

## 배변조절에 있어 항문내괄약근의 역할에 관한 실험적 연구

연세대학교 원주의과대학 외과학교실

유수영 · 배금석 · 강성준 · 김수용

= Abstract =

### The Role of the Internal Anal sphincter in Fecal Continence (Experimental Study in Dogs)

Soo Young Yoo, M.D., Geum Suk Bae, M.D., Sung Joon Kang, M.D. and Soo Yong Kim, M.D.

*Department of Surgery, Yonsei University Wonju College of Medicine*

It is generalized concept that the internal anal sphincter(IAS) plays a significant role in fecal continence by generating high pressure in the anal canal at rest and relaxation during rectal distention. Twelve dogs were divided into four groups. Group 1, a control group, was subjected to a perirectal dissection only. Group 2 underwent the same perirectal dissection plus a 2 cm resection of the anal canal. Group 3 underwent the perirectal dissection plus a 4 cm resection of the anal canal, and Group 4 underwent perirectal dissection and transposition of the anus to the posterolateral portion of the voluntary muscle mass. All dogs in Group 1, 2, and 3 were clinically continent without soiling but one in Group 3 and also manometric results demonstrated minimal change between preoperative and postoperative anal pressure profiles. The transposed anus of Group 4 showed continuous fecal soiling. The anal resting pressure(ARP) was also decreased but still existed in this group. This experimental study showed that the IAS contributes to the anal resting tone. However, resection of the IAS did not completely interfere with fecal continence. The smooth muscle of pulled-through rectum seemed to partly take over the function of the IAS.

**Key Words:** Internal anal sphincter, Anorectal malformations, Fecal continence

### 서 론

Peña & Devries<sup>30)</sup>가 후방정중시상 절개(*posterior midsagittal incision*)를 통한 항문직장성형술을 소개하기 이전까지는 항문직장기형 수술시 소아외과의사들의 주된 관심사는 어떻게 하면 수의근의 손상 없이 해부학적으로 정상 위치인 수의근 가운데로 직장을 끌어내리느냐 하는 것이었기 때문에 수술 결과도 수의근의 기능 여부에 따라 많이 좌우되어 왔다. 최근 10여년간 이 술식이 점차 많이 시행되면서 부터는 항문직장 기형의 수술 후 해부학적 결과가 현저히 개선되

었고, 수의근 손상이 거의 없이 시행될 수 있기 때문에 기능적 결과 또한 과거에 비해서는 많이 좋아졌으나 아직 정상적인 배변조절이 이루어지지 못하는 경우가 종종 있어 이의 원인을 두고 여러가지 의견이 대두되고 있다. 그 중에 하나가 항문내괄약근에 관한 것으로, 그 동안 항문성형술후의 추적 관찰에서 휴식시 항문압(*anal resting pressure:ARP*)이 높고 직장항문 억제반사가 정상인 환자에서 배변조절기능이 월등히 좋았다고 보고된 바 있으며<sup>23,39,46,53)</sup> Lembrecht & Lierse<sup>27)</sup>가 여러 형태의 항문폐쇄를 가진 신생아 돼지에서 항문내괄약근이 존재함을 조직학적으로 증명함에 따라 근자에 와서 항문직장기형 수술시 항문내괄약

근의 중요성이 새롭게 관심의 대상이 되고 있다<sup>12,24,42,44</sup>.

항문내괄약근에 관한 실험적 연구는 그동안 많이 있어 왔으나 생체상에서는 항문내괄약근의 기능을 외괄약근과 완전히 분리하여 검사하는 것이 불가능하기 때문에 생체상에서의 내괄약근에 관한 연구는 간접적인 방법에 의존하는 수 밖에 없어 실제로 항문 내괄약근이 배변조절에 있어 얼마만큼의 역할을 담당하고 있는지를 판단하기에는 어려운 점이 많았다. 따라서 항문내괄약근이 휴식시에 항문내 압력을 유지하고 직장 팽창시에는 항문을 이완시키는 작용을 한다는 것은 잘 알려진 사실임에도 불구하고 실제로 배변조절을 하는데 있어 휴식시 항문압과 직장항문 억제 반사의 의미는 무엇인가, 과연 항문내괄약근이 없다면 정상적인 배변조절은 불가능할 것인가 하는 등의 의문점이 남아 있다.

본 연구의 목적은 개에서 항문내괄약근이 차지하고 있는 항문관과 직장의 일부를 제거한 후 배변 기능의 변화를 관찰함으로써 배변조절에 있어 항문내괄약근의 역할을 평가해 보고자 하였다.

