

중고도 비만 치료에 있어서 체중감량에 영향을 주는 인자들에 대한 고찰

박소현¹ · 박민정¹ · 김은주^{1,2} · 임영우^{1,2}

¹누베베비만연구소, ²누베베한의원 분당점

Review on Predictors of Weight Loss in Moderate to Severe Obesity Treatment

Sohyun Park¹, Min-jeong Park¹, Eunjoo Kim^{1,2}, Young-Woo Lim^{1,2}

¹Nubebe Obesity Research Institute, ²Nubebe Korean Medical Clinic Bundang Center

Received: September 27, 2023

Revised: November 20, 2023

Accepted: November 29, 2023

Correspondence to: Young-Woo Lim
Nubebe Obesity Research Institute,
130, Seochojungang-ro, Seocho-gu,
Seoul 06634, Korea
Tel: +82-70-5148-7650
Fax: +82-2-566-2252
E-mail: cash389@hanmail.net

Copyright © 2023 by The Society of Korean
Medicine for Obesity Research

Objectives: The purpose of this study was to review predictive factors associated with weight loss in moderate to severe obesity treatment. The direction of the treatment for moderate to severe obesity will be suggested in consideration of various factors.

Methods: Authors searched the articles published from 2018 to 2023 in three international databases (PubMed, Embase and the Cochrane Central Register of Controlled Trials) and two domestic databases (Research Information Sharing Service, Korean studies Information Service System). Studies including treatment with moderate to severe obese patients were selected.

Results: A total of 43 studies were included. The main factors of weight loss were unchangeable predictors such as low initial degree of obesity, younger age, non-diabetes and high resting energy expenditure with changeable predictors such as increase in protein, physical activity, self-efficacy, initial weight loss and attendance of the treatment.

Conclusions: Our review results suggest that based on the characteristics of moderate to severe obese patients, predictors of weight loss can be used to determine treatment and prognosis in various aspects.

Key Words: Obesity, Morbid obesity, Weight loss, Obesity management

서론

비만은 체지방의 과잉 축적 상태를 말하며 세계보건기구 아시아태평양지역 및 대한비만학회에서는 비만 위험에 대한 민감도를 고려하여 아시아인에서 체질량지수(body mass index, BMI) 25 kg/m² 이상을 비만으로 정의하였다¹⁾. 국내에서는 2018년 비만진료지침을 통해 기존의 경도비만, 중등도비만, 고도 비만 용어가 BMI 25-29.9 kg/m²는 1단계 비만, 30-34.9 kg/m²는 2단계 비만, 35 kg/m² 이상은 3단계 비만(고도 비만)으로 정의되고 있다²⁾.

2019년 비만 단계별 유병률은 1단계 비만 31.7%, 2단계 비만 5.4%, 3단계 비만 0.89%로, 2009년에 비하여 각각 2.6%, 2.2%, 0.59% 증가하였다. 특히 3단계 비만의 유

병률은 0.3%였던 것에 비하여 약 3배 증가하여 1, 2단계 비만 유병률에 비해서 가파른 증가 추세를 보였다³⁾. 전 세계적으로 비만 유병률의 증가와 함께 고도 비만 유병률의 증가가 두드러져, 몇몇 선진국의 경우 전체 비만 유병률이 2배 증가할 때 고도 비만의 유병률은 4배까지 증가한 것으로 보고되었다⁴⁾.

고도 비만 환자의 경우 지방세포의 증식과 지방 축적이 같이 나타나는 혼합성 비만인 경우가 많아 치료가 어려운 경우가 많다⁵⁾. 고도 비만의 비수술적 치료에서 식이요법을 시행한 경우 BMI를 35 kg/m² 이하로 유지할 확률이 3%에 불과하고, 식욕억제제를 이용한 약물 요법의 경우에도 10% 정도의 감량은 가능하나, 12개월 내에 다시 체중이 증가하기 때문에, 현재까지 어떠한 약제도 단독으

로 고도 비만에서 체중 감량 효과가 증명된 바 없으며 비만이 다시 재발할 확률은 97%에 이른다⁶⁾.

BMI가 35~40 kg/m²인 경우 사망의 확률인 사망위험이 정상인보다 2-8배나 높고, BMI≥40 kg/m² 환자의 사망률은 정상인보다 12배나 증가하는데, 특히 사망률은 비만이 복부비만과 관련되어 있을 때 더 증가하게 된다⁷⁾. 비만 환자는 비만하지 않은 건강인에 비하여 고혈압, 심혈관계 질환, 뇌졸중, 고지혈증, 당뇨병 등의 각종 질병에 중복 이환 될 위험성이 높으며⁸⁾ 특히 비만도가 증가할수록 타 만성질환의 동반 위험성이 더욱 증가한다⁹⁾. 중등도 이상의 비만은 1단계 비만보다 유병률의 증가폭이 적더라도 동일한 영향을 미칠 수 있어¹⁰⁾ 이에 따른 사회적 손실을 고려한다면 중고도 비만의 효과적인 치료 방안을 모색하는 것이 1차 의료영역에서 필요하다고 볼 수 있다.

기존 선행연구로 Nam 등¹¹⁾은 비만치료에 영향을 주는 인자들에 대하여 고찰한 바 있으나, 과체중 이상의 비만 환자를 대상으로 하여 중고도 비만 환자를 대상으로 한 고찰은 현재 부족한 실정이다. 이에 본 논문에서는 30 kg/m² 이상 2, 3단계 비만을 중고도 비만으로 임의로 정의하고, 중고도 비만 치료에 영향을 주는 요인들을 국내의 문헌을 통해 고찰하였다. 체중감량에 영향을 주는 요인들을 중고도 비만 치료에 활용한다면 치료 예후를 파악하여 치료 효과를 높임으로써 개인 맞춤형 치료에서 활용할 수 있을 것이다.

대상 및 방법

본 연구에서는 중고도 비만 환자를 대상으로 치료 중재에 제한을 두지 않고 체중감량에 영향을 주는 다양한 요인들에 대하여 전반적인 검색을 실시하였다. 문헌 선정 기준은 중고도 비만 환자를 대상으로 일정한 중재를 통해 BMI 또는 체중의 변화를 결과값으로 포함하면서 감량 결과와 관련된 요인들을 통계치로 제시한 임상시험, 관찰연구, 코호트연구, 무작위대조연구로 설정하였다.

연구대상은 BMI 30 kg/m² 이상인 중고도 비만 환자를 선정하였으며, 비만관련 합병증 등을 동반한 BMI 27 kg/m² 이상인 환자도 임상적으로 BMI 30 kg/m² 이상인 환자와 동일하게 비만 약물치료의 적응증¹²⁾으로 제시되어 있어 심혈관계 합병증 또는 수면무호흡증이 동반된 경우에는 BMI 27 kg/m² 이상인 환자 역시 연구대상에 포함되었다.

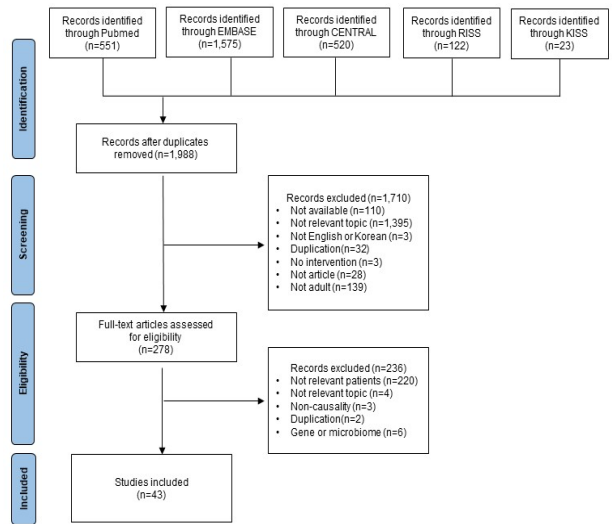


Fig. 1. Flow chart of the study. CENTRAL: Cochrane Central Register of Controlled Trials, RISS: Research Information Sharing Service, KISS: Korean studies Information Service System.

