric bypass. *Obes Surg* 2013;23:93-102.
16. Deitel M. Update: why diabetes does not resolve in some patients after bariatric surgery. *Obes Surg* 2011;21:794-6.
17. Lim H, Jeong GA, Cho GS, Lee MH, Kim S. Changes in fat intake, body fat composition and intra-abdominal fat after bariatric surgery. *Clin Nutr Res* 2014;3:157-61.
18. Weiss R, Appelbaum L, Schweiger C, Matot I, Constantini N, Idan A, et al. Short-term dynamics and metabolic impact of abdominal fat depots after bariatric surgery. *Diabetes Care* 2009;32:1910-5.
19. Kim MK, Kim W, Kwon HS, Baek KH, Kim EK, Song KH. Effects of bariatric surgery on metabolic and nutritional parameters in severely obese Korean patients with type 2 diabetes: a prospective 2-year follow up. *J Diabetes Investig* 2014;5:221-7.
20. Kim MK, Lee IS, Jang HW, Joung KH, Kim KS, Kim HJ, et al. Visceral fat measured by the electrical impedance analysis method is a reliable predictor of insulin resistance. *Korean J Obes* 2011;20:75-83.
21. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2007;116:39-48.
22. Keidar A, Appelbaum L, Schweiger C, Hershkop K, Matot I, Constantini N, et al. Baseline abdominal lipid partitioning is associated with the metabolic response to bariatric surgery. *Obes Surg* 2014;24:1709-16.
23. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, Jensen MD, Pories W, Fahrbach K, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2004;292:1724-37.
24. Fujioka K, DiBaise JK, Martindale RG. Nutrition and metabolic complications after bariatric surgery and their treatment. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011;35(5 Suppl):52S-9S.
25. Mitchell JE, Lancaster KL, Burgard MA, Howell LM, Krahn DD, Crosby RD, et al. Long-term follow-up of patients' status after gastric bypass. *Obes Surg* 2001;11:464-8.

26. Hammer HF. Medical complications of bariatric surgery: focus on malabsorption and dumping syndrome. *Dig Dis* 2012;30:182-6.
27. Tack J, Deloose E. Complications of bariatric surgery: dumping syndrome, reflux and vitamin deficiencies. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2014;28:741-9.