### 연구 대상 및 방법

생후 3~6개월되고 체중이 10~14 Kg인 잡견 12마리를 각각 3마리씩 4군으로 나누어 수술전 1주일간 정상 상태에서의 배변 습관을 관찰하였고 모든 동물에서 수술전 항문직장압 검사를 시행하였다. 장치치클

위해 수술전에 48시간 동안 penbrex syrup(50 mg/kg/day)의 경구투여와 amikacin(15 mg/Kg/day)의 근육주사가 시행되었으며 24시간전에는 Colonlyte 500 ml가 투여되었고 2차례의 생리식염수 관장이 시행되었다. 모든 수술과 항문직장압 검사는 Entobar(pentobarbital sodium, 25 mg/kg)의 경정맥 투여로 전신 마취 하에 시행하였다. 각 군의 수술방법은 다음과 같았다.

**제 1 군:** 대조군으로 후정중 피부절개(*posterior midline skin incision*)를 통해 수의근을 건드리지 않고 항문직장을 주위조직으로부터 골반부 복막이 나타나는 부위까지 박리후 다시 원위치에서 항문 성형술을 시행하였다.

**제 2 군:** 제 1군에서와 같은 항문직장 박리후 말단부 위 장을 2 cm 절제하였다. 근위부 장은 피부절개선까지 끌어내린후 점막탈(*mucosal prolapse*)을 방지하기 위해 직장벽과 직장주변조직 사이의 고정을 위해 몇 개의 봉합을 시행하였고 역시 모든 수의근의 손상 없이 항문성형술을 시행하였다.

**제 3 군:** 동일한 항문직장 박리후(*Fig. 1-A*) 말단부 4 cm를 절제하였다(*Fig. 1-B*). 근위부 장의 절단면은 피부까지 끌어 내린 후 역시 점막탈을 방지하기 위해 여러 개의 봉합술 후 항문성형술을 시행하였다.

**제 4 군:** 동일한 항문직장 박리후 박리된 항문과 직장을 수의근의 후외방쪽으로 끌어내려 수의근 바깥쪽에서 항문성형술을 시행하였다.

이상의 수술후 모든 동물들은 24시간 동안 cepha-

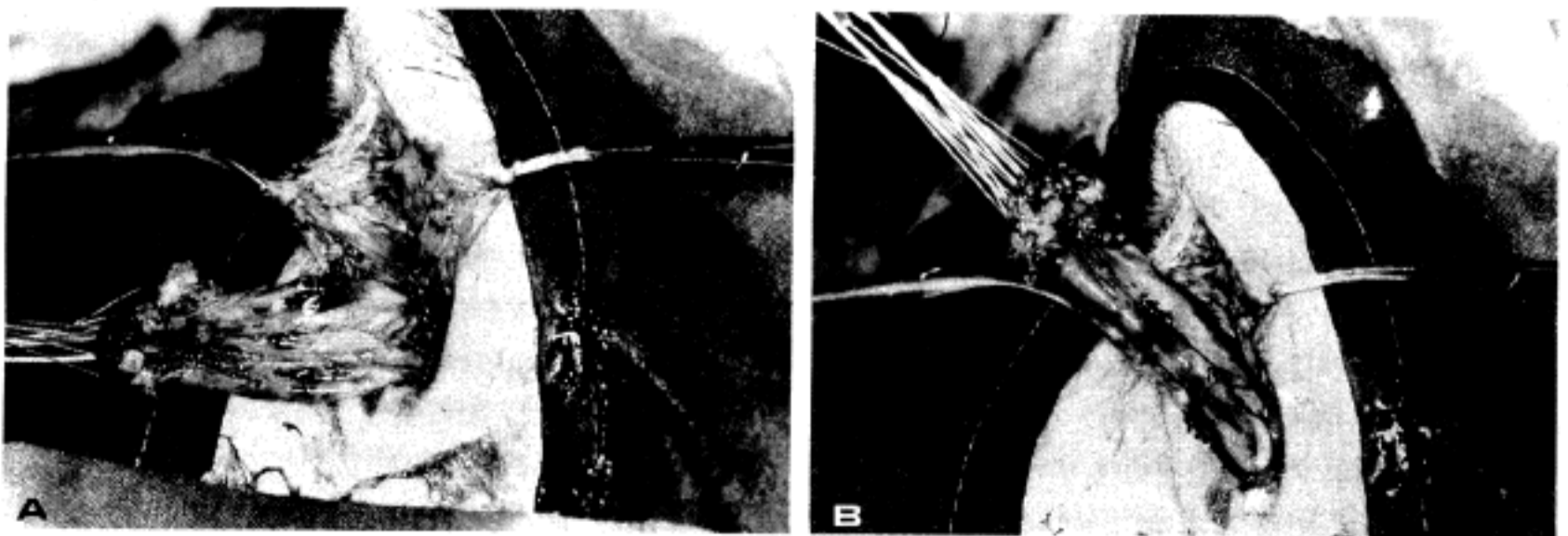


Fig. 1. Perirectal dissection (A) and a 4 cm resection of the distal bowel(B) through a posterior midline skin incision.

lothin(50 mg/kg/day)과 amikacin(15 mg/kg/day)이 경정맥 투여되었으며 그 후 3일 동안 경구로 penbrex syrup(50 mg/kg/day)이 투여되었다. 수술 다음날 부터 2일 동안의 미음식이 후 정상식이 시행되었다.

