

비만당뇨병 환자에서 비만수술 후 식사관리

허정연

가천대 길병원 영양팀

Dietary Management after Bariatric Surgery in Patients with Obesity and Diabetes

Jungyeon Heo

Department of Nutrition Services, Gachon University Gil Medical Center, Incheon, Korea

Abstract

Weight loss is a key therapeutic goal of glycemic control in obese diabetic patients. Bariatric surgery is an effective method for weight loss and diabetes remission, but weight regain is not uncommon after surgery. Based on safe blood glucose control before and after bariatric surgery, appropriate dietary management should be implemented to minimize nutritional deficiencies due to changes in the gastrointestinal tract after surgery. Long-term dietary management is necessary to prevent weight regain, and the role of a dietitian is very important.

Keywords: Bariatric surgery; Diabetes mellitus; Diet therapy; Obesity; Weight gain; Weight loss

서론

전 세계적으로 비만과 동반 질환의 유병률이 증가함에 따라 치료와 예방을 위한 효과적인 전략이 요구되고 있다[1]. 대

한당뇨병학회 Diabetes Fact Sheet in Korea 2022에 따르

면 30세 이상 성인 중 당뇨병을 가진 사람은 526만 명이었고, 6명 중 1명(16.7%)에서 당뇨병이 있으며, 이 중 절반이 비만을 동반하였다[2]. 비만당뇨병 환자에서 체중감소는 핵심적인 치료 목표이다. Look AHEAD (Action for Health in Diabetes) 연구와 같은 다른 임상 시험에서는 당뇨병환자에서의

Corresponding author: Jungyeon Heo

Department of Nutrition Services, Gachon University Gil Medical Center, 21 Namdong-daero 774beon-gil, Namdong-gu, Incheon 21565, Korea, E-mail: salva79@naver.com

Received: Apr. 29, 2023; Accepted: May 19, 2023

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.

Copyright © 2023 Korean Diabetes Association

체중감소의 유익한 효과를 강조하였고[3], 최근 개정된 미국 당뇨병학회 진료지침에서도 지속적이며 체중감소가 클수록(> 10%) 당뇨병 완화 가능성을 포함하여 더 큰 이점을 제공한다고 하며 체중감소를 권고했다[4]. 비만수술은 비수술적 관리보다 더 큰 체중감소를 달성하고, 장기적으로 유지하는 것으로 입증된 효과적인 비만당뇨병의 치료 방법이다[1]. 하지만 수술 후 위장관 변화에 따른 영양결핍 등이 생길 수 있고, 체중감소 후 체중 재증가(weight regain) 및 당뇨병 재발의 문제도 발생한다. 이에, 이 글에서는 비만당뇨병 환자에서 비만수술 후 식사관리에 대하여 살펴보고자 한다.

본론

1. 당뇨병과 비만수술

비만수술의 종류로는 섭취제한형인 위소매절제술(sleeve gastrectomy, SG)과 흡수억제형인 담췌우회술(biliopancreatic diversion, BPD)/십이지장전환술(duodenal switch, DS) 및 복합형인 루와이위우회술(Roux-en-Y gastric bypass, RYGB)이 있다. 2형당뇨병 환자에서는 SG와 RYGB가 우선 고려되며, 그중 RYGB가 선호된다[5]. 비만수술 후 고혈당증의 개선은 RYGB 및 BPD/DS 수술 직후에 관찰된다[6]. 혈당조절 기전은 체중감소 외에도 열량섭취 제한에 따른 간에서의 인슐린감수성 증가, 췌장의 인슐린분비 기능의 향상, 위장관 우회에 따른 영양소가 원위부 위장관에 빠르게 노출되면서 위장관 호르몬(glucagon-like peptide-1, GLP-1; peptide YY, PYY)이 증가되는 것으로 설명할 수 있다[7,8].

