

소장 절제술을 시행받은 환아에서의 소장 이식 수술의 마취 관리

— 증례보고 —

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 마취통증의학과

김한수 · 김형균 · 김지애 · 방시라 · 김갑수

Anesthetic Management of Small Bowel Transplantation for Infant Who Had Done Small Bowel Resection Operation — A case report —

Han Soo Kim, M.D., Hyung Kyun Kim, M.D., Jie Ae Kim, M.D., Si Ra Bang, M.D., and Gaab Soo Kim, M.D.

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Small bowel transplantation is becoming the treatment of choice for short-gut syndrome. Improvements in surgical techniques, immunosuppressants, and anesthetic management of patients have allowed this procedure to become the standard of treatment for patients who are unable to continue total parenteral nutrition (TPN) therapy due to TPN-associated complications. We experienced small bowel transplantation in a 10-month-old male infant who had small bowel resection for small bowel volvulus and has suffered from complications such as recurrent sepsis, disseminated intravascular coagulation (DIC) due to long-term TPN. We report our experience with a brief review of the relevant literature. (*Korean J Anesthesiol* 2007; 53: 791~5)

Key Words: pediatric, short-gut syndrome, small bowel transplantation.

짧은 창자 증후군(Short-gut syndrome)을 가진 환자들에게 총정맥 영양법(total parenteral nutrition, TPN)은 필수적인 치료 방법이다. 그러나 장기간의 총정맥 영양법은 심부 정맥 혈전, 감염, 간부전 등 여러 심각한 후유증을 초래하게 된다. 최근 면역 억제 요법의 발달, 외과적 술기의 발달 및 마취 관리의 발달에 힘입어 총정맥 영양법의 심각한 부작용으로 인해 더 이상 총정맥 영양법을 유지할 수 없는 환자들에게 있어서 근본적인 치료 방법으로 소장 이식이 시도되고 있다.

저자들은 출생 후 발견된 소장 염전으로 소장 절제술을 시행한 후 장기간의 총정맥 영양법으로 반복적인 패혈증과 파종성 혈관내 응고증 등이 발생하여 소장 이식술을 받은 환아의 마취 관리를 경험하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례

환아는 만삭으로 출생한 10개월 된 체중 5.9 kg의 남아로

서 선천성 이중 공장(congenital jejunal duplication)에 의한 소장 염전으로 생후 3일에 소장 절제술, 공장루, 회장루 수술을 시행 받은 후 회장루 부위 손상으로 인해 위장루를 추가로 시행한 상태였다. 환아는 전체 소장이 10 cm 정도 남아 있는 상태였으며 다른 기저 질환은 없었다. 수술 후 지속적으로 중심 정맥관을 이용한 총정맥 영양법을 시행하고 있었고, 영양 공급을 위한 보조 방법으로 경구로 투여하였던 것을 위장루로 받아서 회장루로 다시 투여하는 상태였다. 환아는 중심 정맥관의 감염으로 인해 수 차례 패혈증과 파종성 혈관 내 응고증의 과거력이 있었으며 근본적인 치료를 위해 소장 이식술을 시행하게 되었다.

환아의 수술 전 일반 혈액 검사, 동맥혈 가스 검사, 혈액 응고 검사, 흉부 방사선 검사 및 심 초음파 검사상 특이 소견은 없었으며 생화학 검사에서도 아스파르테이트아미노전이효소 88 I.U/L, 알라닌아미노전이효소 105 I.U/L로 증가된 것 외에는 정상 소견이었다. 장기간의 총정맥 영양법 시 흔히 발생할 수 있는 중심 정맥로의 혈전이나 감염 및 폐쇄는 발견되지 않았으며, 복부 초음파 검사에서 총정맥 영양법으로 인한 지방간 소견이 관찰되었으나 대동맥과 하대 정맥 및 상장간막 동, 정맥 등의 복강 내 주요 혈관의 위치나 소통 등에 특별한 이상 소견은 보이지 않았다. 공여자인

논문접수일 : 2007년 7월 18일

책임저자 : 김갑수, 서울시 강남구 일원동 50번지
삼성서울병원 마취통증의학과, 우편번호: 135-710
Tel: 02-3410-0360, Fax: 02-3410-0361
E-mail: gskim@smc.samsung.co.kr

어머니는 모든 수술 전 검사상 정상 소견이었다. 이식 적합성은 조직적합성 백혈구항원검사로 확인하였고, 공여자와 수혜자 모두 cytomegalovirus, Epstein-Barr virus에 대해 혈청학적으로 음성이었다.