수술후 배변조절기능의 변화는 2개월 동안 배변 빈도와 항문주위 오염(soiling)정도, 동물 우리 내에 쌓여 있는 변의 형태 등이 수술전 상태와 비교하여 관찰되었다. 항문직장압검사는 Martin Gruber사의 항문직장압 측정기(Model-05)를 이용하여 모든 동물에서 수술후 4주, 8주, 및 12주에 각각 3차례씩 시행되었다. 항문압 측정은 가장 압력이 높게 기록된 곳에 의존하여 항문 상방 1~2 cm사이에서 시행되었으며 검사 결과를 수술전 측정 결과와 비교하였다.

## 결 과

### 1) 항문 외형(external appearance of the anus)

제 1군과 제 2군의 6마리와 제 3군의 1마리에서는



Fig. 2. Perineal appearance of a normal dog.

점막탈이나 회음부 오염없이 정상적인 항문의 형태를 나타내었으나(Fig. 2~4) 제 3군의 2마리에서는 점막탈이 있었고(Fig. 5) 그 중 1마리는 회음부 오염을 나타내었다. 이소 항문을 가졌던 제 4군의 3마리는 모두 점막탈은 없었으나 계속적인 변실금으로 인한 회음부 오염을 나타내었다(Fig. 6).

### 2) 배변 형태

제 1, 2, 3군의 9마리는 수술전 관찰과 비교하였을 때 배변 형태에 큰 변화는 없었다. 제 3군의 2마리에서 점막탈이 있었고 그 중 1마리는 회음부에 약간의 오염을 나타내었지만 9마리 모두가 하루에 1~2회의 규칙적인 배변을 가졌다. 반면에 제 4군의 3마리는 모두 변의와 관계없이 계속적인 변의 유출을 나타내었으며 우리에도 작은 변 조각들이 여기 저기 산재해 있었고 1마리에서는 항문협착이 있었다(Table 1).

### 3) 항문직장압

Entobar경정맥 투여에 의한 전신마취 하에서 정상 개의 휴식시 항문과 직장의 압력은 각각 11~18



Fig. 3. Postoperative appearance of perirectal dissection only (Group 1).



Fig. 4. After 2 cm resection of the anorectum(Group 2).



Fig. 5. After 4 cm resection of the anorectum(Group 3).



Fig. 6. After transposition of the anus out of the voluntary muscle(Group 4). Arrows indicate the previous anal site.

Table 1. Clinical results

	Mucosal prolapse	Perineal Soiling	Bowel movement
G 1	—	—	1~2/day
G 2	—	—	1~2/day
G 3	2/3	1/3	1~2/day
G 4	—	3/3*	Uncountable

G 1; Perirectal dissection only, G2; 2 cm resection, G 3; 4 cm resection, G 4; transposition

\*One had postoperative anal stricture

mmHg(평균: 14.5 mmHg)와 5~8 mmHg(평균 6.6 mmHg)였으며 제 1, 2, 3 & 4군의 평균 항문압은 각각 13.2, 14.1, 15.2, 14.5 mmHg였다.

수술후 제 4, 7 & 12주에 동일한 조건하에서 측정 한 항문압의 변화는 Fig. 7에 나타난 바와 같다. 수술 후 4주째 항문압은 모든 동물에서 감소하였으나 수술 후 12주까지는 제 4군을 제외하고 점차 회복되는 양상을 나타내었다. 수술 후 12주에 측정한 항문압의 감소는 1, 2, 3 & 4군에서 각각 -0.1, 2.0, 3.4, 5.6

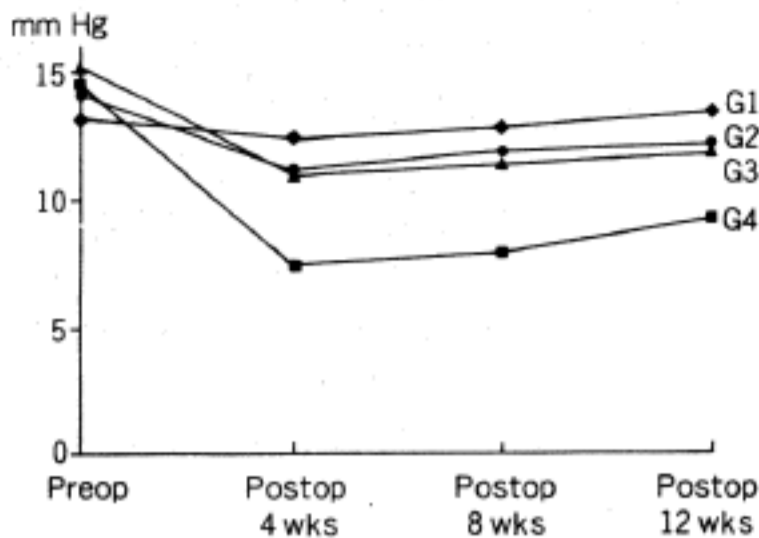


Fig. 7. Average anal resting pressures.

