직장암의 수술적 치료: 기능보존의 측면을 통한 고찰

연세대학교 의과대학 외과학교실

김 남 규

Rectal Cancer: Function-preserving Surgery

Nam-Kyu Kim, M.D., Ph.D.

Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The main goals in the surgical treatment of rectal cancer are to remove the cancer completely and to preserve the anorectal function. Rectal cancer is one of the leading health issues in Korea because of its increasing incidence with changing lifestyles and diets. The optimal treatment of rectal cancer is based on a multimodality approach. Among the modalities, proper surgery is the key for a curative treatment. In the early 20th century, local recurrence was reported to be as high as 30~40%. However, after the introduction of total mesorectal excision (TME), local recurrence decreased dramatically (to less than 10%). TME includes on sharp pelvic mesorectal dissection and complete clearing of the rectal cancer and the mesorectum along the rectal proper fascia. TME is now considered as a standard procedure for surgical treatment of rectal cancer. These days, sphincter-saving surgical techniques, such as transanal excision, ultralow anterior resection with coloanal anastomosis, and intersphincteric resection, have become popular for the treatment of low rectal cancer. Many researchers reported that oncologic outcomes were not compromised by the increased sphincter preservation rate. In clinical settings, the quality of life should be considered important because of the improved oncologic results in recent years. Surgeon should be aware of changes in the anorectal function after surgery. Reservoir and fecal continence, as well as sexual and voiding functions, should be closely evaluated during follow-up period. Impaired anorectal function may have multiple contributing factors: for example, a reduced reservoir volume, an unnoticed complex injury of the anal sphincter, or a traction injury (anal dilation). In terms of poor sexual and voiding functions, identification of the autonomic nerve plexus in the operative

field is not enough for preserving the sexual and voiding functions. During pelvic dissection, traction injury caused by blunt dissection and electrothermal or vasa nervosum injury during sharp perimesorectal dissection should be avoided for better functional results. Preoperative or post-operative radiation may also be a reason for sexual and voiding dysfunction. If the ultimate goal of rectal cancer surgery is to be achieved, precise surgical technique and proper patient selection are mandatory. This issue contains recent advances in sphincter-saving surgery and nerve preservation for rectal cancer, which will be a useful reference for colorectal surgeons. **J Korean Soc Coloproctol 2008;24:394-405**

Keywords: Rectal neoplasm, Sphincter preservation, Function preservation
직장암, 괄약근보존, 기능보존

서 론

직장암에 대한 수술적 치료의 궁극적인 목표는 외과 종양학적 원칙에 근거하여 근치적 절제를 통해 국소, 전신 재발 없이 장기 생존을 이루고, 안전한 수술 방법으로 합병증을 최소화하며, 항문괄약근 보존을 통해 정상 항문을 통한 배변기능을 보존하고, 성기능 및 배뇨기능의 장애를 피해 삶의 질을 높이는 데 있다. 20세기 초부터 직장암은 평균 30~40%에 이르는 높은 국소재발률과 이에 따른 생존율 저하로 예후가 불량한 암종으로 인식이 되었고, 1990년 미국 NIH 회의에서는 수술적 치료에 더하여 수술 후 2기 이상의 병기에서는 보조적 항암화학방사선치료의 시행을 권고하기도 하였다.¹ 직장암은 시야확보가 어려운 좁은 골반강 내에서 수술이 이루어지고, 주변장기 및 직장의

접수: 2008년 7월 1일, 승인: 2008년 9월 11일
책임저자: 김남규, 120-752, 서울시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 세브란스병원 외과
Tel: 02-2228-2117, Fax: 02-313-8289
E-mail: namkyuk@yuhs.ac

Received July 1, 2008, Accepted September 11, 2008
Correspondence to: Nam Kyu Kim, Department of Surgery, Yonsei University College of Medicine, Severance Hospital, 250, Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: +82-2-2228-2117, Fax: +82-2-313-8289
E-mail: namkyuk@yuhs.ac

복잡한 해부학적 관계로 인해 정교한 수술이 어려워 종양 외과적으로 근치적 수술이 되었다 하더라도, 항문괄약근 회생에 따른 장루형성과 성기능, 배뇨기능의 장애는 큰 문제로 인식되었다. 1980년대에 들어 직장암에 있어 직장간막 내 잔존암과 측방 절제연(circumferential resection margin)의 암종침윤 여부가 중요한 예후 인자로 제시되어 이에 따라 예리한 골반 내 박리(sharp pelvic dissection)를 통해 직장암과 주변 직장간막을 한 단위로 함께 절제해 내는 전직장간막절제술(total mesorectal excision)의 개념이 도입되었고² 이후 많은 연구에서 10% 이하의 낮은 국소재발률과 이전에 비해 높아진 성기능과 배뇨기능의 보존율이 보고되었다.^{3,5} 한편 최근 수술 전 영상진단의 정확도 향상 및 수술 전 항암방사선치료의 시행으로 인해 항문의 보존율이 높아졌고, 종래의 근치적 저위전방절제술에 더하여 환자의 맞춤 치료로써 경항문 국소절제술 및 초저위전방절제술과 수기 결장항문문합술, 항문괄약근간절제술(intersphincteric resection) 같은 다양한 수술 술기의 도입으로 현재는 직장암의 수술적 치료는 종양학적 성적의 관점 및 환자의 기능보존을 함께 고려한 개개인에 따른 맞춤치료에 근접하여 가고 있다 (Fig. 1).⁶ 이에 따라 이번 종설에서는 직장암의 수술적 치료에 대해 기능보존의 측면을 통해 접근해 보고자 하였다.

본 론

1) 항문관의 해부

해부학적으로 항문관은 치상선과 항문연 사이에 위치

하는 소화기관의 마지막 부분이다. 외과적 항문관은 항문 직장륜에서 항문연을 지칭하고, 항문직장륜은 직장이 골반저로 들어가는 위치로, 일반적인 항문관의 길이는 4 cm 정도이며 여성에서 좀 더 짧은 것으로 보고되고 있다. 항문관은 내, 외괄약근과 밀접한 관련을 가지고 있으며 후방에는 미골, 측방에는 좌골직장와가 있고 전방에는 남성에서는 요도가 여성에서는 질의 하부가 위치한다. 항문직장륜은 또한 치골직장근에 의해 앞으로 당겨질 수 있는 구조로 각을 이루어 위치하게 된다(Fig. 2).⁷

내괄약근은 길이는 약 2.5~4 cm, 두께는 0.5 cm로 직장의

Fig. 2. Pelvic anatomy. After division of the sacrum at the posterior midline, transversely located levator ani muscle including puborectalis muscle is shown.

Fig. 1. Relationship between operation cases and sphincter preservation according to year. (A). Number of operation according to year. Total 882 rectal cancer patients have been resected surgically between 1996 and 2003, compared with this, between 1989 and 1995, total number of operation was 394 cases. Now the number of operation for only rectal cancer may be estimated to over 300 per year. (B). The ratio of sphincter preservation according to year. Sphincter preservation rate has increased from 38.9% to 77.1%. APR = abdominoperineal resection; LAR = low anterior resection; uLAR = ultra low anterior resection.