국내논문은 한국교육학술정보원에서 제공하는 학술연구 정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS), 한국학술정보(Korean studies Information Service System, KISS)에서, 해외논문은 PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)에서 검색하였으며 검색기간은 최근 5년으로 설정하여 2018년부터 검색 일인 2023년 6월 1일까지로 검색하였다. 검색어는 ‘비만’, ‘체중’, ‘인자’, ‘요인’, ‘obesity treatment’, ‘weight loss’, ‘predictor(s)’, ‘factor(s)’를 사용하였다. 그 결과 PubMed에서 551편, Embase에서 1,575편, CENTRAL에서 520편, RISS에서 122편, KISS에서 23편의 논문이 검색되었다. 선정 배제 기준에 따라 제목과 초록을 검토하여 1988편의 논문 중 278건의 논문이 선정되었으며 전문을 검토하여 최종적으로 43편의 논문이 선정되었다(Fig. 1).

결과

문헌 선정 결과 식이요법 및 행동수정 요법을 통한 연구(n=10), 비만 대사 수술을 통한 연구(n=28), 약물 치료를 통한 연구(n=5)가 고찰에 포함되었다.

1. 행동 수정요법과 식이요법을 통한 체중감량연구 (Table 1)

Ambrosini 등¹³⁾의 연구에서는 체중감량에 영향을 주는 식이 섭취를 분석하기 위해 467명의 환자들을 식이, 신체 활동 조언이 포함된 그룹기반 체중감량 프로그램(group-based programme; Weight Watchers®, WW International, Inc.) 과 1차 진료를 통해 체중감량의 조언을 받는 표준 체중관리(standard care)에 무작위 배정하였다. 12개월 후 두 환자군의 식사 일지(food diary)를 비교하여 체중감량에 영향을 주는 요인을 회귀분석한 결과 단백질과 섬유질 밀도(density)의 증가는 체중감량에 긍정적인 영향을 주는 요인이었다.

Funk 등¹⁴⁾의 연구에서는 식이와 신체활동 조언이 포함된 16주간 체중감량 프로그램에 참여한 206명의 환자들을 대상으로 체중감량에 영향을 주는 심리사회적 요인을 보고자 하였다. Dietary self-efficacy treatment self-regulation

questionnaire for diet, exercise 설문지 등과 사회적 지지자 여부를 조사하여 체중감량에 영향을 주는 요인을 회귀분석한 결과 사회적 지지가 높고 고령인 환자에서 체중 감량이 더 많은 것을 알 수 있었다.

Raman 등¹⁵⁾의 연구에서는 체중 감량과 신경인지적 요소 및 심리적 변화를 관찰하기 위해 그룹 기반으로 3주간 체중감량 행동치료를 받은 80명의 환자를 대상으로 cognitive remediation therapy for obesity 또는 치료를 받지 않는 대조군으로 무작위 배정하였다. Wisconsin card sorting test trail making test 검사와 depression, anxiety and stress, health-related quality of life 설문지 등으로 심리상태를 관찰하였으며, 분석결과 인지적 유연성(cognitive flexibility)의 개선이 3개월 후 체중 감량을 예측하는 것으로 나타났다.

Sasdelli 등¹⁶⁾은 체중감량을 위해 그룹기반 인지행동치료(cognitive-behavior therapy)를 받은 793명의 환자를 대상

Table 1. Weight Loss Studies with Low Calorie Diet and Behavioral Treatment

Author (year)	Nation	Initial BMI (kg/m ²)	Number of patients analyzed	Assessment period	Intervention type	Main predictors
Ambrosini et al ¹³⁾ (2018)	Australia	31.6	467	12 m	Group-based commercial weight loss programme, standard care	Protein density, fibre density (+)
Funk et al ¹⁴⁾ (2018)	USA	40.8	206	16 w	Behavioral weight loss intervention	Age, presence of a support person (+)
Raman et al ¹⁵⁾ (2018)	Australia	39.8	80	3 m	Manualised face-to-face cognitive remediation therapy for obesity	Changes in cognitive flexibility (+)
Sasdelli et al ¹⁶⁾ (2018)	Italy	40.8	793	24 m	Group-based cognitive-behavior therapy	Male, high BMI, concern for present health (+) concern for body appearance (-)
Tronieri et al ¹⁷⁾ (2019)	USA	40.8	170	14 w	Phase 1: group lifestyle modification behavior therapy Phase 2: lorcaserin 10 mg	Early weight loss (+, phase 1)
Björkman et al ¹⁸⁾ (2020)	Sweden	41.2	613	12 m	VLED, energy-restricted dietary treatment	History of weight cycling, dissatisfied with body image (+), nocturnal eating (-)
Frie et al ¹⁹⁾ (2020)	UK	35.1	100	8 w	Self-regulation intervention with weight tracking app, daily self-weighing alone	Adherence (+)
Björkman et al ²⁰⁾ (2022)	Sweden	41.7	601	12 m	VLED, energy-restricted dietary treatment	Self-efficacy (+, dietary)
Kempf et al ²¹⁾ (2022)	Germany	31.6	427	12 m	Lifestyle intervention, protein-rich, low glycaemic meal replacement-based lifestyle intervention group	Leptin, insulin reduction (+)
Chao et al ²²⁾ (2023)	USA	38.6	61	16-25 w	Behavioral weight loss	Hippocampal volume, neurocognition (NC)

BMI: body mass index, m: month, +: positive correlation, w: week, -: negative correlation, VLED: very low energy diet, NC: no correlation.

으로 24개월 후 체중감량에 영향을 주는 인지적 요인을 보고자 하였다. 체중감량과 관련된 인지적 요인, 동기 및 심리사회적 요소들이 Foster questionnaire on goals and related weight, state-trait anxiety inventory, Beck depression inventory (BDI), binge eating scale 등의 설문지를 통해 분석되었다. 10% 이상의 체중감량을 예측한 요인을 회귀분석한 결과 남성 성별, 높은 BMI 및 현재 건강에 대한 심리적 우려는 체중감량에 긍정적인 영향을 미친 반면, 신체 외모에 대한 심리적 우려는 체중감량에 부정적인 영향을 미쳤다.

Tronieri 등¹⁷⁾의 연구에서는 체중감량과 감량된 체중 유지를 관찰하기 위해 14주간 행동치료(phase 1)와 52주간의 lorcaserin 10 mg 약물치료(phase 2)를 순차적으로 시행하였다. 그 중 phase 1의 그룹기반 행동치료(group lifestyle modification) 프로그램에 참여한 170명의 환자들을 대상으로 14주 후 체중감량에 영향을 미치는 요인을 회귀분석한 결과 초기 4주간 체중 감량(early weight loss)이 14주차와 남은 기간의 긍정적인 체중감량을 예측했다.

Björkman 등¹⁸⁾의 연구에서는 하루 800 kcal 미만을 섭취하는 초저칼로리 식이요법(very low energy diet)과 30% 열량이 제한된(energy-restricted) 식이요법을 받은 613명의 환자를 대상으로 12개월 후 체중감량에 영향을 주는 요인을 보고자 하였다. Questionnaire of eating and weight patterns-revised 설문지 등을 통해 폭식장애, 야간식사 및 심리적 행동이 조사되었으며 회귀분석 결과 한달에 한번 이상 야간 식사가 없는 경우, 반복적인 체중 감소 및 증가 이력이 있는 경우, 비만으로 인한 신체상의 불만족이 큰 경우 더 많은 체중을 감량했다. 또한 체중과 관련된 자존감 및 신체상에 대한 정신적 괴로움이 강할수록 5% 이상의 체중감량을 예측했다.

Frie 등¹⁹⁾의 연구에서는 100명의 환자를 무작위 배정하여 중재군에서는 추적 앱(weight tracking app)과 Qualtrics 설문지를 통해 체중에 대한 자기 조절(self-regulation) 중재가 시행되었으며 공통적으로 자가체중측정을 시행하였다. 8주 후 선형혼합효과모델로 체중감량 예측 요인을 분석한 결과 체중 측정에 대한 높은 준수율(adherence)은 체중감량 성공의 독립적인 예측 요인이었다.

Björkman 등²⁰⁾의 연구에서는 초저칼로리 식이요법과 30% 열량이 제한된 식이요법을 받은 601명의 환자를 대상으로 체중감량에 영향을 주는 인자를 보고자 체중감량 전 동기(motivation), 통제 소재(locus of control), 자기효능감(self-efficacy)

에 대한 100 mm visual analogue scale (VAS) 점수를 분석하였다. 열량이 제한된 식이요법을 시행한 그룹 내에서 12개월 후 15% 이상 체중을 감량한 군은 5% 미만 감량한 군보다 자기 효능감 점수가 더 높은 것으로 나타났다.