이식 장기의 허혈 손상을 최대한 줄이기 위하여 공여자의 마취를 먼저 시행하였고, 30분의 간격을 두고 수혜자의 마취를 인접한 수술실에서 시행하였다. 수혜자의 마취에 쓰이는 모든 기구와 기계들은 무균적으로 준비하였고, 마취 전 처치는 시행하지 않았다. 심전도, 비침습적 혈압계, 맥박 산소 포화도 계측기를 부착한 후에 thiopental sodium 25 mg 과 vecuronium 1 mg을 정주하여 마취 유도를 하였으며 sevoflurane 5 vol%와 산소 2 L/min를 이용하여 마스크 환기를 하였다. 충분한 근이완을 확인하고 직형날이 달린 후두경 (Miller #1 blade)으로 내경이 4.0 mm인 기낭이 없는 기관내 튜브를 별 어려움 없이 기관내 삽관하였고, 흉부 청진으로 튜브의 올바른 거치를 확인하였다. 일회 호흡량은 50 ml, 호흡수는 16-22회/분으로 기계 환기를 하였고, 기도 내압은 19-21 cmH₂O, 호기말이산화탄소분압은 30-35 mmHg로 유지하였다. 마취 유지는 O₂ 0.5 L/min, air 1.0 L/min, desflurane 3-5 vol%로 하였고, vecuronium 1.0 μg/kg/min을 지속정주하였다. 수술중심혈관계의 지속적인 감시를 위해 우측요골동맥에 무균적조작으로 24 G도관을 거치하였고, 총정맥 영양법을 위해 거치되어 있던 우측 내경 정맥의 Hickmann catheter (12 Fr 3-lumen, BARD, USA)를 중심 정맥로 사용하였다. 수술 중 수액 투여는 장기 부종의 방지와 저혈량증 방지에 목표를 두고, 투여 속도 조절이 가능한 수액세트(Dial-A-Flow, Hospira Ireland, Ireland)를 이용하여 생리 식염수를 50-100 ml/hr, 5% 알부민을 50-100 ml/hr, 5% 포도당을 20 ml/hr로 지속 정주하였으며 외과 일정대로 항생제와 면역 억제제를

투여하였다. 수술 중 체온 저하를 방지하기 위해 수술실의 온도를 26-28℃로 유지하였으며 사지를 솜과 비닐로 감싸 노출 부위를 최소화 하였다. 수술 중 수액은 수액 가온기 (Flotem 2e, Datachem, USA)를 통해 37℃로 가온하여 정주 하였으며 가온 순환 물담요를 사용하였다.

