

## 기능성 배변 장애 환자의 바이오피드백 치료

건국대학교 의과대학 외과학교실

박 응 채

### Biofeedback Therapy in Patients with Functional Evacuation Disorders

Ung Chae Park, M.D.

Department of Surgery, Konkuk University College of Medicine, Chung-Ju, Korea

Biofeedback therapy has emerged as a useful adjunct for patients with functional evacuation disorders over the past decade. The goals of biofeedback retraining may vary and could depend on the underlying dysfunction. In patients with obstructive defecation, the goals are to relax the anal sphincter, improve rectoanal coordination, and improve sensory perception. Methods of biofeedback therapy varied widely between centers. However, no difference was described when EMG-based biofeedback was compared to manometry-based biofeedback, or when visual or auditory feedback was given. In regards to biofeedback adjuncts, including sensory retraining with either an intrarectal balloon, a portable home-training unit or both can be practical. There are inconsistencies in the literature regarding the patient selection criteria for biofeedback treatment. The patient group is not homogeneous. Different case selection, different regimens and different methods of biofeedback may explain the variability in success rate. Quality research that would assist in predicting outcome is still lacking. Although no specific denominator could possibly be assigned to correctly predict the overall outcome of therapy, biofeedback is not successful in all patients with outlet obstructed constipation. Results with success rates is ranging from 8.3 percent to 100 percent. The treatment of constipation by biofeedback has been viewed with some skepticism as the low success rate may simply be a placebo effect. The majority of skepticism to therapeutic outcome are derived from entry criteria for treatment. Lower success rates have been described when entry criteria were broadened. Prebiofeedback clinical findings which are pre-supposed to prognostic relevance are age, gender, duration of symptoms and presence of rectal pain, lower motor neuron disease, and psychiatric problems. I feel strongly that informations about the predictive factors are vital to all physicians either performing or recommending biofeed-

back to their patients. If biofeedback could be undertaken according to specific criteria, we, colorectal surgeon will save a fruitless endeavour, one would expect more improvements in more patients. Additional well-designed controlled trials are needed to establish the clinical and physiologic factors. *J Korean Soc Coloproctol* 2003; 19:260-269

**Key Words:** Functional evacuation disorders, Anorectal physiology, Biofeedback therapy

기능성 배변 장애, 직장항문 생리검사, 바이오피드백 치료

### 서 론

‘바이오피드백’이라는 용어는 수술 환자를 매일 대하는 대장항문 외과 의사에게는 대체의학의 하나쯤으로 오해받기도 할 생소한 치료 기법일 것이다. 그러나 골반 역동학의 비정상적인 기능에 의해 발생하는 배변 장애 질환을 수술만으로는 해결할 수는 없다. 이러한 환자를 대할 때마다 내과 의사나 정신과 의사에게 치료를 부탁할 수도 없으므로 반복적으로 치료하는 기술적인 행위를 제외하고는 대장항문외과 의사가 치료의 전 과정을 이해하고 총괄적인 지휘를 하여야 한다. 따라서 올바른 지휘관 역할을 하기 위해서는 비수술 치료이라 하더라도 원리와 적응 질환을 이해함으로써 오히려 수술 적응환자를 엄정히 선택할 수 있는 좋은 기회를 얻을 수 있다.

‘feedback’이라는 뜻의 원조는 러시아의 생리학자 파블로프(1849~1936)에 의해 고안된 반사(反射; reflex)의 개념에서 출발한다. 이것은 우리가 초등학교 때 배운 바와 같이 ‘감각수용기로부터 구심성 신경에 의해 전달된 감각정보의 신호가 사람의 의지와는 관계없이 원심성 신경에 전달되어 근(筋)과 선(腺) 등에서 그 효과가 나타나는 현상’을 말한다. 조건반사는 조건자극이 감각신경을 거쳐 중추에 도달하고 대뇌에까지 전달되어 정보가 처리된 다음 운동신경을 거쳐 근육을

책임저자: 박응채, 충북 충주시 교현동  
건국대학교병원 외과(우편번호: 380-704)  
Tel: 043-840-8824, Fax: 043-848-0865  
E-mail: ungchaepark@dreamwiz.com

움직이게 되는 학습의 원시적인 형태이다. 이것을 한 단계 진보시켜서 생체신호가 나타나는 어떠한 장치(항문압력계 혹은 근전도 기기)를 이용하면 학습의 효과가 더욱 좋아진다. 그 이유는 환자가 자신의 결과가 어떻게 나올 것인지(knowledge of results)를 시행착오를 거치면서 배우게 되는 행동 수정(behavioral modification)이 생기기 때문이다. 이와 같이 장치를 통해서 자신의 결과를 알게되는 학습 형태를 ‘instrumental learning’ 혹은 ‘operant conditioning’이라고 하는데, 이것이 환자의 비정상적인 기능을 정상으로 회복시키기 위한 행동과학 치료의 이론적인 근거이다.

근래에 동서양을 막론하고 대장항문 영역에서 바이오피드백 치료에 대한 관심이 고조되고 있는 이유는 기능성 배변장애 질환 중에서 상당수의 원인은 본 치료 이외에는 뚜렷한 방법이 없으며 부작용이 없이 외래를 경유한 통원치료가 가능하다는 장점 때문이다. 그러나 편리하게 사용할 수 있는 치료 방법이라 하더라도 치료에 투자되는 시간과 비용을 고려한다면, 그 적용 대상은 매우 엄격하게 선정되어야 한다.

### 정의와 원리

본 치료법은 긴장성 편두통이나 신체의 만성 동통에 대한 정신 조절기능을 위해 사용해 왔던 정신과 행동요법 중의 일부였다.<sup>1</sup> 대장항문 외과 영역에서 이것의 개념이 처음으로 이용된 것은 1973년 Kohlenberg<sup>2</sup>가 보고한 것이 효시이다. 그는 Hirschsprung 질환으로 수술 예정인 소아에게 3 cm 직경의 풍선을 직장에 삽입한 채로 항문근을 오므려 항문압을 높이는 훈련하였다. 휴식기 항문압이 증가하였다고 하였다. 그러나 이것은 뚜렷한 임상적인 경과가 기록되지 않은 단발적인 증례 보고의 수준이었다. 그 후로 1974년 Engel 등<sup>3</sup>이 항문압력계를 이용한 방법으로 변실금 환자를 치료하였고 1979년 MacLeod<sup>4</sup>는 표전 근전도를 이용한 변실금 치료를 시작하였다. 만성변비 환자에게 응용하기 시작한 것은 1987년 Bleijenberg와 Kuijpers<sup>5</sup>의 보고한 때부터이며 현재까지 약 30여 편의 연구 결과가 발표되었다. 요즈음에는 직장항문 기능 검사에서 어떠한 소견을 보는 환자가 치료 성적이 더 좋을 것인가, 혹은 어떠한 임상적 요인들이 보다 나은 치료 성공률을 가져올 것인가에 관하여 성공 예보 지표까지 분석하는 수준으로 발전하였다.<sup>6-8</sup>