Kempf 등²¹⁾의 연구에서는 고단백 저당(low-glycaemic) 대용식을 포함한 생활습관 중재군과 대용식 없이 생활습관 중재를 받은 대조군 427명을 대상으로 혈액검사를 시행하여 12개월 후 혈액수치 변화와 체중감량에 영향을 주는 요인을 보고자 하였다. 회귀분석 결과 체중감량 1개월 후 랩틴 및 인슐린 감소가 클수록 12개월 동안의 더 많은 체중 감량을 예측할 수 있었다.

Chao 등²²⁾의 연구에서는 체중감량을 위해 행동치료를 받은 중재군과 행동치료를 받지 않은 대조군 61명을 비교하여 해마 용적(hippocampal volume)과 신경인지(neurocognition)의 변화가 체중감량과 연관이 있는지를 보고자 하였다. 16-25주 후 체중감량을 분석한 결과 해마 용적 및 신경인지의 변화는 체중감량률에 유의미한 영향을 주지 않았다.

2. 약물치료를 통한 체중 감량연구 (Table 2)

Fujioka 등²³⁾은 52주간 식이요법, 운동과 함께 lorcaserin 10 mg 혹은 위약을 1일 2회 투여한 3개의 3상 연구결과를 통해 lorcaserin의 체중감량 효과를 분석하였다. 6635명의 체중감량 결과를 당뇨 유무와 연령을 4분위수로 나누어 회귀분석한 결과 체중의 5% 이상 또는 10% 이상을 감량한 그룹에서 연령대가 높아질수록 체중 감량이 더 큰 것으로 나타났다.

Wharton 등²⁴⁾은 6개월간 식이요법, 운동과 함께 liraglutide 3 mg를 투여한 311명의 환자를 대상으로 4개월, 6개월의 체중감량을 후향적으로 관찰하였다. 회귀분석 결과 초기 체중은 6개월 후 체중의 예측인자였으며, 6개월에 5% 이상의 체중감소를 달성하는 긍정적인 예측변수는 연령이었다.

Maccora 등²⁵⁾은 liraglutide 0.6 mg를 투여한 100명의 환자를 대상으로 초기 체중의 5% 이상의 감량을 체중감량 반응으로 평가하여 6개월 후 체중감량을 비교였다. 그 결과 초기 1개월의 높은 체중 감량이 체중감량의 긍정적인 예측 인자였다.

Tronieri 등²⁶⁾의 연구에서는 집중행동치료(intensive behavioral therapy, IBT)를 받은 150명의 환자를 대상으로 IBT 단독치료, IBT와 liraglutide 3 mg 병행 투여군, 식이요법

Table 2. Weight Loss Studies with Pharmacotherapy

Author (year)	Nation	Initial BMI (kg/m ²)	Number of patients analyzed	Assessment period	Intervention type	Main predictors
Fujioka et al ⁽²³⁾ (2019)	USA	36.1	6635	52 w	Lorcaserin 10 mg, placebo (each with diet, exercise)	Age (+)
Wharton et al ⁽²⁴⁾ (2019)	Canada	40.7	311	6 m	Liraglutide 3 mg with diet and exercise	Age (+), baseline weight (-)
Maccora et al ⁽²⁵⁾ (2020)	Italy	38.6	100	6 m	Liraglutide 0.6 mg (0.6 mg increment when the response was not satisfactory)	Early weight loss (+)
Tronieri et al ⁽²⁶⁾ (2020)	USA	38.8	150	52 w	IBT alone, IBT with liraglutide 3 mg, or IBT-liraglutide combined with a 12 w meal replacement diet (multi-component)	Attendance, dietary self-monitoring, medication adherence (+)
Tchang et al ⁽²⁷⁾ (2022)	USA	35.3	421	2 y	AOM	Initial BMI, AOM usage (+)

BMI: body mass index, w: week, +: positive correlation, m: month, -: negative correlation, IBT: intensive behavioral therapy, y: year, AOM: anti-obesity medication.

과 liraglutide 3 mg 투여군으로 나누어 체중감량에 영향을 주는 인자를 보고자 하였다. 52주 후 체중감량을 분석한 결과 전체 환자 군에서 식이 자가 모니터링(dietary self-monitoring)이 체중감량과 긍정적인 연관성을 보였으며, liraglutide를 복용한 100명의 환자군에서는 자가 모니터링 및 약물 순응도와 체중감량 간의 양의 상관관계가 확인되었다.

Tchang 등²⁷⁾은 코호트 분석을 통해 항비만약물을 복용한 환자를 대상으로 2년간의 체중감량 및 감량유지 결과를 분석하였다. 처방된 비만약물은 metformin (79%), phentermine (26%), topiramate 순으로 높았고 3가지 이상 약물이 병용되었다. 2년 후 초기 체중에서 5% 이상 감량한 그룹을 5% 미만인 그룹과 비교한 결과 초기 BMI가 높고 항비만약물의 사용량이 많을수록 유의미한 체중감량이 예측되었다.

3. 비만 대사 수술을 통한 체중감량연구 (Table 3)

Vargas 등²⁸⁾의 연구에서는 오베라 위내풍선술(Orbera intragastric balloon)을 받은 321명의 환자들을 대상으로 수술 3, 6, 9개월 후 총 체중감량률(total body weight lost, %TBWL)을 관찰하였다. 그 결과 체중관찰 횟수와 3개월 후 초기 체중감량이 높을수록 6개월 후 높은 체중감량을 예측하는 것으로 분석되었다.

Jambhekar 등²⁹⁾의 연구에서는 복강경 위소매절제술

(laparoscopic sleeve gastrectomy, LSG)을 받은 713명의 환자를 대상으로 코호트 분석을 통해 성별, 인종, 보험 및 고용 상태와 같은 사회경제적 요인이 수술 2년 후 체중감량과 관련이 있는지 확인하고자 하였다. 다중 회귀분석 결과 남성은 초기(1주~3개월)의 높은 체중감량과 관련이 있었으며 당뇨 혹은 폐쇄성 수면무호흡증을 가진 환자는 체중감량이 더 적었으며, Medicare 보험을 가진 환자는 Medicaid 혹은 상업적 보험을 가진 환자보다 첫 해 체중감량이 더 적었다. 직업이 학생인 경우 체중감량이 가장 높았으며, 은퇴하거나, 장애가 있는 경우 체중감량이 가장 낮았다.

Nguyen 등³⁰⁾은 복강경 위우회술(laparoscopic gastric bypass, LGB) 또는 복강경 위밴딩술(laparoscopic gastric banding)을 받은 197명의 환자를 10년간 코호트 관찰하여 체중감량을 예측할 수 있는 요인을 보고자 하였다. 다중회귀분석 결과 체중감량을 예측할 수 있는 요인에는 LGB 수술, 여성 및 당뇨가 없는 것이 포함되었다.

Bettencourt-Silva 등³¹⁾은 조절형 위밴드술(adjustable gastric banding), 루와이 위우회술(Roux-en-Y gastric bypass, RYGB), 위소매절제술(sleeve gastrectomy, SG)을 받은 213명의 환자를 대상으로 2년간의 체중감량을 후향적으로 관찰하였다. 단변량 분석결과 연령이 낮은 경우, RYGB 수술을 시행한 경우 초과 체중감량(excess weight loss, %EWL)과 총 체중감량률(total weight loss, %TWL)이 높았으며 수술 전 BMI가 높을수록 체중감량에 부정적인 영향을 미쳤다.