mmHg였다. 휴식시 직장압은 4가지의 서로 다른 수술 방법에 관계 없이 본질적으로 거의 비슷하게 나타났다.

직장항문 억제반사는 수술전 총 12마리 중 8마리에서만 확인할 수 있었고 이경우도 직장 팽창의 정도에 따르는 항문 이완의 정도에 거의 차이를 볼 수 없었다. 나머지 4마리에서는 직장 팽창시 항문 이완이 너무 작아 직장항문 억제반사로 해석하기에는 애매하였다. 따라서 수술후의 결과와 비교하기에는 무리가 있었다.

### 총 관

항문직장기형에 있어 결국 수술의 목적은 정상적인 배변조절 기능을 얻는 것이다. 정상적인 배변을 위해서는 직장항문의 감각에 의한 변의, 수의근의 작용, 항문내괄약근, 직장과 항문관 사이의 각도, 직장의 조동판(flutter valve)작용, 결장 운동성, 직장의 저장기능 등의 다양한 요인들 사이의 섬세한 조화가 필요하다<sup>8, 15-18, 22, 40, 45</sup>. 이런 요인들 중에서도 수의근과 항문직장의 감각 없이는 수의적인 배변을 기대할 수 없기 때문에 배변 조절에 있어서 수의근과 감각의 중요성에 대해서는 별로 이의가 없으나 항문내괄약근의 중요성에 대해서는 아직까지 논란의 여지가 있다. 또한 항문 성형술 후 배변조절이 잘 안되는 환자보다 잘 유지되는 환자에서 보다 높은 휴식시 항문압과 정상적인 직장항문 억제반사가 잘 나타난다는 보고가 있어 왔는데<sup>21, 24, 25, 43, 46</sup> 경우에 따라서는 높은 항문압에 더 의미

를 두거나 또는 직장 항문 억제반사에 더 의미를 두기도 하였다.

항문벽의 윤근(circular muscle)인 항문내괄약근의 형태학적 특징은 잘 알려져 있다<sup>4, 10, 33, 51, 52, 54</sup>. 정상 성인에서 항문내괄약근의 길이는 25~30 mm이고 두께는 1.5~5.0 mm정도이며 항문내괄약근에는 신경절 세포가 정상적으로 존재하지 않으며 이 부위를 덮고 있는 상피는 주로 편평(squmuous)세포에서 원주(columnar)세포로의 이행 부위이다. 또한 이 곳에는 비아드레날린성 비콜린성(nonadrenergic noncholinergic, NANC) 억제섬유(P-fiber)도 존재하지 않는 것으로 알려져 있다. 항문벽의 종근(longitudinal muscle)섬유는 위쪽으로는 거근과 연결 되어 있고 아래쪽으로는 회음부 피부 밑에서 탄력섬유속(fibroelastic bundle)을 형성함에 따라 항문 종근의 말단부위는 피하에서 항문의괄약근의 횡문근 섬유와 혼재되어 존재한다. Kerremans<sup>26</sup>는 휴식시에도 나타나는 외괄약근의 전기적 활동이 바로 이 혼재된 섬유에 의해 발생된다고 하였다.

잘 알려진 항문내괄약근 기능 중의 하나는 휴식시 항문관을 높은 압력으로 유지하는 것이다. 그러나 항문내괄약근은 수의근에 의해 둘러싸여 있기 때문에 항문내괄약근의 기능만을 분리하여 정확한 기능적 평가를 한다는 것은 불가능 한것으로 보인다. 항문직장압 검사시도 두 근육 합계를 측정할 수 있을 뿐으로<sup>2, 11, 26, 48</sup> 몇몇 연구자들은 수의근의 활동을 배제하기 위해 척수 마취나 근이완제 투여 후, 또는 전신마취, 음부신경 차단 후에 압력 측정을 함으로써 항문압에 대한 항문내괄약근의 기여도를 독립적으로 알아보려 하였다<sup>9, 11, 13, 48</sup>. 이런 연구들에 의해 휴식시 항문압은 주로 항문내괄약근에 의해 발생되고 직장보다는 항문에서의 높은 압력이 휴식시 항문관의 열림을 막고 있다는 것이 일반적 견해이다.