대장항문 질환에서의 바이오피드백 치료는 배변을 조절하는 골반과 항문 괄약근이 수축 혹은 이완하는

생체신호를 모니터를 통해 환자가 지켜보거나(visual biofeedback), 소리를 들어서(audio biofeedback), 혹은 청각과 시각을 동시에 사용하여(audio-visual biofeedback) 환자 스스로 괄약근 조절기능을 터득하게 하는 행동과학 치료의 일종이다.<sup>9,10</sup> 처음에는 환자의 마음대로 잘 조절되지 않는 항문의 수의근이 ‘trial and error’를 경험하면서 시행착오를 반복하는 동안 점차로 조절하는 능력을 기르게 된다. 행동의학에서 사용하는 ‘바이오피드백’이라는 용어를 사용하는 이유에 있다. 만성변비에서 바이오피드백 치료의 목적은 항문 괄약근이나 골반근을 이완시켜 직장에 고여 있는 변을 힘들이지 않고 무사히 항문관으로 통과시켜 하제나 관장약의 도움이 없는 성공적인 배변을 성취하는 데에 있다. 변실금을 치료할 때는 하부직장의 변에 대한 감지 능력과 외괄약근의 수축력을 강화시키는 것이 중요하다. 하부직장에 풍선을 삽입한 후에 환자가 풍선에 대한 감각을 느낄 때까지 점차로 부풀리는 방법(balloon sensory training)을 반복하면 변에 대한 감각 기능을 향상시키거나 변의 표본추출에 대한 에피소드(sampling episode)를 개선시킨다.<sup>11</sup> 표본 추출의 에피소드라는 것은 하부직장에 고여 있는 변의 성분이 고형변인지 혹은 묽은 변인지 아니면 변이 없는 가스만 존재하는 상태인지를 감지해낼 수 있는 능력을 의미하는데, 이것은 괄약근 수축력과 함께 변실금 방지에 매우 중요한 역할을 담당한다. 치골직장근, 골반저근 및 직장근층에는 신장수용기(stretch receptor)가 존재하며 이를 통해 정상적인 배변 욕구를 일으킨다는 것이 현재까지의 지배적인 견해이다. 따라서 압력 측정도관 끝의 풍선을 당기거나 확장시키는 바이오피드백 치료법은 이러한 수용체를 작동시키고 이를 통해 구심성 자극을 발생시켜서 변 감지능을 개선시킨다.<sup>12</sup>

### 치료의 방법

항문 근전도를 이용하는 방법(EMG-based biofeedback), 항문 압력계를 이용하는 방법(manometry-based biofeedback), 측정도관의 끝에 달려있는 풍선을 이용하는 방법(balloon sensory/expulsion training) 및 가정치료기(home trainer unit) 사용법 등이 있다. 그러나 생체 신호 중에서도 항문관의 압력 파동을 이용하는 항문압력계 사용법에서는 환자를 모로 누운 자세로 두어야하므로 정상적인 배변 자세를 취할 수 없다. 특히, 수액을 관류시켜 사용하는 항문압력계에서는 물이 항문관 밖으

로 흐르기 때문에 불편한 점이 많다. 본 치료의 초기 단계였던 1970년대에는 항문압력계를 이용하거나 측정관 끝에 달려있는 풍선 배출법을 사용한 결과 보고가 많았지만, MacLeod<sup>13</sup>의 보고 이후부터는 항문 괄약근의 간략한 근전도 신호를 도출할 수 있는 항문 근전도 기기를 사용하기 시작하였고 최근까지도 가장 많이 이용되고 있다. 구미에서는 외과 의사의 시간을 절약하고자 정신과의 심리치료사나 소화기 내과의 간호사가 치료에 직접 가담하는 병원도 많다. 대장항문 외과 의사는 치료의 과정을 지휘하며 결과를 추적하고 분석한다.

**1) 항문근전도 바이오피드백(EMG-based biofeedback)**

운동 단위전압(motor unit potential)의 특징까지 파악할 수 있는 바늘 전극은 환자에게 고통을 줄 뿐 아니라 치료에 불필요하므로 피하는 것이 좋다. 항문에 삽입하여 개괄적인 근전도 모양을 감지할 수 있도록 제작된 플러그 표면전극을 사용한다. 둔부에 표면 전극을 부착하는 방법은 항문 괄약근을 수축하지 않고 둔부만 움직여도 신호가 나타나는 단점 때문에 권장되지 않는다. 환자에게 간략한 배변의 생리를 이해시킨 후에 항문 속에서 감지된 근전도 모양을 컴퓨터 모니터에서 환자가 직접 볼 수 있다고 설명한다. 환자와 화면을 같이 보면서 괄약근을 수축하거나 이완함에 따라 달리 나타나는 근전도 신호를 관찰한다(Fig. 1, 2). 신호를 직접 보거나 또는 신호의 강약에 따른 음향기의 소리를 들으면서 근 수축과 이완의 요령을 환자 스스로 익히도록 반복적인 훈련을 시킨다. 치료의 빈도와 1회 치료에 걸리는 시간은 다양하지만 저자의 경우는

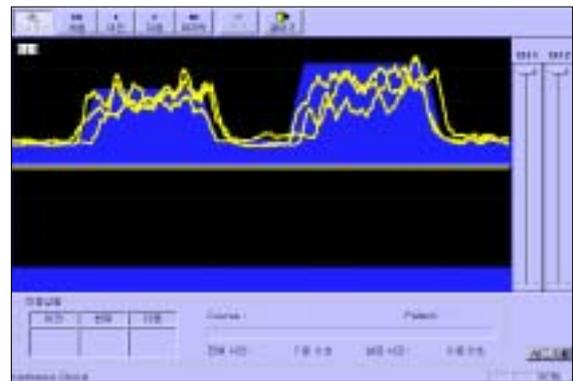


**Fig. 1.** Synchronous two channels (anal/abdominal) EMG signal display for biofeedback therapy.

주 1회씩 일주일 간격으로 20~30분 동안 훈련시키거나 원거리 환자의 경우에는 입원을 시킨 후에 매일 1회씩 1주일에 5회의 빈도로 집중 치료하는 스케줄을 환자의 형편에 맞도록 선택하고 있다. 치료의 기간은 괄약근 조절이 환자의 의지대로 가능할 때까지 실시한다. 치료가 성공적인 경우에는 처음에는 잘 조절되지 않던 괄약근들이 시행착오 과정을 여러 번 반복하는 동안 조절할 수 있는 능력을 스스로 터득하게 되어 성공적인 배변을 성취하게 된다. 치료가 성공하였다면 경과 추적을 시행하고 증상이 재발된 환자는 추가적인 치료(booster session)를 또 다시 해준다.