Fig. 3. Low rectal cancer in a 58-year-old female. (A) Before neoadjuvant therapy. On pelvic magnetic resonance imaging, right internal and external sphincter invasions is noted (arrow). (B) After neoadjuvant therapy. On pelvic magnetic resonance imaging, right external sphincter invasion is replaced by fibrotic adhesion (arrow).

환상근이 이어진 구조로 치상선 상방 약 1~1.5 cm 정도에 약간 두꺼워지는 모서리를 가지며 끝이 난다. 이는 직장수지검사 시 외괄약근 직상방에서 뚜렷이 만져지는 구조이며, 내괄약근과 외괄약근 사이 고랑(inter-sphincteric groove)은 항문직장수술 시 중요한 지표가 된다.

직장의 외종주근은 직장아래에서 얇아지는데 이는 치골직장근에서 오는 근섬유와 합쳐져 얇은 띠를 형성하여 내괄약근과 외괄약근 사이로 주행하여 근 섬유들이 부채꼴 모양으로 펼쳐지며 외괄약근의 피하조직을 지나 치핵정맥총의 지지구조를 형성하며 끝나게 된다.

외괄약근은 전체 내괄약근을 감싸는 횡문근이며 이 타원형의 근육은 위로 치골직장근과 이어져, 신경의 분포는 다르지만 함께 협동하여 작용하게 된다. 외괄약근은 후방으로는 치골직장근, 천미골 술기(sacroccygeal raphe), 미골, 피부와 이어지고, 전방으로는 치골직장근, 횡회음근육 및 피부와 이어진다.

Fritsch 등⁸은 태아, 신생아, 성인의 항문괄약근을 해부학적, 조직학적으로 비교 관찰한 보고에서 항문관은 내괄약근, 종주근, 외괄약근에 의해 둘러싸이는 구조로 종래의 외괄약근을 형성한다고 알려진 3가지 세부근육의 확인은 어려웠고, 외괄약근 배부(ventral side)의 성별에 따른 차이는 태아시기부터 존재함을 보고하였다.

2) 항문괄약근 보존술식에 대한 최근 논점

항문괄약근 보존술식에 대한 논점을 몇 가지로 정리한다면, 어떤 환자에서 경항문 국소절제술을 시행할 것인지 혹은 수술 전 방사선화학요법 후 임상적 완전 관해(clinical complete response)가 온 환자에서 다음 치료로 그냥 추적 관찰만 할 것인지 아니면 병변이 있었던 위치를 근치적으로 직장간막과 함께 절제할 것인지에 대한 문제들이다.

또한 직장암이 항문에 가깝게 위치한 경우 항문내괄약근과 외괄약근과 종양과의 관계만을 조사하는 것이 항문괄약근을 보존하는 부분에 중요한 점으로 부각이 되어 있으나 실제로는 종양의 항문거근(levator ani muscle)에 침범하였는지 여부에 대한 조사 또한 중요하다고 생각된다. 종양의 항문거근 침범여부와 또는 종양이 항문거근과 얼마나 가깝게 존재하는지를 수술 전 자기공명영상으로 쉽게 알 수 있는데 이러한 경우 항문괄약근 보존술식의 적응 대상으로 삼을지가 고민되는 부분이다(Fig. 3).

Urban 등⁹은 61명의 중부 및 하부 직장암 환자를 대상으로 수술 전 자기공명영상의 괄약근 침범여부를 관찰한 결과에서 괄약근 침범 예측의 민감도는 100%, 특이도는 98%로 높게 보고하였고, 특히 괄약근 보존 가능성의 예측은 61명 중 52명(85%)에서 가능하였다고 보고하였다. 그럼 과연 괄약근 보존술식을 하부 직장암의 수술에 있어 우선적인 목표로 삼아야 하는가에 관하여는 논쟁이 있는데, Rullier는 괄약근 보존술의 장점으로 수술 중 직장천공의 가능성이 낮고, 성기능의 보존가능성이 높으며, 신체적 자아(body image) 인식의 보존으로 보다 나은 삶의 질을 가질 수 있는 것이라 하였다. 이에 비해 Sebag-Montefiore 등¹⁰은 수술 전 방사선화학요법 후에 완전 관해가 오거나 병기하강이 이루어지는 예에서는 적절한 원위부 절제연을 찾기가 어려워 수술 전 병합치료 전에 종양이 있던 위치를 절단하거나, 충분한 절제연을 얻지 못하고 종양세포의 침윤이 있는 위치에 절단할 수 있는 위험성을 지적하였다. 또한 삶의 질 측면에서도 괄약근 보존술식 후 배변자제 약화와 함께, 잦고 불규칙적인 배변 습관을 가지게 되는 경우 오히려 영구적 장루에 비해 크게 나은 점이 없을 수도 있음을 주장하였다.

따라서 수술 전 방사선화학 치료로 종양의 현저한 병

기하강이 이루어졌다면, 이후의 수술적 치료로 항문괄약근 보존술식을 택할지 복회음절제술을 택할지 고민하게 되며 또한 복회음절제술을 선택하거나 아니면 항문괄약근 보존 술식을 선택한다하더라도, 수술 술식의 차이를 떠나 종양학적 안정성 확보를 위해 적절한 측방절제연을 확보하는 데 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

3) 수술 전 영상진단을 통한 수술 전 화학방사선 요법의 선택

수술 전 영상진단의 정확성 향상으로 직장초음파나 직장 자기공명영상상 조기암으로 진단되고 경항문 국소절제의 적응이 되는 경우는 항문을 보존하고 수술 후 병리검사 결과에 따라 항암화학방사선치료를 추가하여 치료를 하고 있다. 직장수지검사서 종양이 직장벽에 고정되어 있거나 수술 전 영상진단상 골반 내 주변장기 침습 혹은 다발성 주위 림프절 전이가 의심되어 국소적으로 진행된 암으로 진단되는 경우 최근에는 많은 경우에서 수술 전 항암화학방사선요법이 일차적으로 시행되고 있다. 수술 전 치료에 따라 종양의 병리학적 병기 하강을 유도하여 일차적으로 절제가 불가능했던 종양의 절제율을 높이거나, 종양이 하부직장에 위치하여 충분한 절제연을 얻기 어려워 항문보존술이 어려웠던 예를 종양의 크기감소를 통해 항문보존술이 가능하도록 만들어 향상된 치료 성적을 기대할 수 있게 된다. 대표적인 연구로 German Rectal Cancer Study Group¹¹에서 항암화학방사선요법을 수술 전 후로 나누어 시행하여 비교한 결과에서 수술 전 치료요법군의 국소 재발이 6%로 수술 후 치료군의 13%보다 나은 것으로 보고하여 수술 전 치료의 타당성을 제시하였다. 하지만 이 연구에서는 일차적으로 절제 가능한 T3와 함께 측방 절제연의 확보가 어려울 것으로 판단되는 T4직장암 환자도 포함이 되어 실제 임상에서 일차적으로 절제 가능한 T3병변에서 수술 전 항암화학방사선 치료가 얼마나 이점을 가질지는 정확히 판별하기 어려운 제한점이 있다. Peeters 등¹²은 Dutch Colorectal Cancer Group 환자들을 6년 이상 장기 추적 하여 수술 전 방사선 치료 후 전직장간막 절제술을 시행 받은 군과 전직장간막절제술만 시행한 군 사이에 5년 생존율은 각각 64.2%, 63.5%로 차이가 없었으나 국소 재발률이 수술 전 방사선 치료를 받은 군이 5.6%로 수술만 시행 받은 군의 10.9%보다 의미 있게 낮은 것으로 보고하였다. 유럽의 일부에서는 수술 전 단기 방사선요법도 좋은 성적을 내는 것으로 보고하고 있으나 일반적으로 수술 전 방사선항암화학요법은 약 5~6주간의 치료 기간이 필요하고 치료반응을 기대하기 위해 4~8주간의 관찰기간을 가지고 수술을 하게 된다. 따라서 약 20%의 환자