Table 3. Weight Loss Studies with Obesity Surgery

Author (year)	Nation	Initial BMI (kg/m ²)	Number of patients analyzed	Assessment period	Intervention type	Main predictors
Vargas et al ²⁸⁾ (2018)	USA	37.6	321	9 m	OIB	Follow-up visits, early weight loss (+)
Jambhekar et al ²⁹⁾ (2018)	USA	46.2	713	2 y	LSG	Male (+, early weight loss) student, employed (+) medicare, DM, OSA, retired, disability (-)
Nguyen et al ³⁰⁾ (2018)	USA	46.5	197	10 y	Laparoscopic gastric bypass, Laparoscopic gastric banding	Gastric bypass, female (+) DM (-)
Bettencourt-Silva et al ³¹⁾ (2019)	Portugal	54.5	213	2 y	AGB, RYGB, SG	RYGB (+), age, preoperative BMI (-)
Erdogdu et al ³²⁾ (2019)	Turkey	45.8	118	12 m	LSG	Health literacy (+), preoperative BMI (-)
Flølo et al ³³⁾ (2019)	Norway	42.7	114	55 m	SG	Improvement in eating self-efficacy (+)
Itlaybah et al ³⁴⁾ (2019)	Egypt	52.5	39	12 m	LSG	Preoperative plasma ghrelin level, ghrelin-producing cells (NC)
Mazzini et al ³⁵⁾ (2019)	USA	45.6	278	1 y	LRYGB, LSG	LSG, black ethnicity, age, preoperative BMI (-) T2D (-, LRYGB)
Pinto et al ³⁶⁾ (2019)	Brazil	43.0	51	12 m	RYGB	Protein intake (+) preoperative BMI, age (-)
Aliakbarian et al ³⁷⁾ (2020)	USA	45.1	105	5 y	RYGB	Fasting ghrelin (+), age, CRP, HbA1c, T2D (-)
Ansar et al ³⁸⁾ (2020)	Iran	46.6	1701	12 m	OAGB-MGB	Volume eater, early weight loss (+) preoperative BMI, T2D, LBL (-)
Farup et al ³⁹⁾ (2020)	Norway	41.9	115	6 m	RYGB, gastric sleeve (combined behavioural)	Preoperative BMI (-)
Li et al ⁴⁰⁾ (2020)	China	37.2	97	6 m	LSG	REE/BW (+) RQ (-)
Pañella et al ⁴¹⁾ (2020)	Spain	41.5	50	5 y	LSG	Age (≥ 55), preoperative BMI (≥ 50 kg/m ²) (-)
Rheinwalt et al ⁴²⁾ (2020)	Germany	49.3	143	12 m	OAGB-MGB, RYGB	NAFL, NASH (-)
Smith et al ⁴³⁾ (2020)	USA	44.0	48	6 m	VSG, RYGB	Preference for sweetened, changes in VTA response (+, RYGB), preoperative VTA taste-induced activation (-, RYGB)
Ben-Porat et al ⁴⁴⁾ (2021)	Israel	42.2	212	8 y	SG	Preoperative BMI (-), female (-), physical activity (+)
Casajoana et al ⁴⁵⁾ (2021)	Spain	39.4	45	5 y	mRYGB, SG, GCP	Δ GLP-1 AUC baseline-1m (+), weight loss at 12m (+)
El Moussaoui et al ⁴⁶⁾ (2021)	Belgium	42.9	529	4 y	LSG	Age (>50) (-) BMI (>50 kg/m ²) (-) previous LAGB (-)
Felske et al ⁴⁷⁾ (2021)	Canada	49.0	50	12 m	Lap band, gastric bypass, SG	Improvements in shape, weight concerns, self-esteem (+)
Fidilio et al ⁴⁸⁾ (2021)	Spain	53.7	31	5 y	SG, RYGB	Reduction of mREE (-)
Huang et al ⁴⁹⁾ (2021)	China	40.3	112	6 m	LSG	Baseline TG levels under 1.7 mmol (+)
Bahadori et al ⁵⁰⁾ (2022)	Iran	45.4	54	6 m	RYGB	Skeletal muscle mass (+)
Guo et al ⁵¹⁾ (2022)	China	38.6	178	1 y	LSG	Preoperative insulin, c-peptide level (-)

Table 3. Continued

Author (year)	Nation	Initial BMI (kg/m ²)	Number of patients analyzed	Assessment period	Intervention type	Main predictors
Mantziari et al ⁽⁵²⁾ (2022)	Switzerland	45.7	957	10 y	RYGB	5y %TBWL (+), preoperative BMI (>50 kg/m ²) (-)
Miranda-Peñarroya et al ⁽⁵³⁾ (2022)	Spain	37.8	361	12 m	EBT (6 or 12 m IGB) POSE	Good lifestyle habit, muscle-strengthening activities, eating 4-5 meals/day (+)
Tan et al ⁽⁵⁴⁾ (2023)	Singapore	42.6	359	5 y	LSG OAGB RYGB	Marital satisfaction, preoperative BMI, RYGB (+)
Park et al ⁽⁵⁵⁾ (2022)	Korea	38.8	58	12 m	LSG	Age (<40) (-)

BMI: body mass index, m: month, OIB: orbera intragastric balloon, +: positive correlation, y: year, LSG: laparoscopic sleeve gastrectomy, DM: diabetes mellitus, OSA: obstructive sleep apnea, -: negative correlation, AGB: adjustable gastric band, RYGB: roux-en-y gastric bypass, SG: sleeve gastrectomy, NC: no correlation, LRYGB: laparoscopic roux-en-y gastric bypass, T2D: type 2 diabetes, CRP: c-reactive protein, OAGB-MGB: one anastomosis gastric bypass-mini gastric bypass, LBL: length of biliopancreatic limb, REE/BW: resting energy expenditure/body weight, RQ: respiratory quotient, NAFL: non-alcoholic fatty liver, NASH: non-alcoholic steatohepatitis, VSG: vertical sleeve gastrectomy, VTA: ventral tegmental area, mRYGB: metabolic RYGB, GCP: greater curvature plication, GLP: glucagon like peptide-1, AUC: area under curve, LAGB: laparoscopic adjustable gastric banding, mREE: measured resting energy expenditure, TG: triglycerides, %TBWL: total body weight loss, EBT: endoscopic bariatric therapies, IGB: intragastric balloon, POSE: primary obesity surgery endoluminal.

다변량 선형모델에서는 RYGB 수술이 높은 체중감량에 예측인자로 분석되었다.

Erdogdu 등³²⁾은 LSG 수술을 받은 118명의 환자들을 1년간 추적 관찰하여 건강이해능력(health literacy)이 체중감량에 미치는 영향을 보고자 하였다. European health literacy survey를 통해 건강이해능력이 평가되었으며 회귀분석을 통해 12개월 후 %EWL를 예측한 결과 건강이해능력 중 건강증진 점수는 체중감량에 유의한 긍정적 요인이었으며 수술 전 높은 BMI는 체중감량의 부정적인 예측 인자였다.

Flolo 등³³⁾의 연구에서는 SG 수술을 시행한 114명 환자를 대상으로 16개월, 55개월 후 추적관찰을 통해 초과 BMI 감소율(excess body mass index loss, %EBMIL)에 영향을 주는 인자를 보고자 하였다. 식이 자기효능감과 비만관련 삶의 질(obesity-specific quality of life)은 weight efficacy lifestyle questionnaire short-form, impact of weight on quality of life-lite (IWQOL-Lite) 설문지로 평가되었으며, 16개월과 55개월 사이에 변화한 식이 자기효능감의 개선은 더 나은 체중감량을 예측했다.

Itlaybah 등³⁴⁾의 연구에서는 LSG 수술을 받은 비만 환자 39명을 대상으로 12개월 후 체중감량을 관찰한 결과 위저부(gastric fundus) cm²당 그렐린 생성세포와 총 그렐린 생성세포수치(ghrelin index)는 수술 6개월 후 BMI와 약한 양의 상관관계를 나타내었으나 수술 12개월 후 BMI와 %EWL와는 유의성이 나타나지 않았다.

Mazzini 등³⁵⁾의 연구에서는 LSG 또는 복강경-루와이 위

우회술(laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass, LRYGB) 수술을 받은 278명 환자들을 대상으로 1년간 추적 관찰을 시행하여 제2형 당뇨병의 관해와 체중감량률을 관찰하였다. 회귀분석 결과 공통적으로 LSG 수술, 고령, 흑인 인종 및 수술 전 높은 BMI는 낮은 %EWL과 독립적으로 연관이 있었다. LRYGB 수술 그룹에서는 제2형 당뇨병을 가진 환자의 %EWL이 유의하게 낮았다.

Pinto 등³⁶⁾은 RYGB 수술을 시행한 51명의 환자들을 대상으로 12개월동안 식이 섭취의 변화와 비만 완화의 예측인자를 평가하고자 하였다. 비만의 완화는 최소 BMI 29.9 kg/m² 이하로 정의되었으며 식이의 변화는 24시간 식사회상(24h dietary recall)을 통해 평가되었다. 분석 결과 수술 전 낮은 BMI, 낮은 연령 및 수술 후 3개월간 높은 단백질 섭취는 12개월 내 비만 완화에 도움이 될 수 있는 걸로 분석되었다.