박리 단계에서 이전 수술로 인한 심한 유착이나 과다한 출혈은 관찰되지 않았고, 공여자의 회장 115 cm를 분리하여 HTK solution (custodiol solution, 제니스팜, 한국)으로 관류를 실시하였다. 혈관 문합은 대동맥과 하대 정맥 교차 겹자 (cross clamping)를 하여 공여자의 상장간막 동맥-수혜자의 복부 대동맥, 공여자의 상장간막 정맥-수혜자의 하대 정맥을 각각 문합하였다. 수술 중 환아의 혈역학적 수치는 수축기 혈압 110-80 mmHg, 심박수 160-140회/분으로 재관류 직전까지 안정적으로 유지되었다. 재관류 직후 수축기 혈압의 유의한 변화는 없었으나 공여 소장 동맥으로의 혈류 흐름이 거의 없어 재관류 5분 후 동맥 문합을 재시행 하였다. 대동맥 교차 겹자 시간은 1차 혈관 문합시 80분, 재문합시 85분이 소요되었으며, 동맥 재문합 후에 시행한 2차 재관류 직후 수축기 혈압이 약 1분간 68 mmHg까지 하강하였으나 별다른 처치 없이 곧 회복되었고, 이후 수술 종료시까지 안정적으로 유지되었다. 수술 중 혈압 유지를 위한 승압제 투여는 없었다. 대동맥 교차 겹자 후 대사성 산혈증이 진행하기 시작하였고 2차 재관류 후 더욱 심하여졌다(Table 1). 산혈증과 동반되는 고칼륨혈증은 발생하지 않았으며 오히려 저칼륨혈증의 소견을 보였고, 심전도 변화는 관찰되지 않았다. 수혈로 인한 혈중 칼륨 농도의 증가를 예상하여 추가적인 칼륨 투여는 하지 않았으며 대사성 산혈증의 교정을 위해 탄산 수소 나트륨을 6 mEq/hr로 수술 종료시까지 투여 하였다. 체온은 재관류 후 36.5℃에서 35.5℃까지 감소하였

Table 1. Hemodynamic Parameters and Arterial Blood Gas Analysis before and after Clamping, after Declamping

Parameter	5 min before 1st aorta cross-clamp	5 min after 1st aorta cross-clamp	5 min after 1st reperfusion	5 min before 2nd aorta cross-clamp	5 min after 2nd aorta cross-clamp	5 min after 2nd reperfusion
SBP (mmHg)	110	112	105	103	100	81
DBP (mmHg)	48	50	40	48	50	44
Heart rate (beat/min)	152	160	165	152	160	158
T (°C)	36.5	36.5	36.4	36.4	36.4	35.5
PH	7.353	7.291	7.284	7.185	7.234	7.157
PaCO ₂ (mmHg)	36.2	41.5	41.9	42.4	37.8	44.3
PaO ₂ (mmHg)	258.5	246.0	254.4	227.9	267.4	257.4
HCO ₃ ⁻ (mmol)	19.7	19.6	19.4	15.6	15.6	15.3
Na ⁺ (mmol)	130.6	132	137.6	132.5	138.1	139.2
K ⁺ (mmol)	2.79	2.70	3.06	2.32	2.98	2.72
Ca ⁺⁺ (mmol)	0.65	0.70	1.13	0.60	1.09	1.16

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, T: body temperature, 1st clamping time: 80 minutes, 2nd clamping time: 85 minutes, total clamping time: 165 minutes.