에서는 치료에 반응이 없이 전신적으로 암종 전이가 생기는 경우도 있고, 방사선항암화학요법 후 병기 하강이 된 경우라도 환자의 처음 병기를 판단하기 어려워 정확한 예후를 예측하고 치료계획을 세우는 데 한계가 있다. 이러한 수술 전 방사선항암화학요법의 단점과 함께 현재까지는 수술 전 치료 반응을 미리 예측할 수 있는 신뢰할 수 있는 요인들이 없어, 일차적으로 절제 가능한 직장암인 경우에는 근치적 전직장간막절제술을 먼저 시행하고, 수술 후 병리 결과에 따라 추가 치료를 결정하는 것도 좋은 방법이라고 생각한다. 하지만 수술 전 화학방사선치료의 이론적 이점을 살려, 항문에 근접하여 종양이 위치한 하부 직장암이나 수술 전 영상검사상 고위험군(측방절제연 양성, 주변 골반 내 장기 침습, 항문괄약근 침범 혹은 근접 등)으로 진단이 되는 경우 수술 전 방사선항암화학요법의 적응 대상으로 생각해도 좋을 것이며, 이러한 시도는 골반 주변장기의 보존 및 기능보존에도 기여할 것이라 생각한다.

4) 경항문 국소절제술(Transanal excision)

하부직장암의 치료에서 종래의 복회음절제술은 종양학적 측면에서는 만족할 만한 수술적 치료성적을 얻을 수 있으나, 영구 장루형성 및 수술 후 성기능 및 배뇨기능 장애 가능성이 높은 이유로 환자의 삶의 질 측면에서는 제한점이 있다. 조기 직장암인 경우 충분한 절제연을 가지고 직장의 전층을 항문을 통해 절제해 내는 경항문 국소절제술은 괄약근 보존이 가능하고, 수술범위 및 시간이 짧아 수술 합병증이 적은 것이 장점이지만, 수술 대상 환자의 선택에 매우 신중해야 한다. 많은 적응증이 제시되고 있으나 일반적으로 항문연상방 7 cm 이내에 위치한 3 cm 이하의, 가동성이 좋고 전체 직장원주의 25% 이하의 조기 병변이 대상군으로 여겨지며, 조직학적으로는 분화도가 좋고 혈관침윤 혹은 림프관침윤이 없는 종양이 대상이 된다.^{13,14} 경항문 국소절제술의 대상 환자 선택 시 고려해야 할 점은 림프절의 전이가능성이다. T1와 T2병기에서 림프절전이는 각각 5~11%와 20% 이상으로 보고되고 있고, T1과 T2병기에서 국소절제술을 시행한 경우 5년 국소재발률은 3~26%, 5년 생존율은 66~100%로 보고되었다(Table 1).¹⁴⁻²⁰ Garcia-Aguilar 등²¹은 55명의 T1, 27명의 T2환자를 대상으로 54개월간 추적 관찰한 결과, 각각 18%와 37%의 재발을 경험하였고 평균 재발기간은 18개월로 이 중 20명의 국소재발 가운데 17예를 복회음절제술로 치료 가능함을 보고하였다. 생존율은 T1에서 98%, T2에서 89%로 보고하였고, 높은 재발률로 인해 국소절제술의 시행은 대상 환자의 선택에 신중을 기하여야 함을 강조하였다. 본 교실에서는 1991년부터 2000년까지 직장

Table 1. Transanal excision with adjuvant treatment for rectal cancer

Authors	N	Follow-up (month)	Local recurrence (%)	Five-year survival (%)
Coco et al. (1992) ⁹	15	68	6	74
Fortunato et al. (1995) ¹⁰	21	56	19	77
Steele et al. (1999) ⁶	51	48	13.7	85 (6-year)
Le Voyer et al. (1999) ¹¹	35	46	11.4	91 (DFS)
Russell et al. (2000) ¹²	51	73.2	13.7	75 (DFS)
YUHS (2007) ¹⁴	76	84.9	7.9	100 (pT1, with RT) 76 (pT1, without RT) 75 (pT2)

DFS = disease-free survival; RT = adjuvant radiation therapy; YUHS = Yonsei university health system.

Table 2. Neorectal capacity with J-pouch or straight coloanal anastomosis

Authors	N	Pouch length (cm)	Neorectal capacity		P-value
			J-pouch	Straight	
Ho et al. (1996) ²⁶	33	8	149 ($\pm$ 12)	175 ($\pm$ 26)	NS
Hallböök et al. (1997) ²⁷	97	6~8	258 ($\pm$ 38)	128 ($\pm$ 39)	<0.001
Joo et al. (1998) ²⁸	83	6~10	156 ($\pm$ 83)	137 ($\pm$ NN)	NS
Fürst et al. (2002) ²⁹	74	5	107 ($\pm$ 42)	120 ($\pm$ 60)	NS

NS = not significant.

Fig. 4. Colonic J-pouch following ultralow anterior resection.