Aliakbarian 등³⁷⁾은 RYGB 수술을 시행한 105명의 환자를 대상으로 수술 후 2년 이내 기록된 최저 체중과 %TBWL에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 8개의 혈장호르몬을 분석하여 체중감량에 영향을 주는 요인을 단변량 회귀분석한 결과, 수술 전 공복 그렐린이 높고, 연령과 C-reactive protein, HbA1c가 낮을수록, 제2형 당뇨병이 없는 환자에서 체중감량 최대값이 더 높게 나타났다. 다변량 회귀분석 결과 공복 그렐린이 높고 연령이 낮을수록 높은 체중감량에 영향을 주었다.

Ansar 등³⁸⁾은 one anastomosis gastric bypass-mini gastric

bypass (OAGB-MGB) 수술 후 체중감량의 성공(%EWL \geq 50%)과 실패(%EWL $<$ 50%)를 예측하는 요인을 찾기 위해 1년 후 1701명의 환자를 후향적으로 코호트 분석하였다. 초기 BMI가 낮고, 당뇨가 없으며, 많은 양의 저칼로리 음식을 먹는 식사습관(volume eating)과 수술 후 첫 달에 체중감량이 높을수록 성공적인 체중감량을 예측했으며 length of biliopancreatic limb이 길수록 체중감량 실패를 독립적으로 예측했다.

Farup 등³⁹⁾의 연구에서는 6개월간 행동치료를 받은 후 위 절제술 혹은 RYGB 수술을 받은 115명의 환자들을 대상으로 체중감량을 분석하였다. World Health Organisation-5 well-being index, Hopkins Symptom Checklist 10, fatigue severity scale, Rosenberg self-esteem scale 등의 설문지를 통해 평가된 심리사회적인 요인들은 체중감량의 유의한 예측인자로 분석되지 않았으며 수술 전 BMI가 높을수록 %EBMIL에 부정적인 영향을 주었다.

Li 등⁴⁰⁾의 연구에서는 97명의 LSG 수술 환자를 대상으로 6개월 후 %TWL이 20% 이상인 그룹과 20% 미만인 그룹을 비교하여 분석하였으며, 그 결과 수술 후 체중 당 에너지소비량(resting energy expenditure/body weight, REE/BW)이 높고 호흡률(respiratory quotient)이 낮을수록 체중감량에 긍정적인 영향을 주었다.

Pañella 등⁴¹⁾은 LSG 수술을 받은 50명의 환자들을 대상으로 장기 체중감량에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 보고자 5년간 체중감량을 관찰하였다. 다변량 분석결과 수술 전 BMI가 50 kg/m² 이상이거나 55세 이상의 환자에서 수술 5년 후 BMI가 더 높았으며, 체중감량에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

Rheinwalt 등⁴²⁾은 OAGB-MGB 또는 RYGB 수술을 받은 143명의 환자들의 12개월 후 체중감량을 분석한 결과 비알코올성 지방간(non alcoholic fatty liver)과 비알코올성 지방간염(non alcoholic steatohepatitis)이 없는 환자 군에서 수술 후 BMI가 더 낮고 %TBWL 및 %EWL이 더 높은 것으로 나타났다.

Smith 등⁴³⁾은 RYGB, 수직 위소매절제술(vertical sleeve gastrectomy) 수술을 받은 48명의 환자들을 대상으로 맛 선호도(taste preference) 및 미각유도에 따른 뇌 반응(taste-induced brain response)이 체중감량에 영향을 주는지 관찰하기 위해 수술 전후로 VAS 및 functional magnetic resonance imaging으로 신경반응을 평가하였다. 6개월 후 체

중감량을 분석한 결과 RYGB 그룹에서는 수술 전 자당(sucrose-sweetened)에 대한 선호도가 높고 복측피개영역(ventral tegmental area)에서 미각유도활성화가 낮으며 수술 2주 후 더 큰 변화를 보인 환자는 더 높은 체중감량을 경험했다.

Ben-Porat 등⁴⁴⁾은 SG 수술을 시행한 212명의 환자들을 평균 8년간 추적 관찰하여 장기적인 체중감량과 체중 재증가에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 체중감량 실패(%EWL $<$ 50%)그룹과 체중감량 성공(%EWL \geq 50%)그룹을 비교 분석한 결과, 체중감량에 실패한 환자에서는 초기 BMI가 높고, 여성이었으며, 주간 신체활동에 적은 시간을 보내는 것으로 나타났다. 회귀분석 결과 초기 높은 BMI는 체중감량에 실패하는 독립적인 예측 요인이었다.

Casajoana 등⁴⁵⁾은 metabolic RYGB, SG 및 greater curvature plication 수술을 시행한 45명의 환자들을 대상으로 5년간 추적 관찰하여 체중감량과 제2형 당뇨병 관해에 영향을 미치는 예측인자를 보고자 하였다. 분석결과 5년 뒤 %TWL은 초기 1개월 간 변화한 glucagon like peptide-1 농도(Δ GLP-1 AUC baseline-1month)와 관련이 있었으며, 12개월 후 체중감량이 높을수록 5년 뒤 체중감량도 더 높은 것으로 분석되었다.

El Moussaoui 등⁴⁶⁾은 LSG 수술을 받은 529명의 환자들을 대상으로 3년 후 체중감량에 영향을 주는 요인들을 다변량분석한 결과 50세 이상의 연령, BMI 50 kg/m² 이상, 이전 laparoscopic adjustable gastric banding 수술은 체중감량 실패(%EWL $<$ 50%)를 독립적인 예측하는 요인이었다.

Felske 등⁴⁷⁾의 연구에서는 위밴드술, 위우회술, SG 수술을 시행한 50명의 환자를 대상으로 비만 수술 12개월 후 IWQOL-Lite, BDI-II 설문지 등을 통해 체중관련 자존감(weight-related self-esteem) 및 우울증 증상의 변화가 더 큰 체중감량을 예측하는지 보고자 하였다. 회귀분석 결과 체중 관련 자존감이 크게 향상되고, 수술 후 체형, 체중에 대한 걱정이 많이 개선될수록 12개월 후 %TWL이 더 높은 것으로 나타났다.

Fidilio 등⁴⁸⁾의 연구에서는 SG, RYGB 수술을 받은 31명의 환자들을 대상으로 5년 후 체중감량을 관찰하여 에너지 소비량(measured resting energy expenditure, mREE)이 체중감량과 체중 재증가에 영향을 주는지 보고자 하였다. 분석결과 12개월 후 감소한 mREE가 클수록 체중감량 실패(%EWL $<$ 50%)와 5년 뒤 체중 재증가를 예측하는 요인이었다.

Huang 등⁴⁹⁾의 연구에서는 LSG 수술을 받은 112명의 환자를 대상으로 수술 전 중성지방(triglyceride, TG) 수치가 체중감량에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다. 6개월 후 체중감량을 회귀분석한 결과 수술 전 TG 수치가 1.7 mmol/L 미만인 그룹에서 체중 감량이 더 큰 것으로 나타났다.

Bahadori 등⁵⁰⁾은 RYGB 수술을 받은 54명의 환자를 대상으로 6개월 뒤 %EWL을 예측하는 신체 요인을 보고자 생체전기 임피던스 분석(bioelectrical impedance analysis)을 통해 체수분량, 골격근량, 체세포량, 무기질, 체지방량 등을 측정하였다. 회귀분석 결과 수술 전 골격근량이 높은 환자는 %EWL이 더 높은 것으로 나타났다.

Guo 등⁵¹⁾은 178명의 LSG 수술 환자를 대상으로 인슐린과 c-peptide 수치가 1개월 후 %EWL과 %TWL에 영향을 미치는지 보고자 하였다. 회귀분석 결과 %EWL \geq 75, %TWL \geq 35% 그룹에서 수술 전 인슐린과 c-peptide 수치가 낮았으며, 수술 전 고인슐린혈증이 있는 환자 군에서 LSG 수술 후 체중감량률이 낮을 수 있음을 제시하였다.

Mantziari 등⁵²⁾의 연구에서는 RYGB 수술을 시행한 환자들을 대상으로 장기적으로 코호트 관찰하여 10년 후 %TBWL $<$ 20%에 대한 예측인자를 분석하였다. 다변량분석 결과 초기 BMI 50 kg/m² 이상, 5년째 %TBWL이 낮은 것은 체중감량에 부정적인 영향을 미쳤다.