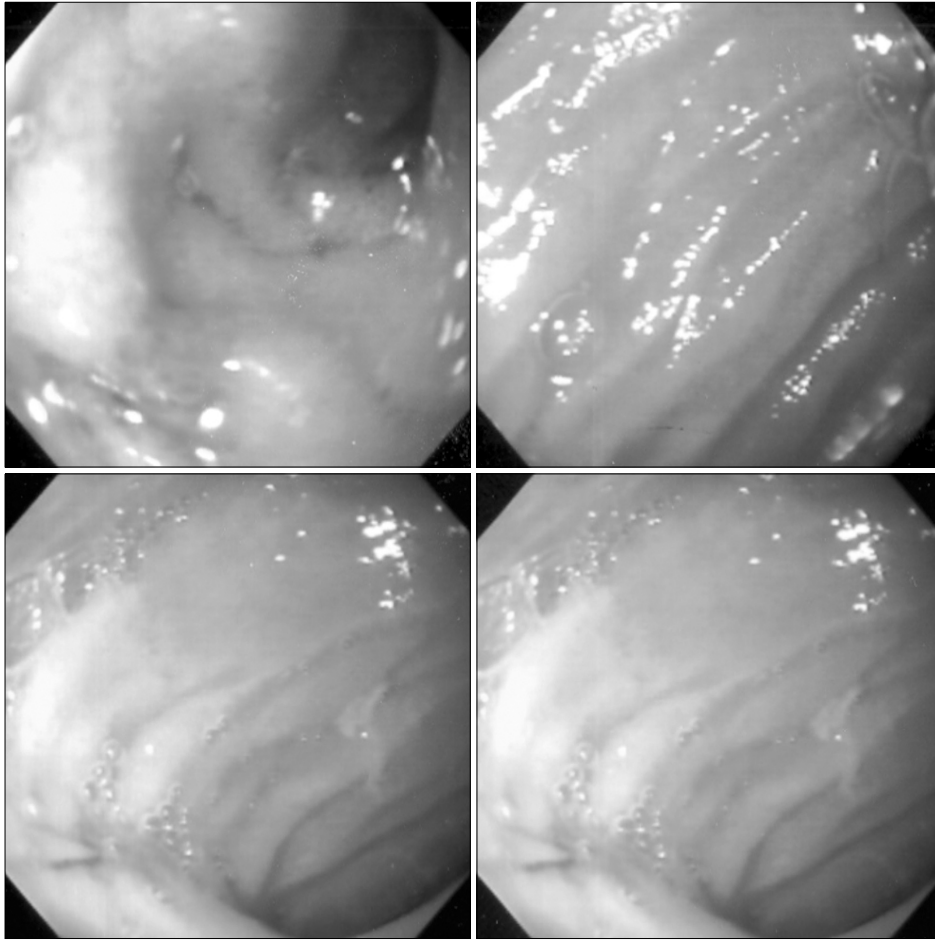


Fig. 1. Endoscopic finding of the transplanted ileum (S-Sigmoidoscopy) at post operation day 11. The mucosa looked normal and mild erythematous erosion developed by the entrance of the scope were observed. Blood vessels were well observed. Peristalsis was good as well.

으나 수술 종료까지 36.0°C로 점차 상승하였다. 총 수술 시간은 7시간 20분이 소요되었으며 수술 중 생리 식염수 515 ml, 5% 알부민 500 ml, 5% 포도당 150 ml를 투여하였고, 백혈구 제거 적혈구 농축액 100 ml를 수혈하였으며, 총 소변량과 출혈량은 각각 100 ml, 150 ml 이었다.

수술 종료 후 환아는 안정적인 활력 징후를 보였으나 대사성 산혈증이 교정되지 않아 기계 환기를 지속하기로 결정하고 중환자실로 이송하였다. 수술 후 1일째 산혈증의 호전 후 기관내 튜브를 발관하였고, 수술 후 6일째부터 분유를 경구로 섭취하기 시작하였고, 수술 후 11일째 병동으로 전동되었다. 수술 후 18일째까지 진단적 내시경과 조직 검사상 이식된 조직의 거부 반응 양상은 보이지 않았다(Fig. 1). 수술 후 19일째 시행한 복부 컴퓨터 단층 촬영에서 동맥 문합 부위에 직경 3cm의 하대 정맥을 압박하고 있는 가성 혈관류가 발견되었고, 더 커질 가능성이 있어 수술 후 21일째에 6시간 30분간의 혈관 성형 수술을 시행하던 중

700 ml 가량의 대량 출혈이 있었다. 환아는 혈관 성형 수술을 마치고 중환자실로 이송되었으나 혈관 문합 부위 출혈이 의심되어 다음 날 지혈 수술을 시행하였다. 지혈 수술 중 문합 혈관에서 지속적인 출혈이 있어 이식 장기의 유지가 어렵다고 판단되어 이식 장기 제거 후 중환자실로 이송되었으며, 이식 수술 후 23일째 심한 복강 내 출혈 양상을 보였으며 심혈관계 허탈로 사망하였다.

고 찰

인간에서 소장 이식은 1967년 Lillihei 등에¹⁾ 의해 전체 소장과 우측 대장을 함께 이식하는 수술로서 처음 소개된 이후 지속적으로 시도되어 왔으나 1988년에 와셔야 Deltz 등에²⁾ 의해서 성공적인 소장 이식을 발표할 수 있게 되었다. 이후로 Goulet, Grant 등에^{3,4)} 의해 성공적인 소장 이식사례 등이 발표되었고, 현재는 세계적으로 60여개가 넘는 센터에서

소장이식을 시행하기에 이르렀다.⁵⁾ 최근에 이르러서 소장 이식은 짧은 창자 증후군의 근본적 치료 방법으로 자리 잡아 가고 있다.