2. 비만수술 전 고려사항

1) 혈당관리

비만수술 전 혈당조절은 건강한 저열량식사 패턴, 임상영양요법, 신체활동 및 필요에 따라 약물요법을 포함한 당뇨병 종합관리계획을 적용하여 최적화되어야 한다. 입원기간 단

축 및 비만수술 결과 개선과 관련되는 수술 전 혈당조절의 목표는 당화혈색소(HbA1c) 6.5~7.0%, 공복혈당 80~110 mg/dL, 식후혈당 180 mg/dL 미만이다[9].

2) 체중감량

수술 전 2~4주 동안 저열량식사(low calorie diet, LCD; 1,000~1,200 kcal/d) 또는 초저열량식사(very low calorie diet, VLCD; 800 kcal/d)를 권장한다. 이는 간 부피를 줄이고 수술 절차의 복잡함을 감소시키는 등 외과적 이점과 관련이 있으며, 체중감량은 수술 전 혈당 상태를 개선한다[10,11]. VLCD는 당뇨병환자의 인슐린감수성을 향상시킨다. LCD/VLCD를 처방 받은 기간 동안 저혈당증의 위험을 인식하여야 하며 경구혈당강하제의 조정이 필요할 수 있다[10].

3) 영양평가 및 미량영양소 결핍 교정

수술 전 적절한 영양평가 및 식사행동 지도는 최적의 수술 결과를 달성하는 데 매우 중요하다. 영양평가에는 식습관, 체중감량 이력, 기본 영양 지식, 검사 결과, 식사 및 보충제섭취, 섭식장애, 신체적 활동 습관 등을 검토해야 한다[11,12].

여러 연구에서 중증 비만환자는 미량영양소 결핍이 있음[12]을 입증하였고, 이는 중증 비만환자 식사의 질이 좋지 않고, 다양하지 않으며, 고열량식사 및 고지방식사가 원인이 될 수 있다고 하였다[13]. 특정 미량영양소(비타민 B₁, 비타민 B₁₂, 비타민 A, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 엽산, 철, 페리틴, 칼슘)에 대하여[14] 수술 전에 모든 환자를 선별검사하고 결핍을 교정해야 한다[13,15].

3. 비만수술 후 식사관리

비만수술 후 식사는 적절한 에너지섭취와 영양공급으로 극심한 체중감소 중에 제지방량을 보존하며, 수술 후 섭취하는 식품 및 음료는 위장관의 변화에 따른 역류, 조기포만감, 덩핑증후군 등에 따른 합병증을 최소화하여 체중감소를 극대화하고, 적절한 체중을 유지하는 것이 중요하다[16]. 당뇨병환자는 수술 전·후 기간 동안 섭취하는 열량과 탄수화물 양이

매우 달라지므로 적절한 혈당목표를 안전하게 달성하기 위해 임상영양요법을 수정해야 한다. 탈수, 케톤산증 및 저혈당증의 위험이 가장 큰 수술 후 '초기'에 적극적인 모니터링이 필요하다[17].

1) 단계별 식사 진행

수술 회복 및 체중감소의 각 단계에서 필요한 영양에 중점을 두고 환자가 적응할 수 있는 음식의 질감과 양을 고려하여 점진적으로 진행하는 것이 중요하다[15]. 식사관리는 비만수술의 유형에 따라 다르지만 일반적으로 맑은 액체로 경구섭취를 시작하여 일반유동식이나 푸레식으로 이행하고, 부드러운 고형식이 적응되면 규칙적인 질감의 균형식으로 진행한다. 식사 단계별로 탈수를 예방하기 위하여 수분을 충분히 섭취해야 하며, ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) 지침에서는 하루 1.5 L 이상의 수분섭취를 권장한다[15].

위 팽창을 촉진하는 탄산과 빨대 사용은 피하고, 카페인 음료는 이노작용 때문에 피해야 한다. 가공된 스낵과 단 음료는 주의하고, 저지방 단백질의 섭취를 권장한다[18]. 일일섭취량은 수술 후 첫 주에 400 kcal, 3~4주 차에는 600~800 kcal, 6개월 및 장기적으로 약 1,500~1,800 kcal를 권고하나[9], 고형식섭취 및 균형식이 가능해지면 환자의 키, 몸무게, 나이 등을 고려하여 개별화한다[15]. 단계별 식사 진행 내용은 Table 1에 정리하였다.