**2) 항문압력계 바이오피드백(manometry-based biofeedback)**

측정 도관을 항문관에 삽입하고 바이오피드백 프로그램이 내장된 압력측정기에 연결하면 괄약근이 수축하고 또는 이완함에 따라 압력 그래프의 높낮이가 오르내리는 모습이 모니터에 나타난다. 압력 파동의 높낮이를 조절하는 훈련의 요령은 근전도를 사용할 때와 같다. 높낮이 조절이 자유롭게 되면 풍선 배출법(balloon expulsion)과 풍선 감각 훈련(balloon sensory training)을 추가로 실시한다. 풍선 배출법에서는 측정도관의 끝에 달려있는 풍선을 하부 직장에 삽입하고 환자가 이물감을 느낄 때까지 풍선에 공기나 수액을 주입한 후에 환자 스스로의 힘으로 이것을 배출시킬 수 있도록 반복적으로 훈련시킨다. 풍선 감각 훈련에서는 공기나 수액을 주입하여 이물감을 느끼는 최초의 용량을 기록한다. 처음에는 많은 양이 주입되어야 이물감을 느끼지만 성공적인 경우에는 훈련이 거듭되면서 환자가 느낄 수 있는 용량이 점차로 줄어드는데,



**Fig. 2.** Multi-tasking function making a comparison between the previous and real time EMG signals for biofeedback therapy.

이것은 하부직장에서 대변의 존재 여부에 대한 감각 역치(sensory threshold)가 개선되었음을 의미한다. 만성 변비에서는 수축과 이완에 따른 압력과의 높낮이 조절이나 풍선을 배출하는 능력이 중요하고 변실금에서는 풍선에 대한 감각의 역치를 감소시키는 것이 중요하다. 변실금 환자의 치료 과정은 다음과 같은 세 가지 단계로 요약할 수 있다.<sup>14</sup> 1 단계 치료: 풍선 감각 훈련을 통한 직장 감지능의 향상, 2 단계 치료: 수의근의 수축력 강화(reinforcement of voluntary contraction), 3 단계 치료: 직장 팽창에 따른 괄약근의 수축 훈련(sphincter coordination with rectal distention)

3) 가정 치료기(home trainer unit)

바이오피드백 치료기가 개발되기 이전에는 환자가 집에서 키겔씨 훈련(Kegel exercise)<sup>15</sup>을 시행하고 외래를 방문하도록 하였다. 1950년에 개발된 키겔씨 훈련법은 분시 산부인과 영역에서 질 수축력을 강화를 위해 치골 미골근을 오므려 조이는 연습을 구두로 지시하는 방법이었다. 그러나 이와 같은 고전적인 방법만으로는 골반근 수축이 제대로 되고 있는지를 환자 스스로 느끼기 힘들 뿐 아니라 치료 과정의 상황을 객관적으로 분석하기도 힘들다. 따라서 병원에 오지 않는 기간 동안에도 가정에서 치료에 대한 동기와 의욕을 북돋우면서 치료하는 방법이 개발되었다. 이는 외래에서 사용하는 바이오피드백 근전도 시스템의 소프트웨어 일부만을 휴대용 장비에 내장시켜 가정의 컴퓨터나 TV 화면에서 간략한 근전도 모양을 도시할 수 있게 만든 것이다(Fig. 3). 의사는 치료 스케줄을 환자에게 주고 집에서 자가 치료를 시행한 결과가 내장된 디스켓을 환자가 가져오면 이를 치료실에서 분석하고 잘



Fig. 3. Portable hook-up based device using note-book PC for biofeedback home training.

못된 부분을 시정해준다. 외래 방문의 횟수를 줄일 수 있는 장점은 있으나 장비의 가격이 비싸며 환자는 고급 지식을 이해할 수 있어야 한다.

임상적 적용

1) 만성 변비

만성변비 환자를 위한 바이오피드백 치료 대상을 선정할 때 가장 유의하여야 할 것은 만성변비의 원인을 기능적으로 파악하지 않은 채 선불리 판단하여서는 아니 된다는 것이다. 기질적인 원인이 아닌 소위 ‘특발성 만성 변비’라 불리는 만성 변비의 기능적 원인은 대장 운동 기능 감소에 기인한 서행성 대장(slow transit colon)과 골반강 출구의 배변 폐쇄(pelvic outlet obstruction)의 두 가지로 가름할 수 있다.<sup>16</sup> 바이오피드백 치료는 후자에게 주로 적용된다. 골반강의 배변 폐쇄 여부를 확인할 수 있는 가장 좋은 기능 검사는 배변 영화촬영술과 괄약근 근전도 검사이고 항문내압 검사는 보조적인 방법으로 이용한다. 배변 폐쇄를 가져오는 가장 대표적인 질환은 치골직장근 이완 부조증(non-relaxing puborectalis syndrome)이다. 직장항문 근 절제술(anorectal myectomy)이나 보툴리눔 독소 주입법 등이 소개된 바 있었으나 심각한 합병증을 가져오거나 치료의 성공률이 높지 못하다.<sup>17,18</sup> 치골직장근의 절개술은 심각한 변실금의 우려 때문에 포기한지 오래되었고 합병증의 우려가 적은 nitroglycerin이나 몇 가지 신경전도 차단물질 등을 국소 적용시키는 방법들이 시험 조사 중에 있다.<sup>19</sup> 이들에 비해 바이오피드백 치료는 시간이 많이 걸리는 치료이지만, 알려진 합병증이나 환자의 고통이 없고 저렴한 치료법이다(Table 1). 서행성 대장을 갖는 변비 환자가 약물요법에 실패

Table 1. Therapeutic option in nonrelaxing puborectalis syndrome<sup>65</sup>

Option	Advantages	Disadvantages
Biofeedback	Outpatient procedure No morbidity	Need therapist Need special equipment
Surgical division of puborectalis		Incontinence Unpredictable outcome Anesthesia
Botulinum toxin	No surgical complication	Risk of incontinence Repeat injection

할 경우에는 최종적으로 대장절제술을 고려할 수 있지만 골반강의 배변 폐쇄가 동반되었을 때는 바이오피드백 치료를 우선적으로 실시하는 것이 올바른 치료의 순서이다. 최근에는 직장항문 중첩증(rectoanal intussusception), 회음 하수증(perineal descent syndrome), 직장류(rectocele) 등의 환자를 위한 초기 치료의 개념으로 바이오피드백 적용 대상이 확대되고 있다(Table 2). 그 이유는 이러한 질환들은 해부구조 이상에 의해 발생하는 일차성 질환이 아니라 과도한 힘주기 현상(strain)이 때문에 이차적으로 발생하는 질환이라고 보는 견해 때문이다.<sup>20,21</sup> 바이오피드백 치료는 지나친 배변 힘주기 습관을 없애준다.