소장 이식이 결정되면 수술 전 환자에 대한 내과적 문제, 외과적 문제, 정신 심리학적 문제, 재정적인 문제, 환자의 가족 지지 구조 등 다양한 방면에서의 평가가 필요하며⁶⁾ 마취과적인 입장에서는 환자의 전체 신체 상태에 대한 파악이 중요하다. 짧은 창자 증후군 환자들은 대부분 총정맥 영양법을 위하여 오랜 기간 중심 정맥관을 사용해 왔기 때문에 지속적인 혈전과 혈관 폐쇄 등에 의해 vanishing vein syndrome이 생겨 정맥로 확보가 어려운 경우가 많으므로 필요한 경우 수술 전 초음파 검사와 혈관 조영검사를 통해 도관이 가능한 중심 정맥을 파악하고 있어야 하겠다. 본 증례와 같이 총정맥 영양법을 위한 중심 정맥관을 갖고 있는 경우 기능을 확인하여 수술 중 정맥로로 사용하는 것도 가능하다. 짧은 창자 증후군이 혈관 손상과 혈전 등에 의한 장 혈류 공급의 악화로 인해 이차적으로 발병한 경우가 많으므로 환자의 혈액 응고에 대한 평가가 필요하며 수술 전 항응고 치료로 혈액 응고가 저하되어 있을 가능성도 염두에 두어야 한다. 또한 총정맥 영양법으로 인한 탈수와 위장류의 배액으로 인한 전해질 이상이 흔히 발생하며 장기간의 영양 결핍에 의해 초래되는 면역력 저하로 상기도 감염 등이 흔히 발생할 수 있다.

소장 이식 수술을 받는 환자의 수술 중 환자 감시에 있어서는 기본적인 환자 감시 장치와 더불어 환자의 상태에 따라서 침습적이고 특화된 감시 장치들이 필요하다. 수술 중 지속적인 혈압 변화의 감시와 검사용 혈액 채취를 위해 동맥 내 도관의 거치가 필요하며 복부 대동맥 교차 검자를 고려하여 대퇴 동맥보다는 요골 동맥에 도관을 거치하여야 한다. 성인의 경우 정밀한 혈액학 감시를 위한 폐동맥 도관의 거치와 수액 공급을 위한 큰 구경의 중심 정맥관 삽입이 이상적이나 본 증례와 같은 소아의 경우 폐동맥 도관의 거치가 불가능한 경우가 많으므로 수술 시야의 지속적 관찰과 출혈량 측정 등이 더욱 절실히 요구되며 수술 중 경식도 초음파가 도움이 되리라 생각된다. 또한 과응고증이 동반된 짧은 창자 증후군 환자의 소장 이식 수술 시에는 혈전 탄성 묘사도(thromboelastograph, TEG)가 적절한 혈액 응고 상태 유지에 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

마취 유도에 있어서는 짧은 창자 증후군 환자들의 경우 위장 비움 시간(gastric emptying time)이 연장되어 있는 경우가 종종 있으므로 사전에 환자의 위장 상태를 파악하여 마취 전 위 압박과 충분한 사전 산소화, succinylcholine, rocuronium 등을 이용한 빠른 연속 기도 삽관을 고려해야 하겠다. 마취 유지를 위해 흡입 마취제로 desflurane이 isoflurane에 비해 이식된 장기의 혈류 유지에 보다 적합하고,⁷⁾