2) 식사행동 권장사항

비만수술 후 식사섭취에 따른 식사행동 권장사항은 다음과 같다.

음식을 천천히 섭취하기, 작게 베어 물고 꼭꼭 씹어 먹기, 일 5~6회 소량씩 식사하기, 식사 중 수분섭취 피하기(뱃팽증 후군 예방), 포만감이 느껴지면 즉시 식사 중단하기, 단계적으로 식사 적응하기(액상→고형식), 마음챙김 식사법(mindful eating) 연습하기[12,15], 주의식품(당분이 농축된 과자, 탄산음료, 과일주스, 포화지방이 많은 식품 및 튀긴 음식, 밥·빵·파스타(곡류), 질기고 건조한 붉은 고기, 견과류·팝콘·기타 섬유질이 많은 식품, 카페인, 알코올) 피하기가 있다[16].

3) 충분한 단백질섭취

단백질섭취량은 각 지침별로 최소 60 g 이상을 제공하도록 권고한다. 제지방량을 유지하는 기준으로 활성 체중감소 단계에서는 1.2 g/kg/d의 단백질이, 체중감소 중 및 장기적으로는 60~120 g/kg/d의 단백질이 필요하다. 특히 흡수역제형 수술에서는 1.5~2.0 g/kg/d의 단백질이 필요할 수 있으며, 평균 단백질 요구량은 약 90 g/d [15]이나, ERAS 지침에서는 최소 90 g/d 또는 2.1 g/kg IBW (ideal body weight)의 섭취를 권장한다[10]. 식사 단백질은 포만감이 있으므로 각 식사와 간식에 단백질 공급을 권장하며, 하루 종일 섭취량을 분배하면 반응성 저혈당증의 위험을 줄일 수 있다[15]. 흡수역제형 수술은 단백질 에너지 영양불량의 위험을 증가시키며[10], 부종, 저알부민혈증, 빈혈 및 탈모와 같은 징후로 나타난다[6]. 단백질 영양불량을 예방하기 위해서는 단백질섭취에 대한 정기적인 평가와 단백질이 충분한 식품 및 보충제섭취 등에 관한 상담이 필요하다[19].

4) 미량영양소 관리

비만수술 후 환자는 비타민 B₁, 비타민 B₁₂, 철분, 칼슘, 비타민 D, 엽산 등의 다양한 미량영양소 결핍의 위험이 있다. 비만수술 후 철분, 구연산 칼슘 및 비타민 D가 함유된 종합비타민제로 시작한다[20]. 초기에 씹을 수 있거나 액상인 비타민제로 시작하고, 3개월이 지나면 알약으로의 복용이 가능해진다. 미량영양소 결핍은 수술 전 결핍, 식이섭취 감소, 흡수장애 및 부적절한 보충 등 여러 기전으로 발생할 수 있다[15]. RYGB 및 BPD/DS와 같은 우회술은 1년 이내에[19] 미량영양소 흡수장애를 일으키는 것으로 알려져 있다. 수술 후 첫 해에 3~6개월마다, 그 이후에는 매년 미량영양소를 선별검사하고, 개인의 영양섭취 및 상태에 맞게 적절한 보충을 해야 한다[15]. 각 미량영양소별로 비만수술 후 예방/결핍에 따른 보충 양을 Table 2에 정리하였다.