2) 변실금

변실금의 몇 가지 원인들 중에서 대표적으로 적용할 수 있는 대상은 신경인성 변실금 환자이다. 외괄약근을 지배하고있는 음부신경이나 치골직장근에 분포하는 S<sub>3</sub> 및 S<sub>4</sub>로부터의 분지들이 외상이나 염증으로 인하여 손상을 받으면 신경인성 변실금을 가져온다.<sup>22</sup> 신경인성 원인을 진단할 때는 먼저 경항문 초음파 검사를 실시하여 괄약근의 해부구조에 결손이 없음을 확인한다. 신경인성 변실금의 괄약근 근전도 소견에서는 전기 활성화도가 저하되고 운동 단위전압의 비정상 파형이 나타난다. 음부신경 신경전도 검사에서는 말단운동 잠복기 값이 증가한다. 바이오피드백 치료는 음부신경의 기능이 완전하게 소실된 환자에게는 효력이 없으나 신경기능이 최소한이라도 유지되고 있을 때는 외괄약근이나 치골직장근의 힘의 세기를 증가시켜 수축기압을 높여준다.<sup>13,23,24</sup> 산과적 손상에 의한 변실금 환자에서 괄약근 성형술을 시행하더라도 치료의 성공

**Table 2.** Currently suggested indications of biofeedback therapy

Chronic constipation
1) baseline therapy for nonrelaxing pubo-rectalis syndrome
2) coexistent functional disorders: slow transit colon with pelvic outlet obstruction
3) initial trial for the treatment of rectoanal intussusception, perineal descent syndrome, and rectocele
Fecal incontinence
1) baseline therapy for neurogenic incontinence
2) additive therapy after anterior sphincteroplasty
Intractable rectal pain (levator ani syndrome)
Pediatric encopresis

률은 26~83%의 수준이다.<sup>25</sup> 수술 후에 재차 시행하는 항문 초음파검사에서 괄약근 층이 항문관을 잘 둘러싸고 있다고 확인되더라도 부분적으로는 변실금이 지속될 수 있다. 이 때 바이오피드백 치료를 시행하면 직장 감지능의 개선이나 항문관 압력의 증가를 기대할 수 있으며 이와 더불어 괄약근 성형술 이후에 새로운 해부구조에 대한 환자의 적응력을 자각시켜 주는 효과도 있다.<sup>26-28</sup> 따라서 바이오피드백 치료는 괄약근 성형술 이후에 만족스러운 변자제력을 가져오지 못할 때 괄약근 기능 강화를 위한 매우 매력 있는 수단이다. 다만, 수술 후 항문 초음파에서 괄약근의 동그란 고리가 이 중으로 중복된 소견이 나타나 복원이 파손되지 않았음이 확인되어야 한다.

3) 난치성 직장항문 동통(intractable rectal pain), 골반거근 증후군(levator ani syndrome)

기질적인 소견이 확인되지 않은 채로 매우 고통스럽게 항문이나 골반부에 통증이 지속되는 질환이다. 생리적인 근거가 아직 뚜렷이 알려져 있지 않지만 괄약근의 간헐적인 경련이 가장 그럴듯한 원인으로 설명되고 있다.<sup>29</sup> 직장항문 기능검사에서도 특기할 만한 기능적 이상 소견이 없다. 골반거근의 마사지, 좌욕, 다이아제팜이나 NSAIDS 같은 약물요법 등으로 치료해 왔지만 별달리 효과가 없거나 일시적인 효과밖에 기대할 수 없다. 매우 난치성인 질환이지만 바이오피드백 치료는 골반근의 이완을 감지할 수 있도록 도와주며 반복된 훈련을 통해 골반근에서 경련이 일어나는 회로를 차단하여 증상을 완화시킨다고 한다.<sup>30,31</sup>

4) 유분증(encopresis)

항문괄약근 조절 기능을 상실하거나 변실금을 보이는 유분증 어린이에게 시행한다.<sup>32-34</sup> 환자는 배변실금과 함께 배변 횟수의 감소, 배변 시의 통증이나 장기적인 분변의 저류를 호소한다. 변비를 없애주는 약물 요법과 식이 조절만으로는 큰 효과가 없기 때문에 바이오피드백 치료를 시행해주지만 직장항문 생리가 치료 이후에 어떻게 변하는지는 아직까지도 뚜렷이 규명되어 있지 않다. 바이오피드백 훈련은 여타의 보존적 치료에도 반응하지 않는 8살 이후의 아이에서 골반저 근실조가 뚜렷이 확인될 때 적용하는 것이 좋다.

예후 요인

바이오피드백 치료에 대하여 비관적으로 생각하는

보고서들에서는 단지 플라세보 효과밖에 나타나지 않는다고 과소평가하기도 한다.<sup>35</sup> 이러한 비판론들은 치료 대상을 엄격하게 제한하지 않고 너무 광범위하게 적용하려는 경향에서 출발한다. 본 치료를 시행함에 있어서 염두에 두어야 할 것은 바이오피드백 치료는 모든 변비 환자에게 일단 치료의 개념으로 적용해서는 안 된다는 것이다. 치료가 실패할 요인을 사전에 분석하여 예후가 좋지 않을 것으로 추정되는 환자들은 다른 치료를 선택하여 아까운 시간을 낭비하거나 환자가 고생하는 일이 없도록 해야 한다.