Holschneider & Freeman<sup>22</sup>은 항문관에는 NANC섬유가 존재하지 않기 때문에 휴식시 항문내괄약근이 수축한 채로 유지된다고 설명하였으나 항문내괄약근에 대한 약리학적 연구에 따르면<sup>1, 6, 30, 35</sup> 휴식시 항문압은 주로 내괄약근 자체의 근성 특성(myogenic property)에 의한 것이라고 하였다.

항문내괄약근의 또 다른 기능은 직장 팽창시에 항문을 이완시켜 장 내용물이 항문관으로 내려올 수 있도록

록 길을 만들어 주는데 있다. 1877년에 Gowers & Sanderson<sup>19)</sup>이 직장항문 억제반사를 처음 기술한 이후로 많은 연구들이 이 반사의 기전을 찾으려 하였고 그 결과 항문내괄약근이 유일하게 국소반사에 의해 이런 이완을 야기 시킨다는 것이 알려졌다<sup>7,9,16,20,32,47)</sup>. 또한 약리학적 검사를 통해 근성 특성에 의해 발생하는 휴식시 항문압과는 달리 NANC 억제신경원(inhibitory neuron)이 이 반사기전에 관여하는 것으로 알려졌다<sup>3,22,35,36,50,55)</sup>. 여러 연구에 따르면 정상 직장항문 억제반사를 가진 환자가 배변조절이 월등함을 보여주기 때문에 직장항문 억제반사가 배변조절 기능에 있어 매우 중요한 요소라고 여겨져 왔으나<sup>24,25,39,43,44,45,53)</sup> 그럼에도 불구하고 정상적인 배변 능력이 없는 양측 하지마비<sup>16,19,47)</sup>, 천미골 신경마비<sup>7)</sup> 또는 양측 천추 절단 환자<sup>20)</sup>에서도 직장항문 억제반사가 나타나기 때문에 실제 배변조절에 있어 직장항문 억제반사가 꼭 필요한 것인지에 대해서는 의문이 남는다.

근자에 와서 항문성형술시 항문내괄약근의 보존에 대한 중요성이 많이 강조되고는 있으나 항문직장기형을 가진 환자가 장의 말단부나 장루 주위에 항문내괄약근을 가지고 있다 하더라도 대개는 직장전벽을 요도나 질과 공유하고 있기 때문에 그 부위에서 항문내괄약근을 보존하면서 직장벽의 완전 박리는 불가능할 것으로 보인다. 이와 함께 말단부의 장을 이용하여 항문을 만들 때 제일 끝 부분은 정리되어 잘려 나가는 수가 많으므로 만일 항문내괄약근을 보존할 수 있다고 하더라도 그것은 내괄약근 상부의 아주 미세한 부분에 불과할 것이다. Holschneider & Hecker<sup>23)</sup>는 직장항문 억제반사에 관해 흥미로운 연구를 하였는데 이들에 따르면 정상적인 항문, 직장 없이도 결장을 끌어내려 말단부를 뒤집어서 직장동(rectal cuff)을 만들어준 환자에서 직장항문 억제반사가 나타났다고 보고 하였으며 이 환자들에서 직장항문 압력도 높이 유지되었다고 하였다. 이 결과에 의하면 결장의 평활근이 항문내괄약근의 기능을 대신 수행한 것으로 여겨진다.

수술후 정상적인 배변조절과 직장항문 억제반사를 가진 경우에서도 휴식시 항문압이 정상보다 낮았다고 보고 된 바도 있으나<sup>21,42,43,46,53)</sup>, 실제로는 항문내괄약근의 보존 여부와 관계없이도 항문직장기형에 있어 수술후 비정상적 장기능이 많은 환자에서 여전히 존재하고 있다. Cheu & Grosfeld<sup>5)</sup>는 항문내괄약근의 보존

이 직장 내용물의 움직임을 방해함으로써 인해 도리어 심한 변비가 생길 수도 있다고 하였으며, Rintala 등<sup>43)</sup>은 항문 폐쇄에서 항문성형술후 발생하는 변비는 수술시 말단장의 신경 차단, 이소 항문관의 조직학적 변화와 선천성 직장 팽대뿐만 아니라 항문내괄약근과 외괄약근의 보존 때문에도 발생할 수 있다고 하였다. Scott<sup>49)</sup>는 상부 항문폐쇄의 경우에 있어 골반 자율신경이 후외측면을 통해 직장으로 들어오는 것을 증명하였는데, 이는 직장을 회음부로 끌어내릴 때 손상 받기 쉽다고 하였다. 더우기 Li 등<sup>28,29)</sup>은 항문직장기형이 있는 환자에서 감각신경 말단부위의 수와 크기, 밀도 등이 정상 보다 적거나 작고, 천골에서도 운동신경원(motor neuron)의 수가 크게 감소되었다고 보고하였다.