암으로 국소절제술을 시행 받은 76명을 분석해보았다. 수술 시 전방에 위치한 종양인 경우 잭나이프체위로, 후방에 위치한 종양인 경우 쇄석위로 위치시키고, 종양은 정상 주변조직을 최소한 1 cm 정도 포함하여 절제연을 얻고, 동시에 직장벽 전층을 포함하여 절제하였다. 평균 84.9개월의 추적기간을 관찰하여 분석한 결과 국소재발은 6명(7.9%)에서 나타났고, 5년 무병생존율은 T1에서 89.4%, T2에서 75%였다. T1을 대상으로 추가 방사선치료

를 받은 군의 무병생존율이 100%로, 치료를 받지 않은 군의 76%보다 의미 있게 좋은 것으로 판별되어, T1병기라 하더라도 국소절제술과 수술 후 방사선치료를 병합한 치료가 하부직장암에서 안전하게 시행될 수 있는 치료법이 될 수 있을 것으로 생각된다.²²

5) 초저위전방절제술 및 수기 결장항문 문합술 (Ultralow anterior resection with hand-sewn coloanal anastomosis)

직장암에서 항문괄약근 보존 후 결장항문 문합방법이 Kraske에 의해 보고된 이후,²³ 1982년 Parks와 Pery²⁴는 하부직장암 환자에서 괄약근 보존을 위해 경항문 대장항문 문합술을 시행하여 골반 내 농양 등 수술 후 합병증이 종래의 복회음절제술에 비해 높지 않고, 무병생존기간 또한 큰 차이가 없음을 보고하였다. 이후 자동문합기의 발달 및 골반 내 장기와 주변 해부학적 구조에 대한 지식이 축적됨에 따라 점점 시행 예가 늘어나고 있다. 수술 후 배변 장애는 삶의 질에 중요한 역할을 하는데 예를 들면 저위 전방절제술 후 배변습관의 변화나 변실금 등이 발생하는데 원인은 저장낭의 구실을 하는 직장의 상당부분을 잃었기 때문으로 여겨지며,²⁵ 따라서 문합부가 항문에 가까울수록 이러한 현상이 심하게 나타나므로 대장에 낭(pouch)을 만들어 신직장(neorectum)을 만들기도 하며(Fig. 4), 기능적인 결과는 보고자에 따라 차이가 있다(Table 2).²⁶⁻²⁹

Table 3. Recurrence rates after ultralow anterior resection with coloanal anastomosis

Authors	Median follow-up (month)	Overall recurrence (%)	Local recurrence (%)
Drake et al. (1987) ³³	20	27	5
Cavaliere et al. (1995) ³⁴	62	27	5
Parc et al. (1987) ³⁵	17	17	6
Huguot et al. (1990) ³⁶	20	15	5
Hautefeuille et al. (1988) ³⁷	20	16	5
YUHS (2005) ³⁸	36.3	18.7	5.2

YUHS = Yonsei university health system.

대장항문문합술의 환자 선택에 있어 직장암이 항문거근과 괄약근의 손상 없이 절제될 수 있고 골반강이 매우 협소하여 골반강 내 문합술이 기술적으로 불가능한 경우에 이 술식을 실시하는 것이 제시되기도 하였다.^{30,31} 문헌보고에 의하면 하부직장암의 대장항문문합술 후 국소 재발률은 5~20%, 전체 재발률은 15~27% 정도로 보고되고 있다(Table 3).³²⁻³⁸ 종양학적 성적의 관점으로 항문괄약근 보존술과 복회음절제술의 비교에서는 항문괄약근 보존술을 시행한 경우, 5년 생존율을 62~79.2%, 국소 재발률을 2~30%로 보고하고 있고, 복회음절제술을 시행한 경우, 5년 생존율이 53~80%로, 국소 재발률은 6~11%로 두 수술 술기 간에 종양학적 결과의 차이가 없음이 보고되고 있다.^{39,40} 본 교실에서는 1997년부터 2003년까지 초저위전방절제술을 통해 전직장절제 및 대장항문문합술을 시행 받은 57명의 환자 중 6개월 이상의 추적관찰이 가능했던 44예를 대상으로 평균 32개월여를 추적 조사하였다. 수술은 항문 직장 경계에서 전 직장 및 직장간막을 절제하였고 간혹 내괄약근 일부를 절제하였다. 이후 경항문관 접근을 통하여 점막을 치상선으로부터 항문거근까지 제거하고, 항문직장관 높이에서 직장의 근육층을 절개하고 직장을 골반 격막으로부터 분리하여 조직을 제거하였다. 전직장절제 후 일자형(straight) 혹은 J낭(J pouch)을 만들어 치상선에 대장을 수기문합하였다. 이 환자들을 대상으로 배변기능과 합병증 및 재발률을 조사한 결과, 일시적으로 조성된 회장루를 복원하고 6개월에 관찰된 변실금은 14명(31.8%)이었고, 12개월 후엔 6명(13.6%)에서 발생하였는데 전 예에서 보존적 치료로 호전이 가능하였다. 재발은 총 6예(13.6%)에서 발생하였고, 문합부재발이 3예, 전신재발이 2예, 문합부재발 및 전신재발이 동시에 발견되었던 1예가 있었다. 5년 무병생존율은 68.9%였다. 하부직장암 환자에서 전직장절제술 후 수기 결장항문문합술은 종양학적으로 안전히 시행될 수 있으나, 환자에 따라 수술 후 기능에 만족하지 못하는 경우가 있을 수 있어 수술 전 환자의 선택 및 수술 시에도 종양의 위치 및

인접 항문 거근과의 관계를 신중히 판단하여 수술 범위를 결정해야 할 것이다.³⁸

6) 항문괄약근간절제술(Intersphincteric resection)

종래에는 직장암의 원위부 절제연을 2~5 cm로 확보하여야 종양학적 안전성을 얻을 수 있다고 여겼지만, 최근 수술 전 방사선화학요법의 발달로 인해 수술 전 방사선치료를 받은 군에서는 원위부 절제연이 1 cm라도 국소 재발률을 높이는 요소가 아니라고 보고되고 있다.⁴¹ 하부 직장암의 치료에서 과거 주류를 이루었던 복회음절제술은 빠르게 감소하여 많은 기관에서 항문괄약근 보존술이 보편화 되어가고 있다. 최근에는 항문관에 위치하는 치상선에 가까운 하부직장암을 대상으로 괄약근간절제술 및 결장항문문합술을 시행한 성적이 보고되고 있다. 괄약근간절제술은 초저위전방절제술보다 항문연에 더 가까운 위치에 문합을 하게 되는데, 여러 보고에 따르면 이 술식이 초저위전방절제술에 비해 국소 재발률이나 항문 기능의 보존 측면에서 큰 차이가 없음을 보여주고 있다(Table 4, 5).⁴²⁻⁵³ 이에 더 나아가 내괄약근절제술에 부분적인 외괄약근 절제를 병행한 술식도 새로운 항문보존술식으로 보고되었다.⁵⁴

Saito 등⁴⁴은 괄약근간절제술을 시행 받은 228명의 하부 직장암 환자를 대상으로 평균 41개월을 추적 관찰하여 3년 국소 재발률 5.8%, 5년 생존율 및 무병생존율을 각각 91.9%, 83.2%로 보고하였다. 이 중 국소재발은 모두 골반강 내에서 관찰되었고, 장루복원술을 시행 받은 181명을 대상으로 시행한 배변기능에 관한 조사에서 7%의 환자에서는 수술 후 24개월이 지나서도 배변자제가 악화된 상태가 관찰되어, 수술 전 배변 기능에 대한 문제점을 고려할 것을 주장하였다. Schiessel 등⁴⁵은 괄약근간절제술을 시행한 38예 중 4예(10.5%)에서 국소재발을 보고하였고 5년 무병 생존율을 83.2%로 보고하였다. Rullier 등⁴⁶은 항문연 상방 4.5 cm 이하의 하부직장암 환자를 대상으로 전직장간막 절제술 및 괄약근간절제술을 92명에게 시행