**1) 치료 대상에 따른 요인**

변비나 변실금을 가져오는 이질적(heterogenous)인 여러 가지 원인들이 섞여 있는 환자들에게 바이오피드백 치료를 무조건 적용하는 것은 바람직하지 못하다. 치료 성적을 평가할 때도 병태 생리가 서로 다른 이질적인 원인들로 뒤범벅이 되어 있는 환자들을 상호 비교하는 것은 의미가 없다. 신뢰성이 높은 자료를 얻기 위해서는 규모 이상의 표본 수를 갖는 동질성(homogenous)의 대상군을 비교 평가하는 것이 바람직하다. 치료 대상을 골반저 근실조 환자로만 제한하여 엄격하게 선정한다면 좋은 치료 효과를 기대할 수 있다. 그러나 골반저 근실조를 진단할 때는 과잉 진단하는 경우가 없도록 주의하여야 한다. 과잉 진단을 방지하기 위해서는 배변 폐쇄 증상을 뚜렷이 호소하는 환자가 배변영화촬영, 항문 근전도 혹은 및 항문 내압검사 등 세 가지 검사 중 적어도 두 가지에서 치골 직장근의 이완 부조 현상이 확인될 때를 기준으로 하는 것이 좋다.<sup>36</sup>

**2) 치료 방법에 따른 요인**

무작위 맹검법을 통한 다변량 분석에서 항문 근전도, 항문압력계, 풍선 요법, 가정 치료기 등 치료 방법에 따른 차이는 유의하게 나타나지 않았다고 한다.<sup>37,38</sup> 다만, 독립적으로 통원치료를 할 수 없는 고령 환자는 가정 컴퓨터에 휴대용 장치를 접속시켜 치료하면 보다 나은 치료의 동기를 부여할 수 있다.

**3) 치료 후 경과 시간**

처음 치료한 이후 얼마 지나지 않은 기간에는 좋았던 치료 성적도 일정한 시간이 지나면 차츰 나빠지기 시작한다. Ferrara 등<sup>39</sup>의 보고에 의하면 처음 치료 후에 평균 35개월이 지나서 22명 중 19명의 환자가 치료 이전의 상태로 되돌아갔다고 하였다. 이러한 환자들은

추가 치료가 필요하다.

**4) 동반 질환**

배변 폐쇄를 보이는 환자에서는 치골직장근 이완 부조증이 단독으로 나타나는 경우보다는 직장항문 중첩증, 회음하수증 및 직장류 등의 소견들과 동반하여 나타날 수 있다. 이러한 질환들이 동반된다 하더라도 심각한 신경 손상이 없는 한 치료 성적에는 큰 차이가 없다고 한다.<sup>40,41</sup> 최근에는 직장항문 중첩증이나 크기가 큰 직장류를 갖는 환자에게 잘못된 배변 습관을 고쳐주는 초기 치료의 개념으로 적응증이 확대되고 있는 추세이다.<sup>42,43</sup> 배변 장애의 원인으로 서행성 변비와 골반 출구 폐쇄에 의한 원인이 동시에 동반될 때는 대장 절제술을 시행하기 이전에 배변 폐쇄를 해결하기 위한 바이오피드백 치료가 반드시 선행되어야 한다.

**5) 생리적 요인**

골반강 출구 폐쇄에 기인한 만성변비 환자들은 직장항문 생리검사 소견의 특성에 따라 치료의 성공률이 다르다.<sup>8</sup> Rao 등<sup>44</sup>은 만성 변비 환자의 바이오피드백 치료 이후에 직장내압과 배변지수(defecation index; 배변 중 직장압을 항문 잔류압으로 나눈 값)는 유의하게 증가하고 항문 잔류압(anal residual pressure)은 유의하게 감소하였다고 한다. 이러한 결과는 바이오피드백 치료를 통해 배변과 관련한 항문 내압검사의 지수가 정상으로 회복될 수 있다는 것을 의미한다. 이 등<sup>45</sup>은 항문 내압검사의 어떤 소견들이 나쁜 예후와 관련 있는지를 다변량 분석하면서 항문관의 길이가 길수록, 직장의 최대 수용량(rectal maximum tolerable volume)이 증가할수록 치료 효과는 떨어진다고 하였다. 백 등<sup>6</sup>은 치료가 실패한 환자군에서 항문 고압력대의 길이가 유의하게 길었다고 한다. 박 등<sup>8</sup>의 연구에서는 종래의 전형적인 치골직장근 이완부조증에서는 86%의 높은 성공률을 보이지만, 항문 내압검사서 항문압 과긴장증(anal canal hypertonia)을 보이고 동시에 항문관 이완부조(non-relaxing anal canal) 현상이 배변 조영술에서 확인된 환자는 25% 수준의 현저하게 낮은 성공률을 보였다. 1987년의 Weber<sup>46</sup>와 1993년의 Gullemot 등<sup>47</sup>의 보고에서도 항문관의 휴식기압이 비정상적으로 항진된 변비 환자는 바이오피드백 치료를 이용한 기능적 개선이 어렵다고 하여 박 등<sup>8</sup>과 인식을 같이하고 있다. 항문압이 과도하게 긴장된 소견을 보이는 환자가 배변에 실패하는 이유는 직장-항문 압력차(anorectal pressure gradient)가 적절하게 형성되지 못하기 때문인

것으로 알려졌다.<sup>48,49</sup> 즉, 정상인에서 배변을 시도하면 하부 직장의 압력은 항문관의 압력보다 높아져서 항문관이 열리는 골반 역동학의 과정이 정상적으로 진행되지만, 항문압이 과도하게 높을 때는 직장의 압력이 항문관의 압력을 상회하지 못하여 항문관이 열리지 않는다. 따라서 치골직장근의 기능이 정상이라 하더라도 성공적인 배변을 가져올 수 없다. 이와 같은 결과는 치골직장근 이완부조증만으로 배변 폐쇄를 가져오는 모든 질환을 설명할 수 없다는 견해의 뒷받침이 되는 증거이기도 하다.