Miranda-Peñarroya 등⁵³⁾의 연구에서는 endoscopic bariatric therapies 수술을 받은 환자들을 코호트 관찰하여 생활습관이 체중감량에 주는 영향을 보고자 하였다. 361명의 환자들을 대상으로 수술 전후로 eat and move questionnaire, emotional eating questionnaire, Symptom Checklist-90 Revised 설문지를 통해 식습관 및 신체활동, 심리상태를 평가하여 회귀분석한 결과 12개월 후 좋은 생활습관을 유지하는 것은 체중감량에 긍정적인 영향을 주는 것으로 분석되었다. 감량이 우수한 군(%EWL \geq 50%)과 저조한 군(%EWL $<$ 50%)을 비교한 결과 하루에 4-5끼 식사를 하고 일주일에 2번 이상 근육 강화 활동을 하는 것은 긍정적인 체중감량을 예측하는 유의한 생활습관이었다.

Tan 등⁵⁴⁾의 연구에서는 LSG, RYGB, OAGB 수술을 받은 359명의 환자들을 후향적 코호트 분석하여 심리사회적 요인이 수술 후 체중감량과 제2형 당뇨병의 관해를 예측하는지 보고자 하였다. 5년 후 체중감량을 분석한 결과 결혼 만족도가 높은 환자일수록 %TWL이 유의하게 지속되며 수술 후 체중감량을 더 오래 유지하는 것으로 나타났

다. 수술 전 BMI가 높고, RYGB 수술을 시행한 환자에서 수술 5년 후 %TWL이 유의하게 높은 것으로 예측되었다.

Park 등⁵⁵⁾의 연구에서는 LSG 수술을 받은 58명의 환자들의 12개월 후 체중변화를 코호트 관찰한 결과 성별에 따른 감량의 유의한 차이는 없으나 40세 미만의 환자군에서 유의하게 더 높은 체중 감량을 확인할 수 있었다.

고찰

비만 치료 시의 체중감량에 영향을 주는 인자들에 대한 기존 연구로는 성별, 심리요인에 대한 연구 또는 비만 대사 수술과 같이 특정한 중재가 이루어진 경우에 대한 연구 등이 있었으며 Nam 등¹¹⁾의 연구에서는 과체중, 비만 치료 시 체중감량에 영향을 줄 수 있는 요인으로 초기 비만도, 연령, 식이 규제, 신체활동, 자기효능감, 초기 체중감량 및 치료 참석률 등을 제시함으로써 개인의 특성에 맞는 효과적인 맞춤형 비만 치료의 가능성을 제시하였다. 국내 한 의학 논문으로는 Jang 등⁵⁶⁾이 자기감시를 병행한 한의비만치료에서 체중감량에 영향을 미치는 요인을 분석하였으며, Kim 등⁵⁷⁾의 연구에서는 고도 비만 환자를 대상으로 한 의비만 상담을 포함한 한의학적 치료를 시행한 바 있다.

본 연구에서는 중고도 비만 환자에서 체중감량에 영향을 주는 다양한 요인들에 대하여 전반적인 검색을 실시하였으며 중고도 비만의 체중감량에 영향을 주는 주요 요인으로는 낮은 초기 비만도, 젊은 연령, 당뇨가 없는 경우, 높은 에너지대사량 등의 불변 요인과 수술 유형(위우회술), 운동 및 신체활동 증가, 단백질 식단의 증가, 초기의 높은 체중감량, 높은 자기 효능감, 높은 치료 준수율 등의 가변 요인이 있음을 확인했다. 그 중 낮은 초기 비만도와 젊은 연령, 당뇨가 없는 경우, 초기의 높은 체중감량이 중고도 비만의 성공적인 체중감량의 중요 요인이라는 연구 결과가 가장 많았다(Table 4).

기존 연구와 비교하여 과체중, 비만 환자는 물론 중고도 비만치료를 있어서도 젊은 연령은 체중감량에 긍정적인 요인으로 작용할 수 있음을 알 수 있었는데 비만대사 수술 후 연령에 따른 체중감량을 분석한 Pfefferkorn 등⁵⁸⁾의 연구에서는 고령인 경우 기초대사율이 낮거나 신체활동이 감소하는 경향이 있어 비만 수술 후에도 더 낮은 체중감량을 보인다고 설명하였다. 그러나 초기 비만도가 높을수록 체중감량이 유리했던 기존 연구와 달리 중고도 비

Table 4. Main Predictors of Weight Loss in Obesity Treatment

Characteristic	Classification	Main predictors	Frequency
Changeable predictors	Behavioral factors	Increase in protein density (+)	2
		Physical activity (+)	2
	Psychological factor	Self-efficacy (+)	2
	Treatment process factors	Adherence or attendance (including follow-up visits) (+)	3
		Gastric bypass (including RYGB) (+)	3
Initial weight loss (+)		5	
Unchangeable predictors	Physiological factors	Initial BMI (including weight) (-)	11
		REE/BW (including mREE) (+)	2
	Demographic factor	Age (-)	7
	Treatment history factor	DM (including T2D) (-)	5

+: positive correlation, RYGB: roux-en-y gastric bypass, BMI: body mass index, -: negative correlation, REE/BW: resting energy expenditure/body weight, mREE: measured resting energy expenditure, DM: diabetes mellitus, T2D: type 2 diabetes.

만 치료에서는 초기 비만도가 낮을수록 체중감량에 긍정적이라는 연구^{24,31,32,35,36,38,39,41,44,46,52} 결과들을 확인할 수 있었다. 이는 연구의 대상이 중고도 비만으로 한정되면서 고도 비만 및 비만대사수술의 중재 비율이 증가하여 기존 연구와는 상반된 결과가 나온 것으로 사료되며, 치료 방법이 다를 경우 요인에 차이가 있을 수 있음을 고려하여야 한다. Pinto 등³⁶의 연구에서는 비만대사수술 전 BMI가 1단위 증가할 때마다 수술 후 비만 완화의 가능성이 22% 낮아진다고 제시하며 비만대사수술을 앞둔 환자들에게도 수술 전 체중감량을 권장하였다. 이는 식습관으로 체중감량을 미리 시작하는 것이 간의 부피를 감소시키며 지방간 및 간 질환의 합병증을 줄이는데 도움이 될 수 있기 때문이다.

당뇨 질환이 없는 것^{29,30,35,37,38}과 수술 후 REE/BW가 높은 것⁴⁰은 체중감량에 긍정적인 요인이었으며, mREE의 감소가 클수록⁴⁸ 체중감량 실패와 체중 재증가를 예측하였다. 생활습관으로는 주간 신체활동이 적은 경우⁴⁴ 체중감량에 부정적인 영향을 주었으며, 주 2회 이상 근육 강화운동⁵³과 단백질 식단의 증가^{13,36}는 체중감량에 긍정적인 영향을 주었다. 초기의 체중감량으로 단기적으로는 초기 4주¹⁷ 및 1개월^{25,38}, 3개월²⁸의 체중감량이 14주¹⁷, 6개월^{25,28}, 12개월³⁸ 후의 체중감량을 예측하며 장기적으로는 초기 12개월⁴⁵ 후 체중감량이 높을수록 5년후의 체중감량에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 자기 효능감 점수²⁰와 식이 자기효능감³³은 체중감량에 긍정적인 예측 인자였으며 체중 측정¹⁹, 자가모니터링 및 약물 순응도²⁶, 체중 추적 관찰 횟수²⁸ 등 중재 치료에 대한 참여도가 높을수록 유의하게 체중감량률이 높았다.