Table 4. Oncologic outcomes following intersphincteric resection for low rectal cancer

Authors	N	Follow-up (month)	Neoadjuvant treatment	Distal margin (cm)	Local recurrence (%)	Five-year survival (%)
Mohiuddin et al. (1998) ⁴⁷	39	48	RT	-	8	88
Rullier et al. (1999) ⁴³	16	44	-	2.4	0	81
Kohler et al. (2000) ⁴⁸	31	82	Selective adjuvant Tx.	1.6	9.7	79
Saito et al. (2004) ⁴⁴	35	23	CRT (20/35)	1.3	5.7	91
Park et al. (2005) ⁴⁹	50	-	-	0.7, 0.8	8	-
Schiessel et al. (2005) ⁴⁵	121	94	Selective adjuvant Tx.	-	5.3	92
Hohenberger et al. (2006) ⁵⁰	65	60	CRT (24/65)	1.9	22.2	83.6
YUHS (2008, unpublished data)	18	12.9	CRT (18/18)	-	11	-

RT = radiation therapy; Tx = treatment; CRT = chemoradiation therapy; YUHS = Yonsei university health system.

Table 5. Functional outcomes following intersphincteric resection for low rectal cancer

Authors	Bretagnol (2004) ⁵¹		Bittorf (2004) ⁵²		Saito (2004) ⁴⁴	Schiessel (2005) ⁴⁵	Yoo (2005) ⁵³	
	ISR	CAA	Straight	J-pouch			ISR	CAA
Resting p.	-	-	22	28	50	41.2	-	-
Squeezing p.	-	-	108	88	175	152.1	-	-
BM/day	-	-	-	-	-	2.24	5	2.5
Urgency (%)	37	38	-	-	36.4	-	58.8	73.3
Daytime soiling (%)	-	-	-	-	-	-	41.2	20.2
Nighttime soiling (%)	-	-	-	-	-	-	76.5	26.7
Wexner score	10.8	6.9	13.4	9.9	-	-	-	-

p. = pressure (mmHg); ISR = intersphincteric resection; CAA = coloanal anastomosis; S = straight coloanal anastomosis; J = colonic J-pouch anal anastomosis; BM = bowel movement.

하고 이 중 24개월 이상 추적관찰이 이루어진 58명의 종양학적 성적의 보고에서 2%의 국소재발률과 81%의 5년 생존율, 70%의 무병생존율을 보고하면서, 국소재발에 영향을 주는 요인으로 원위부 절제연의 영향이 크지 않음을 주장하였다.

본 교실에서는 2004년부터 2008년까지 수술 전 방사선 화학요법과 전직장간막절제술 및 괄약근간절제술을 시행 받은 18명의 하부직장암 환자를 분석하였다. 수술 전 환자의 선택을 신중히 하였고, 수술 전 자기공명영상이나 경직장초음파검사상 항문외괄약근, 항문거근, 치골직장근 등에 암종 침윤이 의심되지 않고, 항문내괄약근 침윤이 국한된 경우를 대상으로 하였다. 영상검사상 측방절제연이 침범된 경우, 조직검사상 저급 분화도인 경우, 혹은 수술 전 항문 내압검사상 항문괄약근의 기능이 저하되어 있는 환자는 제외시켰다. 수술은 전직장간막절제술을 시행하여 직장간막을 골반저 항문거근에서 분리하여 가동화하고, 내괄약근을 가능한 항문거근 주변부까지 박리하고 항문직장륜 높이에서 직장의 근육층을 절개 후 직장을 골반 격막으로부터 완전히 격리하여 직장과 종양을

제거하였다(Fig. 5). 전 예에서 J형 결장낭을 만들어 치상선의 항문점막과 외괄약근에 봉합하고, 일시적인 회장루를 조성하였다.

평균 추적 관찰기간은 12.9개월로 관찰기간 중 2예(11%)에서 국소재발이 관찰되었다. 회장루복원술을 시행 후 급박변 및 변실금은 6개월이 지나면서 호전되어 50% 이상에서 완전히 배변자제가 가능하였다. 그러나 1예에서는 지속적인 변실금을 보이다가 증상이 점차 심해져 분변전환 목적의 결장루를 시행하였다.

환자의 선택을 신중히 하여 수술 전 방사선화학요법과 병행하여 괄약근간절제술이 시행된다면, 향후 항문관 내 위치한 직장암에 항문보존의 목적으로 안전하게 적용될 수술식이 될 수 있으리라 생각된다.

7) 골반자율신경보존술식을 통한 수술 후 성기능 및 배뇨기능 보존

종래의 직장암 수술 후 환자의 발기부전은 약 5~65% 정도로 보고되고, 사정불능은 14~69%, 불임은 11~76%까지 보고되었다.⁵⁵⁻⁵⁷ 원인으로는 수술 중 하복신경이나

Fig. 5. Intersphincteric resection following neoadjuvant chemoradiation therapy in a 67-year-old male. (A) Colonoscopic findings before and after preoperative chemoradiation therapy. (B) Infiltrative tumor is converted to resectable one with adequate margin. (C) Operative procedure of intersphincteric resection. The line of dissection is depicted.

Fig. 6. The autonomic nerve system in the abdominal cavity. (A) A line of dissection is depicted (a dotted line). Sharp pelvic dissection should be performed along the rectal proper fascia and this facilitates the preservation of the pelvic autonomic nerve without breaching to the mesorectal package. (B) During the excision of Denonvillier's fascia, a U-shaped incision in the anterior rectum and meticulous dissection while avoiding damage of the neurovascular bundle in the 10 o'clock and 2 o'clock direction are important to preserve sexual and voiding function. In females, the vaginal wall should be sufficiently dissected to avoid postoperative rectovaginal fistula.

골반내장신경총의 손상이 영향을 주는 요인으로 제시되었다(Fig. 6). 일반적으로 수술 후 수개월 내에 대부분 이런 배뇨 및 성기능의 합병증은 호전되지만 10~17%에서는 신경인성 방광을 초래하기도 한다.⁵⁸⁻⁶⁰

직장암 수술 시 교감신경의 손상은 긴박뇨, 긴장성 요실금을 초래하고, 부교감신경의 손상은 방광의 감각능을 감소시켜 배뇨의 곤란과 일류성 실금(overflow incontinence),

방광 충만감 소실을 초래한다.^{61,62} 하지만 전직장간막절제술 및 골반자율신경보존술식은 종양학적 안정성을 유지하고, 동시에 수술 후 배뇨 및 성기능을 보존하는 방법으로 여러 논문에서 소개되었다. 골반자율신경보존술식이 온전히 시행된다면 발기능력은 80%에서 100%까지 보존되며, Enker 등⁶³은 환자의 85%에서 성교 동안에 발기가 유지되는 것이 가능했고, 15%의 환자에서는 역행성 사정이나

Table 6. Urinary and male sexual dysfunction following total mesorectal excision with autonomic nerve preservation

Authors	N	Bladder dysfunction (%)	Lack/reduction of erection (%)	Lack of ejaculation (%)
Nagawa et al. (2001) ⁶⁶	22	27	45	45
Maurer et al. (2001) ⁶⁷	19	21	55	30
Quah et al. (2002) ⁶⁸	37	3	24	19
Pocard et al. (2002) ⁶⁹	9	0	44	11
YUHS (2002) ⁷⁰	68	26	25	38

YUHS = Yonsei university health system.