#### 6) 임상적 요인

나이, 성별, 증상의 기간, 직장 항문통의 존재, 운동 신경원성 질환 및 정신심리 상태 등이 예후 요인으로 제시되고 있지만 뚜렷하게 일치되는 연구 결과는 없다. 1999년에 McKee 등<sup>50</sup>은 질분만 산모의 난산으로 인하여 골반저 해부 구조나 신경계에 심각한 손상이 있을 때는 예후가 지극히 나쁘다고 하였다. 변실금에서 예후가 나쁠 것으로 예견되는 환자는 일차성 신경계 질환, 하부전방절제술, 항문의 Keyhole 변형, 과민성 장증후군의 변실금 우세형 등을 동반한 경우이다. 이와 반대로 산과적 손상이나 직장항문 수술 이후에 발생한 변실금 환자에서는 치료 성적이 좋다. 그러나 가장 중요한 요인은 치료 과정에서 이탈하지 않고 적극 참여하고자 하는 환자의 의지이다. 저자가 공동 연구한 300명 이상의 다변량 분석에 의하면 나이 및 성별, 증상의 기간 등은 결과에 영향을 미치지 않았고 환자의 치료 의지에 근거를 둔 치료의 강도가 가장 중요하였는데, 특히, 5회 이상의 치료 참여자에서 현저하게 높은 성공률을 보였다.<sup>51</sup> 치료의 횟수가 많아질수록 치료 성공률이 높아지는 이유는 소위 'slow learning' 가설로 설명할 수 있다. 이것은 생체 신호를 통해 신체 변화를 스스로 학습하는 것은 급격하게 이루어지는 것이 아니라 시행착오를 거쳐 서서히 이루어진다는 것이다. 본 치료법은 행동 과학에 근거를 둔 치료이기 때문에 환자의 정신심리 상태의 추이도 중요하다. MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) 검사에서 신체화(somatization) 소견을 보이는 환자들이 치료의 협조를 얻어내기가 힘들다.<sup>7</sup> 서행성 결장에 의한 여성 변비군은 대조군과 비교하였을 때 건강염려와 히스테리 경향이 유의하게 증가한다고 한다.<sup>52</sup> 저자가 65명의 배변 폐쇄 환자에서 조사한 MMPI 결과에서는 배변 폐쇄가 없는 변비 환자군에 비해 우울증 척도가 유의하게 높았다. 이와 같은 비정상적인 정신 심리

상태 변화 추이는 치료를 중도에 포기하는 빈도와 밀접한 관련이 있어서 결과에 큰 영향을 미친다.<sup>53</sup>

#### 치료 성적

외래에서의 설문지 조사와 가정에서의 배변 일기를 토대로 주관적인 평가를 하거나 치료 이후에 기능검사를 다시 실시하여 검사 값의 변화를 객관적으로 평가한다. 변비 환자에서는 1987년 Bleijenberg와 Kuijpers<sup>5</sup>의 보고서 이후 현재까지 30여 편의 연구 결과에서 12%로부터 100%까지의 치료 성공률을 보여 그 폭이 매우 넓다.<sup>5-10</sup> 국내에서는 박 등<sup>54</sup>이 71%의 치료 성공률을 보고하였고, 백 등<sup>6</sup>의 추적 조사에서는 81%의 환자가 증상의 호전을 보였다고 한다. 치료의 결과가 다양한 이유는 선정된 대상군의 특성이나 치료 방법의 종류가 서로 다르며 성공의 기준도 표준화되어 있지 않기 때문이다.

변실금 환자에서 치료 결과는 변자제 점수(contenance score)의 변화를 보고 가능한다. 통상적으로 이 점수가 75% 이상 감소하였을 때를 호전되었다고 표현한다.<sup>14</sup> 치료의 성공률은 0% 내지는 93% 수준이지만 서로 다른 이질성 원인이 혼합된 환자들로부터 여러 문헌의 성적을 비교하는 것은 큰 의미가 없다. 동질성 환자만으로 치료 결과를 분석한 5개의 연구에서는, 당뇨병이나 직장항문 수술과 관련한 환자에서 73~90% 정도의 좋은 치료 성적을 보였으나 놀랍게도 12명의 신경인성 변실금 환자에서는 단 한 명도 호전되지 않았다고 한다.<sup>55-59</sup> 즉, 직장 항문 수술 이후에 괄약근이 약화되어서 오는 변실금의 성적은 좋은 반면에 다발성 경화증 및 척수 수막류 환자의 결과가 나쁘고 특히, 직장 감지능이 현저히 떨어져 있는 신경인성 변실금에서는 기대 이하의 성적을 가져온다는 경향이다. 변실금을 치료한 후에 또다시 재발하는 비율은 잘 알려져 있지 않지만 대체로 6개월에서 9년 사이에 재발하는 경우가 많다.<sup>60</sup> 이때는 추가적인 바이오피드백 치료가 또다시 필요하다.

난치성 직장 항문통 환자는 그 기전 자체가 모호한 것과 마찬가지로 바이오피드백 치료가 어떻게 통증을 감소시키는 지도 잘 알려져 있지 않다. 1991년 Grimaud<sup>31</sup>의 보고 이후로 현재까지 35% 내지 87% 수준의 호전율을 보였고 특히, Heah 등<sup>29</sup>의 연구에서 1년 이상의 추적 조사를 통해 16예 모두에게서 증상이 호전되었다는 것이 가장 긍정적이다.

서구에서 지금까지 보고된 유분증 환자 치료의 성

공률은 52% 내지 86% 수준으로 비교적 괜찮은 편이다.<sup>30,36-38</sup> Loening-Baucke<sup>61</sup>는 소아의 유분증 환자에 대한 무작위 추출법 전향성 연구를 통해 77%의 좋은 성공률을 보고하면서 약물이나 식이 요법 등을 이용한 종래의 치료 방법에 비해 바이오피드백 치료의 결과가 더 월등하다고 하였다. 국내에서는 저자가 공동 연구한 86%의 치료 호전율이 가장 최근의 것으로 외국 문헌들의 성적과 대동소이하다.<sup>62</sup> 그러나 유분증을 갖는 모든 소아에게 바이오피드백 치료를 적용하는 것은 보편타당성이 없다. Stephen 등<sup>63</sup>은 아이가 처음 방문할 때 관장을 통해 매복된 분변을 없애주고 부모에게는 배변 훈련을 지도하면 첫 번째 방문 치료만으로도 유분증 증세가 좋아지는 경우가 있으며 약물 치료에도 반응이 없을 때 다른 대체적인 치료가 고려되어야 한다고 하였다. 특히 강도 높게 배변 강화 훈련 (enhanced toilet training)을 시행하면 번거롭고 유의성 있게 감소한다고 한다.<sup>64</sup> 저자의 경험<sup>62</sup>으로는 여타의 보존적 치료에도 반응하지 않는 학동기 연령 이후의 아이에서 골반저 근실조가 뚜렷이 확인될 때는 바이오피드백 치료를 선택적으로 적용하는 것이 좋다고 생각한다.

맺 음 말

바이오피드백 치료의 성공을 위한 열쇠는 최근에 많은 진보를 가져온 직장항문 기능검사를 이용해 타당성 있는 적응 대상을 선택하는 것이다. 배변 장애를 갖는 모든 환자에게 웅단 치료의 개념으로 적용하여 외과 의사의 아까운 진료 시간을 빼앗기고 환자가 고생하는 일은 없어야 한다. 기능성 배변장애를 갖는 환자가 일생 동안을 약물에 의존하면서 살아가도록 하는 소극적인 방법은 오늘날의 적합한 치료 방법이라 할 수 없다. 때로는 많은 장점을 가지고 있는 본 치료가 일차적인 치료법으로서 매우 매력적인 것이다. 그러나 다변량 분석과 전향성 연구를 통해 치료 성적을 보다 높이기 위한 좋은 방법과 각종 예후 요인들을 찾아야 하는 것이 미래의 과제이다.