4. 체중 재증가(weight regain) 및 당뇨병 재발

비만수술에 따른 체중감소는 수술 후 1년까지이며, 이후에

Table 1. Diet and texture progression after bariatric surgery (RYGB & SG) [9,16]

Diet phase ^a	Texture	Duration after surgery	Nutrient source	Diet	Considerations
Phase 1	Clear liquid diet	1~2 days	Hydration	Water, gelatin, broth, decaf/herbal teas, sugar-free beverages	· Non-carbonated; no calories; no sugar; no caffeine
Phase 2	Full liquid diet	3~10 days (discharge diet)	Hydration/protein/some carbohydrates	Milk, milk products (yogurt; no fruit chunks), milk alternatives, other liquids that contain solutes (for protein powder, limit 30 g per serving)	· Fat-free or low-fat · Total fluids requirement: 1.4~1.9 L/day (combining clear liquids and full liquids) · Full liquids: less than 25 g sugar per serving; protein-rich liquids
	Pureed diet			[as tolerated] Milkshake, pudding, mash potato, scrambled eggs, canned fish (tuna or salmon), tofu (soft)	
Phase 3	Soft solid diet	10~14 days ↑	Protein/some carbohydrates and fiber/hydration	Eggs menu, ground meats; poultry, soft fish, cooked beans, [as tolerated] well-cooked, vegetables, soft and/or peeled fruit, [as tolerated] salads	· Avoid eating grains until patient is consuming 60 g of protein per day and 3 to 5 servings of fruits and vegetables per day. · Requires frequent nutritional follow-up
Phase 4	Solid diet	6~8 weeks	Protein/carbohydrates/fiber/fat	Healthy, balanced diet: lean proteins, fruits, vegetables, whole grains, low-fat dairy, healthy fats	· Vitamin and mineral supplement daily

Data from the article of Mechanick et al. (Endocr Pract 2019;25:1346-59) [9] and the article of Aills et al. (Surg Obes Relat Dis 2008;4(5 Suppl):S73-108) [16].

RYGB, Roux-en-Y gastric bypass; SG, sleeve gastrectomy.

^aNo standardization of diet phase; Dietary progression is based on nutritional needs and increasing tolerance for dietary texture.

는 체중이 유지되거나 증가할 수도 있다. 체중 재증가는 수술 절차 및 경과 시간에 따라 환자의 20~35%에서 발생하며[12], 체중이 다시 증가하면 수술 후 초기에 호전되었던 동반 질환이 다시 발생할 수 있다[21].

비만수술과 내과적 치료 당뇨병환자의 당뇨병 완화 결과를 비교한 2012년 Mingrone 및 2015년 Lancet 연구를 살펴보면, 연구 2년 후 당뇨병이 관해되었던 비만수술군에서 5년 후 RYGB군은 53%에서, BPD군은 37%에서 당뇨병 재발이 있었다. 이는 수술이 내과적 치료에 비해 더 많은 체중을 감량하였더라도 당뇨병 재발은 예측하지 못함을 입증하였다[22].

체중 재증가 치료를 위해 신체활동 프로그램과 관련된 낮은 혈당부하, 적당히 높은 단백질 포함 식단은 단기적으로 효

과적인 것으로 나타났으며[12], 식사요법 지도, 활동 증가, 행동 수정 및 약물 치료를 포함한 의료적 체중감량에 대한 다학제적 접근을 포함할 것을 권장한다[12,19].

5. 장기적인 식사관리

비만수술의 결과를 최대화하고 후기 체중 재증가의 위험을 줄이기 위하여 저열량식품, 적절한 단백질, 풍부한 식이섬유소 등의 당뇨병관리에 준하는 건강한 식단으로 변경하고 정기적인 신체활동을 통하여 생활습관을 변경하는 것이 중요하다. 혈당 개선과 심혈관질환 예방 등에 대한 장기적인 이득과 안전성이 입증된 지중해식, 채식, 저지방, 저탄수화물식사,

Table 2. Micronutrient management after bariatric surgery [9]