Fig. 7. Operative anatomy of the autonomic nerve. (A) The superior hypogastric nerve descends along the abdominal aorta and the inferior hypogastric nerve forms the pelvic plexus at the lateral pelvic wall after merging the sacral parasympathetic nerves. (B) The rectal proper fascia is adhered to the pelvic sidewall. The pelvic autonomic nerve plexus and the middle rectal artery are found within this attachment. Based upon personal experience, the middle rectal artery is more commonly found unilaterally and the diameter is usually less than 5 mm.

남을 보고하였고, Havenga 등⁶⁴은 남자 환자의 65~85%에서 성기능이 보존됨을 관찰하였다. Nesbakken 등⁶⁵은 49명의 환자에서 자율신경을 보존하면서 전직장간막절제술을 시행하여 수술 전후에 요속 및 잔뇨에 유의한 차이가 없음을 보고하였다(Table 6).

본 교실에서는 1999년부터 2000년까지 직장암으로 전직장간막절제술 및 골반자율신경보존술식을 시행 받은 68명의 남자 환자를 대상으로 전향적으로 연구하였다. 수술은 저위전방절제술이 52예, 복회음절제술이 15예, 하트만술식이 1예에서 시행되었고, 자율신경보존술식은 상하복신경 및 골반내장신경과 골반자율신경총을 확인 후 보존하는 방법으로 진행되었다(Fig. 7). 골반 내 박리는 벽측 골반근막을 따라 진행되었고, 복부대동맥위에 주행하는 하복신경을 확인하고 보존하였고, 총장골동맥의 분지부에서 좌우측 하복신경이 나뉘는 가지를 확인하였고, 측벽 인대는 직장간막에 손상하지 않도록 골반자율신경총과 분리되었고 골반 측벽 내 자율신경총을 확인하였다. 4번째 천골부위에서 직장천골근막을 절개 후 항문괄약근부위까지 예리하게 박리를 진행하였다. 배뇨기능 검사상 잔

뇨량은 수술 전후의 차이가 없었으나, 최고 요류속도의 평균치와 배뇨량은 수술 후에서 의미 있게 낮게 나타났다. 발기불능과 성관계가 불가능했던 경우가 3예(5.5%)에서 관찰되었고, 역사정이 9예(13.2%)에서 관찰되었다.

국제 전립선 증상 계수(International Prostate Symptom Score)와 국제 발기 기능 지수(International Index of Erectile Function)를 이용한 설문지 검사상 환자의 배뇨기능 및 성기능은 만족할 만한 수준으로 평가되었다. 전직장간막절제술과 함께 자율신경보존술을 시행한 경우 배뇨기능과 성기능의 보존에 만족할 만한 결과를 나타내어 직장암 수술 시 신경보존술의 중요성을 확인하였다.⁷⁰

결 론

이상을 종합하여 보면, 직장암의 종양학적인 치료성적을 향상시키고, 동시에 항문보존 및 골반자율신경보존을 통한 기능보존은 점점 더 중요성을 더해가고 있다. 수술 전 방사선 혹은 병합항암화학치료방법은 종래의 수술 후에 시행했던 부가치료에 비해 항문괄약근보존율의 향상

을 가져다 줄 수 있는 이론적 이점이 있으므로 적절한 환자 선택을 위한 수술 전 영상진단 및 임상진단이 필요할 것으로 여겨진다.

전직장간막절제술의 개념이 보편화되고, 복강경 수술이 종래의 개복수술에 더하여 점점 늘어나는 추세로 종양학적 원칙에 입각한 직장암 수술이 시행 되어져야 하고, 이른 시일 내에 한국형 다기관 연구가 자리를 잡아 환자의 맞춤치료에 맞는 수술 전 방사선화학요법의 적응 대상 및 다양한 항문보존술식의 적응대상을 정립하는 것이 시급할 것으로 생각된다.