본 연구에서는 두 종류의 동물 모형을 만들었는데 하나는 항문관 제거를 통해 항문내괄약근을 없앴고 다른 하나는 수의근의 외부로 직장 및 항문관을 끌어내림으로써 배변시 수의근의 역할을 없앤 것이다. 첫째 모형은 항문내괄약근의 완벽한 제거를 위해 제거된 말단부 장의 길이를 2cm와 4cm의 두 가지로 하였으며 수의근 보존을 위해 수술중 수의근은 건드리지 않았다. 그 결과 2cm만 제거한 군에서는 점막탈이 없었으나 4cm제거한 군에서는 3마리 중 2마리에서 점막탈을 나타내었으나 변실금과는 관계가 없었다. Peña 등<sup>37)</sup>은 개에서 거근 윗쪽으로 직장 박리시 점막탈과 변실금 및 항문압의 감소를 나타내었다고 하였다. 두번째 모형은 수의근이 없는 상태에서 배변 조절의 정도와 휴식시 항문압에 대한 항문내괄약근의 기여를 알기 위한 것이었다. 매 번 모든 동물의 배변 횟수를 측정하는 것이 불가능하였기 때문에 수술 후 배변 습관의 변화를 측정하기 위해 저자들은 회음부의 오염 정도, 우리에 산재 된 변의 형태 및 변 덩어리의 수 등을 조사하였다. 항문관을 제거한 동물에서는 길이에 관계 없이 변실금이 없었으나 전이된 직장, 항문을 가진 3마리는 모두 지속적인 회음부 오염과 변실금으로 고생하였다. 본 연구의 결과는 항문내괄약근이 없는 모든 동물에서도 임상적으로 배변조절이 가능하였던 것으로 나타났기 때문에 항문내괄약근이 변실금에 있어 결정적인 요인은 아니라는 것을 의미하고 있다. 항문직장압 검사 결과 또한 임상적 결과를 뒷받침하였는데 휴식시 항문압의 감소는 수의근이 없는 개에서 더

뚜렷이 나타났고 항문관이 제거된 군에서는 항문압의 감소가 더 적은 것으로 나타났다. 이전의 연구에 따르면 항문내괄약근에 의해 주로 형성되는 휴식시 항문압의 현저한 감소가 있어야 했으나 결과에 있어서 다른 양상을 나타내었는데, 본 연구의 결과는 끌어 내려진 직장의 평활근이 휴식시 항문압과 배변조절에 있어 항문내괄약근의 기능을 어느 정도 대신하고 있는 것으로 생각 된다. 본 연구에서는 직장항문 억제반사가 수술전 정상 상태에서도 정확히 나타나지 않은 경우가 있었고 나타났다 하더라도 항문압의 감소 정도가 약했기 때문에 위의 여러 가지 수술이 이에 미치는 영향에 대해서 비교 검토하지 못한 점이 아쉬웠다. 이의 원인으로 생각할 수 있는 것은 제거된 항문관의 조직학적 검사 결과 실험 동물의 항문내괄약근의 길이가 6~10 mm 불과하여 직장항문 억제반사 측정이 기술적으로 쉽지 않았다는 점과, 많은 양의 pentobarbital은 자율신경절의 전달력을 약화시킬 수 있고 콜린에스터에 의한 니코틴성 흥분을 감소시킬 수 있기 때문에<sup>14,15)</sup> pentobarbital의 경정맥 투여에 의한 전신마취가 직장항문 억제반사를 약화시켰을 가능성도 배제할 수 없다.

본 연구는 생체에서 그 기능을 독립적으로 분리하기 힘든 항문내괄약근의 역할을 증명하려고 시도되었다. 선불리 결론에 이르기에는 실험 동물의 수가 적은 감이 있긴 하나 본 연구의 결과는 실험동물에서 항문내괄약근이 없이도 정상 배변 능력을 가지고 있는 것으로 나타났고 항문압의 감소도 크지 않았기 때문에 배변조절에 있어 항문내괄약근이 결정적인 요인은 아니라는 것을 보여 주었다. 반면에 수의근의 기능이 없었던 동물에서는 지속적인 변실금이 있는 것으로 보아 배변조절에 있어 불수의근인 항문내괄약근 보다는 거근이나 외괄약근 같은 수의근의 존재가 필수적임을 나타내고 있다.