		Supplementation dosing	
		Supplementation to prevent deficiency	Repletion for patients with deficiency
Fat-soluble vitamins	Vitamin A	RYGB/SG: 5,000~10,000 IU/day BPD/DS: 10,000 IU/day	10,000~25,000 IU/day until clinical improvement (for 1~2 weeks) If corneal changes (+): 50,000~100,000 IM/day for 3 days, then 50,000 IU IM/day for 2 weeks
	Vitamin D	3,000 IU/day	3,000~6,000 IU/day
	Vitamin E	22.4 IU of vitamin E/day	100~400 IU of vitamin E/day
	Vitamin K	RYGB/SG: 90~120 µg/day BPD/DS: 300 µg/day	Acute malabsorption (IV): 10 mg Chronic malabsorption (IV): 1~2 mg/wk
Water-soluble vitamins	Vitamin B ₁ (thiamine)	> 12 mg/day	Oral: 100 mg BID to TID IV: 200 mg TID to 500 mg BID for 3~5 days, then 100 mg/day oral maintenance indefinitely IM: 250 mg/day for 3~5 days, or 100~250 mg/mo
	Vitamin B ₁₂	350~1,000 µg/day	1,000 µg/day until levels normalize
	Folate	400~800 µg/day (women of childbearing age: 800~1,000 µg/day)	1,000 µg/day
Trace minerals	Iron	> 18 mg/day (menstruating females & RYGB, SG, BPD/DS females: 45~60 mg)	150~300 mg BID to TID
	Zinc	SG: 8~11 mg (100% RDA) RYGB: 8~22 mg/day (100~200% RDA) BPD/DS: 16~22 mg/day (200% RDA)	60 mg BID Protocol with 8~15 mg of zinc per 1 mg of copper
	Copper	SG: 1 mg/day (100% RDA) BPD/DS or RYGB: 2 mg/day (200% RDA)	Mild – Oral: 3~8 mg/day until levels normalize Severe – IV: 2~4 mg/day for 6 days or until symptoms resolve
	Selenium	≥ 100 µg/day	2 µg/kg/day
	Calcium	RYGB, SG: 1,200~1,500 mg/day in divided doses BPD/DS: 1,800~2,400 mg/day in divided doses	

Adapted from the article of Mechanick et al. (Endocr Pract 2019;25:1346-59) [9] with original copyright holder's permission.

RYGB, Roux-en-Y gastric bypass; SG, sleeve gastrectomy; BPD/DS, biliopancreatic diversion with duodenal switch; IU, international unit; IM, intramuscular; IV, intravenous; BID, twice a day; TID, three times a day; RDA, recommended daily allowance.

DASH 식사 등을 적용하는 것도 권고한다[5]. 관련 웹사이트 (website)는 다음과 같다[15].

- 마이플레이트(My Plate): <https://www.myplate.gov/>
- DASH식(DASH Diet): <https://dashdiet.org/>
- 채식(Vegetarian Resource Group): <https://www.vrg.org/>

또한 체중감량 목표를 달성한 사람에게는 장기 체중 유지 프로그램의 참여를 권장하며, 지속적인 체중 및 자가 모니터링이 도움이 될 수 있다[4].

결론

적극적인 식사관리는 비만수술 후 체중감소에 기여하고, 체중 재증가를 예방할 수 있다. 비만수술 후 환자는 장기간의 추적 관찰이 필요하며, 만성질환관리의 일환으로 의료 전문가의 지속적인 지원을 받는 것이 중요하다[12]. 비만수술 전·후 단계적인 식사 진행 및 발생 가능한 합병증을 최소화하기 위하여 영양사의 적극적인 개입이 포함된 식사관리가 이루어져야 한다.