직장암 수술의 맞춤 치료는 적절한 환자 평가와 선택을 통해서 이루어져야 하는데, 예를 들어 종양의 위치가 한쪽 골반 자율신경을 침범한 경우 침범된 한쪽 신경을 반드시 일괄절제 해야 하지만, 종양의 침범이 없는 신경 보존이 가능한 예에서 지나친 확대 수술로 인해 신경손실을 초래하여 이로 인한 기능장애가 오는 것도 예방해야 할 것이다. 경항문절제가 가능하거나 항문괄약근 보존술식에 적응이 되는 환자를 일괄적인 복회음절제로 영구적인 장루를 형성하는 일이 있어서는 안 되며, 또한 적절한 절제연 확보를 위해서는 복회음절제술이 반드시 필요한 환자에서 무리하게 항문괄약근 보존 수술을 시행하여 조기 국소 재발을 초래하게 되는 경우도 피해야 할 것이다. 따라서 직장암의 적절한 수술적 치료의 선택은 수술 전 올바른 신체검사 및 정확한 영상 진단을 통해 충분한 환자 평가와 종양 평가가 반드시 선행되어야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. NIH consensus conference. Adjuvant therapy for patients with colon and rectal cancer. *JAMA* 1990;264:1444-50.
2. Heald RJ, Ryall RD. Recurrence and survival after total mesorectal excision for rectal cancer. *Lancet* 1986; 1: 1479-82.
3. Kim NK. Anatomic basis of sharp pelvic dissection for total mesorectal excision with pelvic autonomic nerve preservation for rectal cancer. *J Korean Soc Coloproctol* 2004;20:424-33.
4. Kim NK. Sharp pelvic dissection for abdominoperineal resection for distal rectal cancer based on anatomical and MRI knowledge. *J Korean Soc Coloproctol* 2005;21:258-66.
5. Kim NK. Anatomic basis of sharp pelvic dissection for curative resection of rectal cancer. *Yonsei Med J* 2005; 46:737-49.
6. Kim NK, Min BS, Kim JS, Hur H, Lee KY, Sohn SK, et al. Oncologic outcomes and safety after tumor-specific mesorectal excision for resectable rectal cancer: A single institution's experience with 1,276 patients with rectal cancer. *J Korean Soc Coloproctol* 2008;24:121-33.
7. Pemberton JH. Colon. In: Zuidema GD, Yeo CJ, editors. *Shackelford's Surgery of the Alimentary Tract*. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2002. p. 339-41.
8. Fritsch H, Brenner E, Lienemann A, Ludwikowski B. Anal sphincter complex: reinterpreted morphology and its clinical relevance. *Dis Colon Rectum* 2002;45:188-94.
9. Urban M, Rosen HR, Hölbling N, Feil W, Hochwarther G, Hruby W, et al. MR imaging for the preoperative planning of sphincter-saving surgery for tumors of the lower third of the rectum: use of intravenous and endorectal contrast materials. *Radiology* 2000;214:503-8.
10. Rullier E, Sebag-Montefiore D. Sphincter saving is the primary objective for local treatment of cancer of the lower rectum. *Lancet Oncol* 2006;7:775-7.
11. Sauer R, Becker H, Hohenberger W, Rodel C, Wittekind C, Fietkau R, et al. Preoperative versus postoperative chemoradiotherapy for rectal cancer. *N Engl J Med* 2004;351: 1731-40.
12. Peeters KC, Marijnen CA, Nagtegaal ID, Kranenburg EK, Putter H, Wiggers T, et al. The TME trial after a median follow-up of 6 years: increased local control but no survival benefit in irradiated patients with resectable rectal carcinoma. *Ann Surg* 2007;246:693-701.
13. Stahl TJ, Murray JJ, Collier JA, Schoetz DJ Jr, Roberts PL, Veidenheimer MC. phincter-saving alternatives in the management of adenocarcinoma involving the distal rectum. 5-year follow-up results in 40 patients. *Arch Surg* 1993;128:545-9.
14. Steele GD Jr, Herndon JE, Bleday R, Russell A, Benson A 3rd, Hussain M, et al. Sphincter sparing treatment for distal rectal adenocarcinoma. *Ann Surg Oncol* 1999;6:433-41.
15. Sengupta S, Tjandra JJ. Local excision of rectal cancer: what is the evidence? *Dis Colon Rectum* 2001;44:1345-61.
16. Bleday R. Local excision of rectal cancer. *World J Surg* 1997;21:706-14.
17. Coco C, Magistrelli P, Granone P, Roncolini G, Picciocchi A. Conservative surgery for early cancer of the distal rectum. *Dis Colon Rectum* 1992;35:131-6.
18. Fortunato L, Ahmad NR, Yeung RS, Coia LR, Eisenberg BL, Sigurdson ER, et al. Long-term follow-up of local excision and radiation therapy for invasive rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1995;38:1193-9.
19. Le Voyer TE, Hoffman JP, Cooper H, Ross E, Sigurdson E, Eisenberg B. Local excision and chemoradiation for low rectal T1 and T2 cancers is an effective treatment. *Am Surg* 1999;65:625-30.
20. Russell AH, Harris J, Rosenberg PJ, Sause WT, Fisher BJ, Hoffman JP, et al. Anal sphincter conservation for patients with adenocarcinoma of the distal rectum: long-term results of radiation therapy oncology group protocol 89-02. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;46:313-22.

21. Garcia-Aguilar J, Mellgren A, Sirivongs P, Buie D, Madoff RD, Rothenberger DA. Local excision of rectal cancer without adjuvant therapy: a word of caution. *Ann Surg* 2000;231:345-51.
22. Min BS, Kim NK, Ko YT, Lee KY, Baek SH, Cho CH, et al. Long-term oncologic results of patients with distal rectal cancer treated by local excision with or without adjuvant treatment. *Int J Colorectal Dis* 2007;22:1325-30.
23. Kraske P. Zur extirpation hochsitzender mastdarmkrebse. *Verh Dtsch Ges Chirurgie* 1885;14:464-74.
24. Parks AG, Pery JP. Resection and sutured coloanal anastomosis for rectal carcinoma. *Br J Surg* 1982;69:301-4.
25. Williams NS, Price R, Johnston D. The long term effect of sphincter preserving operations for rectal carcinoma on function of the anal sphincter in man. *Br J Surg* 1980; 67:203-8.
26. Ho YH, Tan M, Seow-Choen F. Prospective randomized controlled study of clinical function and anorectal physiology after low anterior resection: comparison of straight and colonic J pouch anastomoses. *Br J Surg* 1996;83:978-80.
27. Hallböök O, Nyström PO, Sjö Dahl R. Physiologic characteristics of straight and colonic J-pouch anastomoses after rectal excision for cancer. *Dis Colon Rectum* 1997; 40:332-8.
28. Joo JS, Latulippe JF, Alabaz O, Weiss EG, Noguera JJ, Wexner SD. Long-term functional evaluation of straight coloanal anastomosis and colonic J-pouch: is the functional superiority of colonic J-pouch sustained? *Dis Colon Rectum* 1998;41:740-6.
29. Fürst A, Burghofer K, Hutzl L, Jauch KW. Neorectal reservoir is not the functional principle of the colonic J-pouch: the volume of a short colonic J-pouch does not differ from a straight coloanal anastomosis. *Dis Colon Rectum* 2002;45:660-7.
30. Paty PB, Enker WE, Cohen AM, Lauwers GY. Treatment of rectal cancer by low anterior resection with coloanal anastomosis. *Ann Surg* 1994;219:365-73.
31. Enker WE, Stearns MW Jr, Janov AJ. Peranal coloanal anastomosis following low anterior resection for rectal carcinoma. *Dis Colon Rectum* 1985;28:576-81.
32. Kim NK, Lim DJ, Yun SH, Shon SK, Min JS. Ultralow anterior resection and coloanal anastomosis for distal rectal cancer: functional and oncological results. *Int J Colorectal Dis* 2001;16:234-7.
33. Drake DB, Pemberton JH, Beart RW Jr, Dozois RR, Wolff BG. Coloanal anastomosis in the management of benign and malignant rectal disease. *Ann Surg* 1987;206:600-5.
34. Cavaliere F, Pemberton JH, Cosimelli M, Fazio VW, Beart RW Jr. Coloanal anastomosis for rectal cancer. Long-term results at the Mayo and Cleveland Clinics. *Dis Colon Rectum* 1995;38:807-12.
35. Parc R, Berger A, Tiret E, Frileux P, Nordlinger B, Hannoun L. Colo-anal anastomosis with reservoir in the treatment of rectal cancer. *Ann Gastroenterol Hepatol (Paris)* 1987;23:329-31.
36. Huguet C, Harb J, Bona S. Coloanal anastomosis after resection of low rectal cancer in the elderly. *World J Surg* 1990;14:619-23.
37. Hautefeuille P, Valleur P, Perniceni T, Martin B, Galian A, Cherqui D, et al. Functional and oncologic results after coloanal anastomosis for low rectal carcinoma. *Ann Surg* 1988;207:61-4.
38. Baik SH, Kim NK, Lee KY, Sohn SK, Cho CH. Hand-sewn coloanal anastomosis for distal rectal cancer: long-term clinical outcomes. *J Gastrointest Surg* 2005;9:775-80.
39. Bozzetti F, Mariani L, Miceli R, Doci R, Montalto F, Andreola S, et al. Cancer of the low and middle rectum: local and distant recurrences, and survival in 350 radically resected patients. *J Surg Oncol* 1996;62:207-13.
40. Zaheer S, Pemberton JH, Farouk R, Dozois RR, Wolff BG, Ilstrup D. Surgical treatment of adenocarcinoma of the rectum. *Ann Surg* 1998;227:800-11.
41. Moore HG, Riedel E, Minsky BD, Saltz L, Paty P, Wong D, et al. Adequacy of 1-cm distal margin after restorative rectal cancer resection with sharp mesorectal excision and preoperative combined-modality therapy. *Ann Surg Oncol* 2003;10:80-5.
42. Schiessel R, Karner-Hanusch J, Herbst F, Teleky B, Wunderlich M. Intersphincteric resection for low rectal tumours. *Br J Surg* 1994;81:1376-8.
43. Rullier E, Zerbib F, Laurent C, Bonnel C, Caudry M, Saric J, et al. Intersphincteric resection with excision of internal anal sphincter for conservative treatment of very low rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1999;42:1168-75.
44. Saito N, Ono M, Sugito M, Ito M, Morihiro M, Kosugi C, et al. Early results of intersphincteric resection for patients with very low rectal cancer: an active approach to avoid a permanent colostomy. *Dis Colon Rectum* 2004;47:459-66.
45. Schiessel R, Novi G, Holzer B, Rosen HR, Renner K, Holbling N, et al. Technique and long-term results of intersphincteric resection for low rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2005;48:1858-65.
46. Rullier E, Laurent C, Bretagnol F, Rullier A, Vendrely V, Zerbib F. Sphincter-saving resection for all rectal carcinomas: the end of the 2-cm distal rule. *Ann Surg* 2005;241:465-9.
47. Mohiuddin M, Regine WF, Marks GJ, Marks JW. High-dose preoperative radiation and the challenge of sphincter-preservation surgery for cancer of the distal 2 cm of the rectum. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998;40:569-74.
48. Kohler A, Athanasiadis S, Ommen A, Psarakis E. Long-term results of low anterior resection with intersphincteric anastomosis in carcinoma of the lower one-third of the