## REFERENCES

- 1) Biancani P, Walsh J, Behar J: *Vasoactive intestinal peptide: A neurotransmitter for relaxation of the rabbit internal anal sphincter. Gastroenterology* 89: 867-874, 1985
- 2) Bishop B, Garry RC, Roberts TDM, et al: *Control of the external sphincter of the anus in the cat. J Physiol* 134: 229-240, 1956
- 3) Burleigh DE, D'Mello A, Park AG: *Responses of isolated human internal anal sphincter to drugs and electrical field stimulation. Gastroenterology* 77: 484-490, 1979
- 4) Burnett SJD, Hartram CI: *Endosonographic variation in the normal internal anal sphincter. Int J Colorect Dis* 6: 2-4, 1991
- 5) Cheu HW, Grosfeld JL: *The atonic baggy rectum: a cause of intractable obstipation after imperforate anus repair. J Pediatr Surg* 27: 1071-1074, 1992
- 6) Culver PJ, Rattan S: *Genesis of anal canal pressure in the opossum. Am J Physiol* 251: 765-771, 1986
- 7) Denny-Brown D, Robertson EG: *An investigation of the nervous control of defecation. Brain* 58: 256-310, 1935
- 8) Duthie HL: *Dynamics of the rectum and anus. Clin Gastroenterol* 4: 467-477, 1975
- 9) Duthie HL, Watt JM: *Contribution of the external anal sphincter to the pressure zone in the anal canal. Gut* 6: 64-68, 1965
- 10) Fowler R Jr: *Land marks and legends of the anal canal. Aust Nz J Surg* 27: 1-18, 1957
- 11) Frenckner B, Euler CV: *Influence of pudendal block on the function of the anal sphincter. Gut* 16: 482-289, 1975
- 12) Frenckner B, Husberg B: *Internal anal sphincter function after correction of imperforate anus. Pediatr Surg Int* 6: 202-206, 1991
- 13) Frenckner B, Ihre T: *Influence of autonomic nerves on the internal anal sphincter in man. Gut* 17: 306-312, 1976
- 14) Frenckner B, Molander ML: *Influence of general anesthesia on ano-rectal monometry in healthy children. Acta paediatr Scand* 68: 97-101, 1979
- 15) Gaston EA: *Fecal continence following resections of various portions of the rectum with preservation of the anal sphincters. Surg Gynecol Obstet* 87: 699-678, 1948
- 16) Gaston EA: *Physiological basis for preservation of fecal continence after resection of rectum. JAMA* 146: 1486-1489, 1951
- 17) Gaston EA: *The physiology of fecal continence. Surg Gynecol Obstet* 87: 280-290, 1948
- 18) Goligher J: *Surgical anatomy and physiology of the anus, rectum and colon, in Goligher (ed 5): Surgery of the anus, rectum and colon, chap 1. London,*