REFERENCES

1. Lupoli R, Lembo E, Saldalamacchia G, Avola CK, Angriani L, Capaldo B. Bariatric surgery and long-term nutritional issues. *World J Diabetes* 2017;8:464-74.
2. Korean Diabetes Association. Diabetes fact sheet 2022. Seoul: Korean Diabetes Association; 2022.
3. Leitner DR, Frühbeck G, Yumuk V, Schindler K, Micic D, Woodward E, et al. Obesity and type 2 diabetes: two diseases with a need for combined treatment strategies- EASO can lead the way. *Obes Facts* 2017;10:483-92.
4. ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al.; American Diabetes Association. Prevention or delay of type 2 diabetes and associated comorbidities: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care* 2023;46(Suppl 1):S41-8.
5. Korean Diabetes Association Education Committee. The guide for diabetes education. 7th ed. Seoul: Gold' Planning and Development; 2021. p56-72, 140-51.
6. Kashyap SR, Gatmaitan P, Brethauer S, Schauer P. Bariatric surgery for type 2 diabetes: weighing the impact for obese patients. *Cleve Clin J Med* 2010;77:468-76.
7. Korean Society for Metabolic and Bariatric Surgery. Bariatric metabolic surgery. Available from: <https://www.ksmbs.or.kr/content/general/03.php>.
8. Alqunai MS, Alrashid FF. Bariatric surgery for the management of type 2 diabetes mellitus-current trends and challenges: a review article. *Am J Transl Res* 2022;14:1160-71.
9. Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, Garvey WT, Joffe AM, Kim J, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutrition, metabolic, and nonsurgical support of patients undergoing bariatric procedures - 2019 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology, the Obesity Society, American Society for Metabolic & Bariatric Surgery, Obesity Medicine Association, and American Society of Anesthesiologists- executive summary. *Endocr Pract* 2019;25:1346-59.
10. Stenberg E, Dos Reis Falcão LF, O'Kane M, Liem R, Pournaras DJ, Salminen P, et al. Guidelines for perioperative care in bariatric surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations: a 2021 update. *World J Surg* 2022;46:729-51. Erratum in: *World J Surg* 2022;46:752.
11. Dagan SS, Goldenshluger A, Globus I, Schweiger C, Kessler Y, Sandbank GK, et al. Nutritional recommendations for adult bariatric surgery patients: clinical practice. *Adv Nutr* 2017;8:382-94.
12. Parrott JM, Craggs-Dino L, Faria SL, O'Kane M. The optimal nutritional programme for bariatric and metabolic surgery. *Curr Obes Rep* 2020;9:326-38.
13. Bettini S, Belligoli A, Fabris R, Busetto L. Diet approach before and after bariatric surgery. *Rev Endocr Metab Disord* 2020;21:297-306. Erratum in: *Rev Endocr Metab Disord* 2020;21:449.
14. Lim RB. Bariatric surgery for management of obesity: indications and preoperative preparation. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/bariatric-surgery-for-management-of-obesity-indications-and-preoperative-preparation> (updated 2023 Jan 4).
15. Kushner RF, Herron DM, Herrington H. Bariatric surgery: postoperative nutritional management. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/bariatric-surgery-postoperative-nutritional-management> (updated 2022 Aug 4).
16. Aills L, Blankenship J, Buffington C, Furtado M, Parrott J; Allied Health Sciences Section Ad Hoc Nutrition Committee. ASMBS allied health nutritional guidelines for the surgical weight loss patient. *Surg Obes Relat Dis* 2008;4(5

- Suppl):S73-108.
17. Mulla CM, Baloch HM, Hafida S. Management of diabetes in patients undergoing bariatric surgery. *Curr Diab Rep* 2019;19:112.
18. Hamad G. Bariatric surgery: postoperative and long-term management of the uncomplicated patient. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/bariatric-surgery-postoperative-and-long-term-management-of-the-uncomplicated-patient> (updated 2023 Jun 23).
19. Heber D, Greenway FL, Kaplan LM, Livingston E, Salvador J, Still C. Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:4823-43. Erratum in: *J Clin Endocrinol Metab* 2021;106:e2459.
20. Clare J. Johns Hopkins diabetes guide. Bariatric surgery. Available from: https://www.hopkinsguides.com/hopkins/view/Johns_Hopkins_Diabetes_Guide/547015/all/Bariatric_Surgery (updated 2020 Jul 4).
21. Jackson HT, Anekwe C, Chang J, Haskins IN, Stanford FC. The role of bariatric surgery on diabetes and diabetic care compliance. *Curr Diab Rep* 2019;19:125.
22. Gentileschi P, Bianciardi E, Benavoli D, Campanelli M. Metabolic surgery for type II diabetes: an update. *Acta Diabetol* 2021;58:1153-9.