- rectum: analysis of 31 patients. *Dis Colon Rectum* 2000; 43:843-50.
49. Park JG, Lee MR, Lim SB, Hong CW, Yoon SN, Kang SB, et al. Colonic J-pouch anal anastomosis after ultralow anterior resection with upper sphincter excision for low-lying rectal cancer. *World J Gastroenterol* 2005;11:2570-3.
50. Hohenberger W, Merkel S, Matzel K, Bittorf B, Papadopoulos T, Gohl J. The influence of abdominoperianal (intersphincteric) resection of lower third rectal carcinoma on the rates of sphincter preservation and locoregional recurrence. *Colorectal Dis* 2006;8:23-33.
51. Bretagnol F, Rullier E, Laurent C, Zerbib F, Gontier R, Saric J. Comparison of functional results and quality of life between intersphincteric resection and conventional coloanal anastomosis for low rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2004;47:832-8.
52. Bittorf B, Stadelmaier U, Gohl J, Hohenberger W, Matzel KE. Functional outcome after intersphincteric resection of the rectum with coloanal anastomosis in low rectal cancer. *Eur J Surg Oncol* 2004;30:260-5.
53. Yoo JH, Hasegawa H, Ishii Y, Nishibori H, Watanabe M, Kitajima M. Long-term outcome of per anum intersphincteric rectal dissection with direct coloanal anastomosis for lower rectal cancer. *Colorectal Dis* 2005; 7:434-40.
54. Shirouzu K, Ogata Y, Araki Y, Kishimoto Y, Sato Y. A new ultimate anus-preserving operation for extremely low rectal cancer and for anal canal cancer. *Tech Coloproctol* 2003;7:203-6.
55. Santangelo ML, Romano G, Sassaroli C. Sexual function after resection for rectal cancer. *Am J Surg* 1987;154:502-4.
56. Fazio VW, Fletcher J, Montague D. Prospective study of the effect of resection of the rectum on male sexual function. *World J Surg* 1980;4:149-52.
57. La Monica G, Audisio RA, Tamburini M, Filiberti A, Ventafridda V. Incidence of sexual dysfunction in male patients treated surgically for rectal malignancy. *Dis Colon Rectum* 1985;28:937-40.
58. Sugihara K, Moriya Y, Akasu T, Fujita S. Pelvic autonomic nerve preservation for patients with rectal carcinoma. Oncologic and functional outcome. *Cancer* 1996;78:1871-80.
59. Mundy AR. An anatomical explanation for bladder dysfunction following rectal and uterine surgery. *Br J Urol* 1982;54:501-4.
60. Zinreich ES, Derogatis LR, Herpst J, Auvil G, Piantadosi S, Order SE. Pre and posttreatment evaluation of sexual function in patients with adenocarcinoma of the prostate. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990;19:729-32.
61. Kirkegaard P, Hjortrup A, Sanders S. Bladder dysfunction after low anterior resection for mid-rectal cancer. *Am J Surg* 1981;141:266-8.
62. Hojo K, Sawada T, Moriya Y. An analysis of survival and voiding, sexual function after wide ilio pelvic lymphadenectomy in patients with carcinoma of the rectum, compared with conventional lymphadenectomy. *Dis Colon Rectum* 1989;32:128-33.
63. Enker WE, Thaler HT, Cranor ML, Polyak T. Total mesorectal excision in the operative treatment of carcinoma of the rectum. *J Am Coll Surg* 1995;181:335-46.
64. Havenga K, DeRuiter MC, Enker WE, Welvaart K. Anatomical basis of autonomic nerve preserving total mesorectal excision for rectal cancer. *Br J Surg* 1996; 83:384-8.
65. Nesbakken A, Nygaard K, Bull-Njaa T, Carlsen E, Eri LM. Bladder and sexual dysfunction after mesorectal excision for rectal cancer. *Br J Surg* 2000;87:206-10.
66. Nagawa H, Muto T, Sunouchi K, Higuchi Y, Tsurita G, Watanabe T, et al. Randomized, controlled trial of lateral node dissection vs. nerve-preserving resection in patients with rectal cancer after preoperative radiotherapy. *Dis Colon Rectum* 2001;44:1274-80.
67. Maurer CA, Z'Graggen K, Renzulli P, Schilling MK, Netzer P, Buchler MW. Total mesorectal excision preserves male genital function compared with conventional rectal cancer surgery. *Br J Surg* 2001;88:1501-5.
68. Quah HM, Jayne DG, Eu KW, Seow-Choen F. Bladder and sexual dysfunction following laparoscopically assisted and conventional open mesorectal resection for cancer. *Br J Surg* 2002;89:1551-6.
69. Pocard M, Zinzindohoue F, Haab F, Caplin S, Parc R, Turet E. A prospective study of sexual and urinary function before and after total mesorectal excision with autonomic nerve preservation for rectal cancer. *Surgery* 2002;131: 368-72.
70. Kim NK, Aahn TW, Park JK, Lee KY, Lee WH, Sohn SK, et al. Assessment of sexual and voiding function after total mesorectal excision with pelvic autonomic nerve preservation in males with rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 2002;45:1178-85.