본 연구에서는 문헌 고찰을 통해 중고도 비만 치료 시 체중감량에 영향을 주는 인자들을 살펴볼 수 있었으나 논문에 따라 연구 및 평가 기간의 다양성이 컸기 때문에 체중감량에 영향을 주는 요인을 하나의 틀로 묶기 어려움이 있어 논문의 질 평가가 이루어지지 않았고 각각의 인자들에 대한 분석이 이루어지지 않은 점이 한계점으로 파악된다. 또한 국내 연구보다 해외 논문이 대다수 포함되어 있으며 BMI에 따른 비만의 진단기준이 인종별, 국가별로 상이할 수 있기 때문에 국내의 중고도 비만 환자에게 본 연구결과를 적용하기에는 다소 한계점이 있을 수 있다. 그럼에도 불구하고 최근 5년간의 연구를 체계적으로 고찰하여 체중감량에 영향을 주는 요인들에 대해 다각적으로 분석하였다는 것에 본 연구의 의의가 있으며 현재 비만의 약물치료의 적응증¹²이 본 논문에서 정의한 중고도 비만의 기준과 유사하게 적용되고 있어, 본 연구결과를 활용한다면 중고도 비만환자의 특성에 따른 치료와 예후를 판단하는데 활용할 수 있을 것이다. 높은 비만도, 고령 혹은 당뇨 질환이 있는 환자의 경우 장기적 관점에서 치료 준수율과 자기 효능감을 높이는 것이 효과적인 체중감량에 도움이 될 수 있으며 신체활동, 식단의 변화와 성공적인 초기 체중감량이 장단기적 체중감량에 긍정적인 영향을 주므로 이러한 요인들을 고려하여 환자를 위한 맞춤형 비만 치료 프로그램을 개발한다면 중고도 비만 환자에서도 효과적인 체중감량을 이룰 수 있을 것으로 생각된다.

결론

중고도 비만 치료에서 체중 감량에 영향을 주는 주요 긍

정적 요인으로는 낮은 초기 비만도와 연령, 당뇨질환이 없는 경우, 높은 에너지대사량 등의 불변요인과 수술 유형(위우회술), 신체활동 및 단백질 식단의 증가, 초기 체중감량, 자기 효능감, 치료 준수율 등의 가변 요인이 있었다. 본 연구결과를 적용한다면 중고도 비만 환자의 특성에 따라 치료 예후를 판단하여 치료효과를 높일 수 있을 것이며, 이를 확대하여 개인 맞춤형 치료에도 다각적인 방법으로 활용할 수 있을 것이다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Bray GA, Bouchard C. Handbook of obesity: epidemiology, etiology, and physiopathology. 3rd ed. CRC Press. 2014 : 1-736.
2. Korean Society for the Study of Obesity. 2018 Obesity practice guideline [Internet]. 2018 [cited 2020 May 19]. <https://www.medric.or.kr/Uploads/BLibrary/file180614.pdf>
3. Yang YS, Han BD, Han K, Jung JH, Son JW; Taskforce Team of the Obesity Fact Sheet of the Korean Society for the Study of Obesity. Obesity Fact Sheet in Korea, 2021: trends in obesity prevalence and obesity-related comorbidity incidence stratified by age from 2009 to 2019. *J Obes Metab Syndr.* 2022 ; 31(2) : 169-77.
4. Ricci MA, De Vuono S, Scavizzi M, Gentili A, Lupattelli G. Facing morbid obesity: how to approach it. *Angiology.* 2016 ; 67(4) : 391-7.
5. Kim YS. Principles of obesity treatment and weight loss treatment. *Korean J Med.* 1997 ; 53(Suppl 2) : S763-9.
6. Lee CM, Kim JH. Surgical treatment of morbid obesity. *Korean J Helicobacter Up Gastrointest Res.* 2017 ; 17(2) : 72-8.
7. Bray GA. Pathophysiology of obesity. *Am J Clin Nutr.* 1992 ; 55(2 Suppl) : 488S-494S.
8. Consultation WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000 ; 894 : 1-253.
9. Huh Y, Nam GE. Overcoming increasing morbid obesity in Korea. *J Obes Metab Syndr.* 2021 ; 30(2) : 77-80.
10. Keating C, Backholer K, Gearon E, Stevenson C, Swinburn B, Moodie M, et al. Prevalence of class-I, class-II and class-III obesity in Australian adults between 1995 and 2011-12. *Obes Res Clin Pract.* 2015 ; 9(6) : 553-62.
11. Nam SH, Kim SY, Lim YW, Park YB. Review on predictors of weight loss in obesity treatment. *J Korean Med Obes Res.* 2018 ; 18(2) : 115-27.
12. Wharton S, Lau DCW, Vallis M, Sharma AM, Biertho L, Campbell-Scherer D, et al. Obesity in adults: a clinical practice guideline. *CMAJ.* 2020 ; 192(31) : E875-91.
13. Ambrosini GL, Solis-Trapala I, Ahern AL, Fuller NR, Holzapfel C, Hauner H, et al. Greater improvements in diet quality among overweight participants following a group-based commercial weight loss programme than those receiving support to lose weight in primary care. *Nutr J.* 2018 ; 17(1) : 64.
14. Funk LM, Grubber JM, McVay MA, Olsen MK, Yancy WS, Voils CI. Patient predictors of weight loss following a behavioral weight management intervention among US Veterans with severe obesity. *Eat Weight Disord.* 2018 ; 23(5) : 587-95.
15. Raman J, Hay P, Tchanturia K, Smith E. A randomised controlled trial of manualized cognitive remediation therapy in adult obesity. *Appetite.* 2018 ; 123 : 269-79.
16. Sasdelli AS, Petroni ML, Delli Paoli A, Collini G, Calugi S, Dalle Grave R, et al. Expected benefits and motivation to weight loss in relation to treatment outcomes in group-based cognitive-behavior therapy of obesity. *Eat Weight Disord.* 2018 ; 23(2) : 205-14.
17. Tronieri JS, Wadden TA, Chao AM, Pearl RL, Alamuddin N, Berkowitz RI. Early weight loss in behavioral treatment predicts later rate of weight loss and response to pharmacotherapy. *Ann Behav Med.* 2019 ; 53(3) : 290-5.
18. Björkman S, Wallengren O, Laurenus A, Eliasson B, Larsson I. Nocturnal eating but not binge eating disorder is related to less 12 months' weight loss in men and women with severe obesity: a retrospective cohort study. *Clin Obes.* 2020 ; 10(6) : e12408.

19. Frie K, Hartmann-Boyce J, Jebb SA, Aveyard P. Effectiveness of a self-regulation intervention for weight loss: a randomized controlled trial. *Br J Health Psychol.* 2020 ; 25(3) : 652-76.
20. Björkman S, Wallengren O, Laurenus A, Eliasson B, Larsson I. Locus of control and self-efficacy in relation to 12-month weight change after non-surgical weight loss treatment in adults with severe obesity - a clinical cohort study. *Obes Med.* 2022 ; 32 : 100409.
21. Kempf K, Röbling M, Banzer W, Braumann KM, Halle M, Schaller N, et al. Early and strong leptin reduction is predictive for long-term weight loss during high-protein, low-glycaemic meal replacement-a subanalysis of the randomised-controlled ACOORH trial. *Nutrients.* 2022 ; 14(12) : 2537.
22. Chao AM, Zhou Y, Erus G, Davatzikos C, Cardel MI, Foster GD, et al. A randomized controlled trial examining the effects of behavioral weight loss treatment on hippocampal volume and neurocognition. *Physiol Behav.* 2023 ; 267 : 114228.
23. Fujioka K, Malhotra M, Perdomo C, Apovian CM. Effect of lorcaserin in different age groups: a post hoc analysis of patients from the BLOOM, BLOSSOM and BLOOM-DM studies. *Obes Sci Pract.* 2019 ; 5(2) : 120-9.
24. Wharton S, Liu A, Pakseresht A, Nørtoft E, Haase CL, Mancini J, et al. Real-world clinical effectiveness of liraglutide 3.0 mg for weight management in Canada. *Obesity (Silver Spring).* 2019 ; 27(6) : 917-24.
25. Maccora C, Ciuoli C, Goracci A, Benenati N, Formichi C, Pilli T, et al. One month weight loss predicts the efficacy of liraglutide in obese patients: data from a single center. *Endocr Pract.* 2020 ; 26(2) : 235-40.
26. Tronieri JS, Wadden TA, Walsh O, Berkowitz RI, Alamuddin N, Chao AM. Measures of adherence as predictors of early and total weight loss with intensive behavioral therapy for obesity combined with liraglutide 3.0 mg. *Behav Res Ther.* 2020 ; 131 : 103639.
27. Tchang BG, Aras M, Wu A, Aronne LJ, Shukla AP. Long-term weight loss maintenance with obesity pharmacotherapy: a retrospective cohort study. *Obes Sci Pract.* 2021 ; 8(3) : 320-7.
28. Vargas EJ, Pesta CM, Bali A, Ibegbu E, Bazerbachi F, Moore RL, et al. Single fluid-filled intragastric balloon safe and effective for inducing weight loss in a real-world population. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2018 ; 16(7) : 1073-80.e1.
29. Jambhekar A, Maselli A, Robinson S, Kabata K, Gorecki P. Demographics and socioeconomic status as predictors of weight loss after laparoscopic sleeve gastrectomy: a prospective cohort study. *Int J Surg.* 2018 ; 54(Pt A) : 163-9.
30. Nguyen NT, Kim E, Vu S, Phelan M. Ten-year outcomes of a prospective randomized trial of laparoscopic gastric bypass versus laparoscopic gastric banding. *Ann Surg.* 2018 ; 268(1) : 106-13.
31. Bettencourt-Silva R, Neves JS, Pedro J, Guerreiro V, Ferreira MJ, Salazar D, et al. Comparative effectiveness of different bariatric procedures in super morbid obesity. *Obes Surg.* 2019 ; 29(1) : 281-91.
32. Erdogdu UE, Cayci HM, Tardu A, Demirci H, Kisakol G, Guclu M. Health literacy and weight loss after bariatric surgery. *Obes Surg.* 2019 ; 29(12) : 3948-53.
33. Flølo TN, Tell GS, Kolotkin RL, Aasprang A, Norekvål TM, Våge V, et al. Eating self-efficacy as predictor of long-term weight loss and obesity-specific quality of life after sleeve gastrectomy: a prospective cohort study. *Surg Obes Relat Dis.* 2019 ; 15(2) : 161-7.
34. Itlaybah A, Elbanna H, Emile S, Thabet W, Elkashef W, Abdelsalam N, et al. Correlation between the number of ghrelin-secreting cells in the gastric fundus and excess weight loss after sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2019 ; 29(1) : 76-83.
35. Mazzini GS, Khoraki J, Browning MG, Pessoa BM, Wolfe LG, Campos GM. Population diversity challenge the external validity of the European randomized controlled trials comparing laparoscopic gastric bypass and sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2020 ; 30(3) : 992-1000.
36. Pinto SL, Juvanhol LL, Bressan J. Increase in protein intake after 3 months of RYGB is an independent predictor for the remission of obesity in the first year of surgery. *Obes Surg.* 2019 ; 29(12) : 3780-5.
37. Aliakbarian H, Bhutta HY, Heshmati K, Unes Kunju S, Sheu EG, Tavakkoli A. Pre-operative predictors of weight loss and weight regain following Roux-en-Y