- Bailliere Tindall, 1984, pp1-47*
- 19) Gowers WR, Sanderson JSB: *The automatic action of the sphincter ani. Proc Roy Soc London Biol Sci* 29: 77-74, 1877
  - 20) Gunterberg B, Kewenter J, Petersen I, et al: *Anorectal function after major resection of the sacrum with bilateral or unilateral sacrifice of sacral nerves. Br J Surg* 63: 546-554, 1976
  - 21) Hedilund H, Pena A, Rodriguez G, Maza J: *Long-term anorectal function in imperforate anus treated by a posterior sagittal anorectoplasty: manometric investigation. J Pediatr Surg* 27: 906-909, 1992
  - 22) Holschneider AM, Freeman NV: *Anatomy and function of the normal rectum and anus. Brith Defects* 24: 125-154, 1988
  - 23) Holschneider AM, Hecker WC: *Reverse smooth muscle plasty: a new method treating anorectal incontinence in infants with high anal and rectal atresia. J Pediatr Surg* 16: 917-920, 1981
  - 24) Husberg B, Lindahl H, Rintala R, et al: *High and intermediate imperforate anus after surgical correction with special respect to internal sphincter function. J Pediatr Surg* 27: 185-189, 1992
  - 25) Iwai N, Ogita S, Kida M, et al: *A clinical and manometric correlation for assessment of postoperative continence in imperforate anus. J Pediatr Surg* 14: 538-543, 1979
  - 26) Kerremans R: *Electrical activity and motility of the internal anal sphincter. Acta Gastro-enterologica Belgica* 31: 465-482, 1968
  - 27) Lembrecht W, Lierse W: *The internal sphincter in anorectal malformations: morphologic investigations in neonatal pigs. J Pediatr Surg* 22: 1160-1168, 1987
  - 28) Li L, Li Z, Hou HS, et al: *Sensory nerve endings in puborectalis and anal region: normal findings in the newborn and changes in anorectal anomalies. J Pediatr Surg* 25: 658-664, 1990
  - 29) Li L, Li Z, Wang LY, et al: *Anorectal anomaly: neuropathological change in the sacral spinal cord. J Pediatr Surg* 28: 880-885, 1993
  - 30) Lim SP, Muir TC: *Mechanism underlying the electrical and mechanical response of the guinea pig internal anal sphincter to field stimulation and to drugs. Br J Pharmacol* 86: 427-437, 1985
  - 31) Lubowski DZ, Nicholls RJ, Burleigh DE, et al: *Internal anal sphincter in neurogenic fecal incontinence. Gastroenterology* 95: 997-1002, 1988
  - 32) Lubowski DZ, Nicholls RJ, Swash M, et al: *Neural control of internal anal sphincter function. Br J Surg* 74: 668-670, 1987
  - 33) Magnus R, Stephens FD: *Imperforated anal membrane—the anatomy and function of the sphincters of the anal canal. Aust Paediatr J* 3: 165-168, 1966
  - 34) Nielsen MB, Pedersen JF, Hauge C, et al: *Endosonography of the anal sphincter: findings in healthy volunteers. Am J Radiol* 157: 1199-1202, 1991
  - 35) Nissan S, Vinograd Y, Hadari A, et al: *Physiological and pharmacological studies of internal anal sphincter in the rat. J Pediatr Surg* 19: 12-14, 1984
  - 36) Nurko S, Rattan S: *Role of neuropeptide Y in opossum internal anal sphincter. Am J Physiol* 21: 59-64, 1990
  - 37) Peña A, Amroch D, Baeza C, et al: *The effects of the posterior sagittal approach on rectal function (experimental study). J Pediatr Surg* 28: 773-778, 1993
  - 38) Peña A, Devries PA: *Posterior sagittal anorectoplasty: important technical considerations and new applications. J Pediatr Surg* 17: 796-811, 1982
  - 39) Penninckx F, Kerremans R: *Internal sphincter-saving in imperforate anus with or without fistula: a monometric study. Int J Colorect Dis* 1: 28-32, 1986
  - 40) Phillips SF, Edwards DAW: *Some aspects of anal continence and defaecation. Gut* 6: 396-406, 1965
  - 41) Rall TW: *Hypnotics and sedatives: ethanal, in Goodman & Gilman A(ed 8): The pharmacological basis of therapeutics, chap 17. Singapore, Pergamon Press, 1991, pp345-382*
  - 42) Rintala R, Lindahl H, Louhimo I: *Anorectal malformations—results of treatment and term follow-up in 208 patient. Pediatr Surg Int* 6: 36-41, 1991
  - 43) Rintala R, Lindahl H, Marttinen E, et al: *Constipation is a major functional complication after internal sphincter-saving posterior sagittal anorectoplasty for high and intermediate anorectal malformations. J Pediatr Surg* 28: 1054-1058, 1993
  - 44) Rintala R, Lindahl H, Sariola H, et al: *The rectourogenital connection in anorectal malformations is an ectopic anal canal. J Pediatr Surg* 25: 665-668, 1990
  - 45) Scharli AF: *Anorectal incontinence: diagnosis and treatment. J Pediatr Surg* 2: 693-701, 1987
  - 46) Scharli AF, Kiesewetter WB: *Imperforate anus:*



- anorectosigmoid pressure studies as a quantitative evaluation of postoperative continence. J Pediatr Surg 4: 694-704, 1969*
- 47) Schuster MM, Hedrix TR, Mendeloff AL: *The internal sphincter response: monometric studies on its normal physiology, neural pathways, and alteration in bowel disorders. J Clin Invest 42: 196-207, 1963*
- 48) Schweiger M: *method for determining individual contributions of voluntary and involuntary anal sphincters to resting tone. Dis Col Rect 22: 415-416, 1979*
- 49) Scott JES: *The anatomy of the pelvic autonomic nervous system in cases of high imperforate anus. Surgery 45: 10193-1028, 1959*
- 50) Speakman CTM, Hoyle CHV, Kamm MA, et al: *Adrenergic control of the internal anal sphincter is abnormal in patients with idiopathic faecal incontinence. Br J Surg 77: 1342-1344, 1990*
- 51) Stelaner F: *The morphological principles of anorectal continence. Progress Pediatr Surg 9: 1-6, 1976*
- 52) Stoneskfer GL Jr, Murphy GP, Lombardo CR: *The anatomy of the naorectum. Am J Surg 100: 666-671, 1960*
- 53) Taylor I, Duthie HL, Zachary RB: *Anal continence following surgery for imperforate anus. J Pediatr Surg 8: 497-503, 1973*
- 54) Walls EW: *Observations on the microscopic anatomy of the human anal canal. Br J Surg 45: 504-512, 1958*
- 55) Yamoto S, Rattan S: *Role of alpha adrenergic receptors in opossum internal anal sphincter. J Clin Invest 86: 424-429, 1990*
-