REFERENCES

1. Budzynski G, Stoyva J, Adler C. Feedback induced muscle relaxation: Application to tension headache. *J Behav Ther Ext Psychiatry* 1970;1:205.
2. Kohlenberg RJ. Operant conditioning of human anal sphinc-

- ter pressure. *J Appl Behav Anal* 1973;6:201-8.
3. Engel BT, Nikoomeanesh P, Schuster M. Operant condition of rectosphincteric responses in treatment of fecal incontinence. *N Engl J Med* 1974;290:646-9.
4. MacLeod JH. Biofeedback in the management of partial anal incontinence: a preliminary report. *Dis Colon Rectum* 1979;22:169-71.
5. Bleijenberg G, Kuijpers HC. Treatment of spastic pelvic floor syndrome with biofeedback. *Dis Colon Rectum* 1987;30:108-11.
6. 백순만, 김남혁, 황용희, 김경래, 최건필. 치골직장근 이완 부전증의 바이오피드백 치료에 대한 중기 추적검사 및 결과 예보지표 분석. *대한대장항문병학회지* 2003;19:74-81.
7. 박웅채, 유영범, 김종준, 남범우. 만성변비 환자에서 다면적 인성검사를 이용한 정신심리상태 연구. *대한대장항문병학회지* 2002;18:95-103.
8. Park UC, Choi SK, Piccirillo MF, Verzaro R, Wexner SD. Patterns of anismus and the relation to biofeedback therapy. *Dis Colon Rectum* 1996;39:768-72.
9. Fleshman JW, Kodner IJ. Outpatient protocol for biofeedback therapy of pelvic outlet obstruction. *Dis Colon Rectum* 1992;35:1-7.
10. Kuijpers JHC, Bleijenberg G. Assessment and treatment of obstructed defecation. *Ann Med* 1990;22:405-11.
11. Cerulli MA, Nikoomeanesh P, Schuster MM. Progress in biofeedback conditioning for fecal incontinence. *Gastroenterology* 1979;76:742-6.
12. Parks AG, Porter NH, Melzak J. Experimental study of the reflex mechanism controlling the muscles of the pelvic floor. *Dis Colon Rectum* 1962;5:407-14.
13. MacLeod JH. Management of anal incontinence by biofeedback. *Gastroenterology* 1987;93:291-294.
14. Oliveira L, Wexner SD. Anal incontinence. In: Beck DE and Wexner SD, editors. *Fundamentals of anorectal surgery*, 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1998. p. 131.
15. Kegel A. Active exercise of the pubococcygeus muscle, in *Progress in Gynecology*. New York, NY, Grune & Stratton, 1950;778-92.
16. Wexner SD, Bartolo DCC. *Constipation: Etiology, evaluation and management*. 1 st ed. New York: Butterworth-Heinemann Ltd, 1995;3-8.
17. Yoshioka K, Keighley MRB. Anorectal myectomy for outlet obstruction. *Br J Surg* 1987;74:373-6.
18. Hallan RI, Williams NS, Melling J, Waldron DJ, Womack NR, Morrison JF. Treatment of anismus in intractable constipation with botulinum A toxin. *Lancet* 1988;2:714-7.
19. Guillemot F, Leroi H, Lone YC, Rousseau CG, Lamblin MD, Cortot A. Action of in situ nitroglycerin on upper anal canal pressure of patients with terminal constipation:

- a pilot study. *Dis Colon Rectum* 1993;36:372-6.
20. 김석균, 박웅채. 직장류 환자에서 직장항문 기능 검사의 특성과 임상적 의미. *대한대장항문병학회지* 1996;12:19-30.
  21. Siproudhis L, Dautreme S, Ropert A, Bretagne JF, Heresbach D, Raoul JL, et al. Dyschezia and rectocele; a marriage of convenience? *Dis Colon Rectum* 1993; 36:1030-6.
  22. Kiff ES, Swash M. Slowed conduction in the pudendal nerves in idiopathic (neurogenic) fecal incontinence. *Br J Surg* 1984;71:614-6.
  23. Swash M. Idiopathic fecal incontinence. In *Recent Advances in Neuropathology*, vol. 2, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1982;243-71.
  24. Binnie NR, Kawimbe BM, Papachrysostomou M, Clare N, Smith AN. The importance of the orientation of the electrode plates in recording the external anal sphincter EMG by noninvasive anal plug electrodes. *Int J Colorect Dis* 1991; 6:5-8.
  25. Schmitt SL, Wexner SD. Anterior and posterior sphincter repair. *Seminars in Colon & Rectal Surgery* 1992;3:92-7.
  26. Wald A. Biofeedback for neurogenic fecal incontinence: Rectal sensation is a determinant of outcome. *J Pediatr Gastroenterol Nutri* 1983;2:302-6.
  27. Miner PB, Donnelly TC, Read MW. Investigation of mode of action of biofeedback in treatment of fecal incontinence. *Dig Dis Sci* 1990;35:1291-8.
  28. Jensen LL, Lowry AC. Biofeedback improves functional outcome after sphincteroplasty. *Dis Colon Rectum* 1997; 40:197-200.
  29. Heah S-M, Ho Y-H, Tan M, Leong AFPK. Biofeedback is effective treatment for levator ani syndrome. *Dis Colon Rectum* 1997;40:187-9.
  30. Gilliland R, Heymen JS, Altomare DF, Vickers D, Wexner SD. Biofeedback for intractable rectal pain: outcome and predictors of success. *Dis Colon Rectum* 1997;40:190-6.
  31. Grimaud JC, Bouvier M, Naudy B, Guien C, Salducci J. Manometric and radiologic investigations and biofeedback treatment of chronic idiopathic anal pain. *Dis Colon Rectum* 1991;34:690-5.
  32. Cox DJ, Sutphen JL, Borowitz SM. Simple electromyographic biofeedback treatment for chronic pediatric constipation/encopresis: preliminary report. *Biofeedback Self Regul* 1994;19:41-50.
  33. Loening-Baucke V. Constipation in early childhood: patient characteristics, treatment, and long term follow up. *Gut* 1993;34:1400-4.
  34. Loening-Baucke V. Biofeedback training in children with functional constipation. *Dig Dis Sci* 1996;41:65-71.
  35. Keck JO, Staniunas RJ, Collier JA, Barrett RC, Oster ME, Schoetz DJ Jr, et al. Biofeedback training is useful in fecal incontinence but disappointing in constipation. *Dis Colon Rectum* 1994;37:1271-6.
  36. 조재삼, 박웅채. 만성변비 환자에서 직장항문 기능검사의 진단적 응용 가치, *대한소화기학회지* 1998;31:319-34.
  37. Glia A, Gylin M, Gullberg K, Lindberg G. Biofeedback retraining in patients with functional constipation and paradoxical puborectalis contraction: comparison of anal manometry and sphincter electromyography for feedback. *Dis Colon Rectum* 1997;40:889-95.
  38. Heymen S, Wexner SD, Vickers D, Nogueras JJ, Weiss EG, Pikarsky AJ. Prospective randomized trial comparing four biofeedback techniques for patients with constipation. *Dis Colon Rectum* 1999;42:1388-93.
  39. Ferrara A, De Jesus S, Gallagher JT, Williamson PR, Larach SW, Pappas D, et al. Time-related decay of the benefits of biofeedback therapy. *Tech Coloproctol* 2001; 5:131-5.
  40. Lau CW, Heymen S, Alabaz O, Iroatulam AJ, Wexner SD. Prognostic significance of rectocele, intussusception, and abnormal perineal descent in biofeedback treatment for constipated patients with paradoxical puborectalis contraction. *Dis Colon Rectum* 2000;43:478-82.
  41. Siproudhis L, Dautreme S, Ropert A, Briand H, Renet C, Beusnel C, et al. Anismus and biofeedback: who benefits? *Eur J Gastroenterol Hepatol* 1995;7:547-52.
  42. Choi JS, Hwang YH, Salum MR, Weiss EG, Pikarsky AJ, Nogueras JJ, et al. Outcome and management of patients with large rectoanal intussusception. *Am J Gastroenterol* 2001;96:740-4.
  43. Mimura T, Roy AJ, Storrie JB, Kamm MA. Treatment of impaired defecation associated with rectocele by behavioral retraining (biofeedback). *Dis Colon Rectum* 2000;43:1267-72.
  44. Rao SS, Welcher KD, Leistikow JS. Obstructive defecation: a failure of rectoanal coordination. *Am J Gastroenterol* 1998;93:1042-50.
  45. Rhee PL, Choi MS, Kim YH, Son HJ, Kim JJ, Koh KC, et al. An increased rectal maximum tolerable volume and long anal canal are associated with poor short-term response to biofeedback therapy for patients with anismus with decreased bowel frequency and normal colonic transit time. *Dis Colon Rectum* 2000;43:1405-11.
  46. Weber J, Ducrotte P, Touchais JY, Roussignol C, Denis P. Biofeedback training for constipation in adults and children. *Dis Colon Rectum* 1987;30:844-6.
  47. Guillemot F, Leroi H, Lone YC, Rousseau CG, Lamblin MD, Cortot A. Action of in situ nitroglycerin on upper anal canal pressure of patients with terminal constipation. A pilot study. *Dis Colon Rectum* 1993;36:372-6.
  48. Roberts JP, Womack NR, Hallan RI, Thorpe AC, Williams NS. Evidence from dynamic integrated proctography to redefine anismus. *Br J Surg* 1992;79:1213-5.
  49. Park UC, Baik HK, Kim BG, Cho JS. Anal achalasia:

- Physiologic characteristics and their clinical significance. *Collegium Internationale Chirurgiae Digestivae* 1996;549-53.
50. McKee RF, McEnroe L, Anderson JH, Finlay IG. Identification of patients likely to benefit from biofeedback for outlet obstruction constipation. *Br J Surg* 1999;86:355-9.
  51. Gilliland R, Heymen SD, Altomare DF, Park UC, Vickers D, Wexner SD. Outcome and predictors of success of biofeedback for constipation. *Br J Surg* 1997;84:1123-6.
  52. Devroede G. Constipation: a sign of a disease to be treated surgically, or a symptom to be deciphered as nonverbal communication? *J Clin Gastroenterol* 1992;15:189-91.
  53. Heymen S, Wexner SD, Gullede AD. MMPI assessment of patients with functional bowel disorders. *Dis Colon Rectum* 1993;36:593-6.
  54. 박웅채, 성무경, 정순섭, 김종준, 이종국, 박승훈. 항문 근전도 신호를 이용한 괄약근 조절 시스템의 제 2 단계 응용 소프트웨어 개발과 이를 이용한 만성변비 및 변실금 환자의 치료 성적 대한대장항문학회지 1999;15:281-90.
  55. Wald A, Tunuguntla AK. Anorectal sensorimotor dysfunction in fecal incontinence and diabetes mellitus. Modification with biofeedback therapy. *N Engl J Med* 1984;310:1282-7.
  56. van Tets WF, Kuijpers JH, Bleijenberg G. Biofeedback treatment is ineffective in neurogenic fecal incontinence. *Dis Colon Rectum* 1996;39:992-4.
  57. Ho YH, Chiang JM, Tan M, Low JY. Biofeedback therapy for excessive stool frequency and incontinence following anterior resection or total colectomy. *Dis Colon Rectum* 1996;39:1289-92.
  58. Hamalainen KJ, Raivio P, Antila S, Palmu A, Mecklin JP. Biofeedback therapy in rectal prolapse patients. *Dis Colon Rectum* 1996;39:262-5.
  59. Jensen LL, Lowry AC. Biofeedback improves functional outcome after sphincteroplasty. *Dis Colon Rectum* 1997;40:197-200.
  60. Lowry AC. Biofeedback for fecal incontinence. *Seminars in Colon & Rectal Surgery* 1992;3:110-4.
  61. Loening-Baucke V, Cruikshank B. Abnormal defecation dynamics in chronically constipated children with encopresis. *J Pediatr* 1986;108:562-6.
  62. 김정은, 정순섭, 박웅채. 소아유분증의 치료, 대한대장 항문학회지 2002;18:300-6.
  63. Stephen M. Borowitz S, Cox DJ, Sutphen JL, Kovatchev B. Treatment of childhood encopresis: A randomized trial comparing three treatment protocols. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2002;34:378-84.
  64. van der Plas RN, Benninga MA, Taminiu JA, Buller HA. Treatment of defaecation problems in children: the role of education, demystification and toilet training. *Eur J Pediatr* 1997;156:689-92.
  65. Noguera JJ, Wexner SD. Biofeedback for nonrelaxing puborectalis syndrome. *Seminars in Colon & Rectal Surgery* 1992;3:120-4.
-