- gastric bypass surgery: a prospective human study. *Obes Surg.* 2020 ; 30(12) : 4852-9.
38. Ansar H, Zamaninour N, Pazouki A, Kabir A. Weight loss after one anastomosis gastric bypass-mini gastric bypass (OAGB-MGB): patient-related perioperative predictive factors. *Obes Surg.* 2020 ; 30(4) : 1316-23.
 39. Farup PG. Are the results of a combined behavioural and surgical treatment of morbid obesity satisfactory and predictable? *Nutrients.* 2020 ; 12(7) : 1997.
 40. Li K, Zheng L, Guo J, Shi W, Zhao F, Yang C, et al. Increased resting energy expenditure/body weight and decreased respiratory quotient correlate with satisfactory weight loss after sleeve gastrectomy: a 6-month follow-up. *Obes Surg.* 2020 ; 30(4) : 1410-6.
 41. Pañella C, Busto M, González A, Serra C, Goday A, Grande L, et al. Correlation of gastric volume and weight loss 5 years following sleeve gastrectomy. *Obes Surg.* 2020 ; 30(6) : 2199-205.
 42. Rheinwalt KP, Drebber U, Schierwagen R, Klein S, Neumann UP, Ulmer TF, et al. Baseline presence of NAFLD predicts weight loss after gastric bypass surgery for morbid obesity. *J Clin Med.* 2020 ; 9(11) : 3430.
 43. Smith KR, Papantoni A, Veldhuizen MG, Kamath V, Harris C, Moran TH, et al. Taste-related reward is associated with weight loss following bariatric surgery. *J Clin Invest.* 2020 ; 130(8) : 4370-81.
 44. Ben-Porat T, Mashin L, Kaluti D, Goldenshluger A, Shufanieh J, Khalailah A, et al. Weight loss outcomes and lifestyle patterns following sleeve gastrectomy: an 8-year retrospective study of 212 patients. *Obes Surg.* 2021 ; 31(11) : 4836-45.
 45. Casajoana A, Guerrero-Pérez F, García Ruiz de Gordejuela A, Admella V, Sorribas M, Vidal-Alabré A, et al. Role of gastrointestinal hormones as a predictive factor for long-term diabetes remission: randomized trial comparing metabolic gastric bypass, sleeve gastrectomy, and greater curvature plication. *Obes Surg.* 2021 ; 31(4) : 1733-44.
 46. El Moussaoui I, Van Vyve E, Johanet H, Dabrowski A, Piquard A, Delaunay T, et al. Laparoscopic sleeve gastrectomy for morbid obesity in a Belgian-French prospective multicenter study: outcomes and predictors weight loss failure. *Acta Chir Belg.* 2021 ; 121(6) : 413-9.
 47. Felske AN, Williamson TM, Surrency SRM, Telfer JA, Campbell TS, Rash JA. The influence of weight-related self-esteem and symptoms of depression on shape and weight concerns and weight-loss 12 months after bariatric surgery. *Obes Surg.* 2021 ; 31(3) : 1062-72.
 48. Fidilio E, Comas M, Giribés M, Cárdenas G, Vilallonga R, Palma F, et al. Evaluation of resting energy expenditure in subjects with severe obesity and its evolution after bariatric surgery. *Obes Surg.* 2021 ; 31(10) : 4347-55.
 49. Huang X, Li G, Xu B, Zhang J, Wang X, Cheng X, et al. Lower baseline serum triglyceride levels are associated with higher decrease in body mass index after laparoscopy sleeve gastrectomy among obese patients. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2021 ; 12 : 633856.
 50. Bahadori E, Esfehiani AJ, Bahrami LS, Shadmand Foumani Moghadam MR, Jangjoo A, Nematy M, et al. Identifying the predictors of short term weight loss failure after Roux-En-Y gastric bypass. *Int J Clin Pract.* 2022 ; 2022 : 2685292.
 51. Guo L, Luo W, Tan T, Gong F, Liu X, Rao S, et al. Early-phase insulin hypersecretion associated with weight loss outcome after LSG: a prospective cohort study in Asian patients with BMI ≥ 28 kg/m². *Surg Obes Relat Dis.* 2022 ; 18(10) : 1209-17.
 52. Mantziari S, Thomopoulos T, Abboretti F, Gaspar-Figueiredo S, Dayer A, Demartines N, et al. Long-term weight loss and metabolic benefit from Roux-en-Y gastric bypass in patients with superobesity. *BJS Open.* 2022 ; 6(6) : zrac145.
 53. Miranda-Peñarroya G, Zerón-Ruggerio MF, Vallejo-Gracia M, Sorio-Fuentes R, Saenger-Ruiz F, Izquierdo-Pulido M. Adherence to healthy lifestyle habits is a determinant of the effectiveness of weight loss among patients undergoing endoscopic bariatric therapies. *Nutrients.* 2022 ; 14(11) : 2261.
 54. Tan EY, Lee PC, Tham KW, Ganguly S, Lim CH, Liu JCJ. Examining spousal and family support as predictors of long-term weight loss and remission of type 2 diabetes following bariatric surgery in Singapore: a retrospective cohort study. *BMJ Open.* 2023 ; 13(5) : e068810.

55. Park H, Huh Y, Kim S, Yoo MW, Ko CS, Park HS. Longitudinal changes of body weight according to sex · age and metabolic parameters in Korean morbid obese patients after sleeve gastrectomy: 12-month retrospective cohort study. Korean J Fam Pract. 2022 ; 12(3) : 185-92.
56. Jang IY, Yim JH, Park JS, Kim JS, Kim TH, Jang IY, et al. Korean medicine with self-monitoring for weight control and factors associated with weight loss: a retrospective observational study. J Korean Med. 2022 ; 43(1) : 87-98.
57. Kim S, Han K, Kwon O, Lee W, Yoon C, Lee JH. Effect of Korean medicine treatment including Korean medicine counselling on weight loss in patients with morbid obesity: a retrospective chart review. J Korean Med Obes Res. 2021 ; 21(1) : 22-31.
58. Pfefferkorn U, Hort S, Beluli M, La Vista M, Züger T. Weight loss after bariatric surgery in different age groups. Obes Surg. 2023 ; 33(4) : 1154-9.