아산화 질소는 장관의 팽창과 공기 색전증의 예방을 위해 사용하지 않는 것이 좋으며, 장기의 혈류 유지를 위해 prostaglandin E1을 지속정주하는 것이 도움이 될 수 있다. 소아의 경우성인에 비하여 체중에 비해 높은 체표면적과 체온조절기전의 미숙 등으로 인하여 저체온증이 발생하기 쉽기 때문에 지속적으로 체온을 감시하며 수술실 온도를 높게 유지하고 노출 부위를 최소화하고, 복사열 기구, 가온 담요, 가온된 세척 용액 등을 사용하여 저체온증의 예방에 적극적으로 임해야 한다. 소장 이식 수술의 적절한 수액 공급의 목표는 혈액학적 안정을 유지하면서 장관의 부종을 방지하는 것이라 할 수 있다. 가장 이상적인 수액 조성은 0.9% 생리 식염수와 5% albumin의 50 : 50 비가 적절하다.⁸⁾ 또한 수술 중 지속적인 전해질 검사를 시행하여 적절한 전해질 농도를 유지해야 하며 University of Wisconsin solution (UW solution)과 같은 고칼륨 장기 보존액을 사용하는 경우 재관류 후 고칼륨혈증을 예방하기 위해 공여자 장관의 재관류 전에 혈중 칼륨 수치를 4 mEq/L이하로 유지해야 한다. 본 증례에서 사용한 장기 보존액인 HTK solution의 칼륨 농도가 UW solution과 같은 고칼륨 장기 보존액에 비하여 훨씬 낮으며 본 증례 환자의 재관류 전 혈중 칼륨 농도가 높지 않았기 때문에 재관류 전에 혈중 칼륨 수치를 낮추려는 시도가 필요하지 않았다.

소장 이식 수술은 크게 박리 단계, 혈관 문합 단계, 장관 재건 단계의 3단계로 이루어진다. 박리 단계에서는 공여자의 소장 혈관과의 문합에 쓰이는 수혜자의 신장 하방 대동맥과 상장간막 정맥, 문맥, 또는 신장 하방 하대 정맥의 박리를 하게 된다.⁹⁾ 소장 이식 수혜자들은 이미 이전에 소장 절제 수술 등의 과거력이 있어 심한 유착으로 대량 출혈이 발생할 가능성이 높으며 소아의 경우 성인에 비해 상대적으로 적은 출혈량에도 심혈관계 허탈을 초래할 수 있으므로 수술 전에 미리 혈액을 준비하여야 한다. 따라서 박리 단계에서는 환자의 혈액학적 상태를 면밀히 감시하고 안정적인 혈액학적 상태 유지를 위한 적절한 수액과 혈액 공급이 이루어져야 할 것이다. 적혈구 수혈은 적절한 산소 공급을 유지하고 과도한 혈액 점성을 피하기 위해서 적혈구 용적률(hematocrit)을 28% - 30%로 유지하는 것이 필요 하겠다.¹⁰⁾ 혈관 문합 단계에서는 공여자 장관의 상장간막 동맥과 수혜자의 신장 하방 대동맥간의 문합, 공여자 장관의 상장간막 정맥과 수혜자의 상장간막 정맥, 문맥, 또는 신장 하방 하대 정맥간의 문합이 이루어진다. 따라서 혈관 문합 시기에는 대동맥과 하대 정맥의 교차 검자가 필요하며⁹⁾ 대동맥 교차 검자를 시행함에 따라 요골 동맥의 혈압은 증가하나 대퇴 동맥의 혈압은 감소하고, 하대 정맥을 교차 검자하게 되면 중심 정맥압, 요골 동맥과 대퇴 동맥압이 모두 감소하게 된다. 또한 재관류를 함에 따라 재관류 후 증후군

(postreperfusion syndrome)이 나타날 수 있다. 소아의 경우 신장 허방 대동맥과 하대 정맥 교차 겹자로 인한 활력 징후의 변화가 성인에 비하여 적으나 혈액학적 변화가 심하게 발생하면 활력 징후의 안정적 유지를 위해 필요에 따라 수액 및 승압제를 사용할 수 있겠다. 장관 재건 단계에서는 공여자 소장의 근위부와 수혜자의 공장, 십이지장, 또는 위장을 문합하고, 공여자 소장의 원위부와 수혜자의 회장, 횡행 결장, 하행 결장, 또는 직장을 문합하게 된다. 또한 수술 후 위장 비움 시간의 증가로 인해 위장루를 만들게 되고, 이식 장관의 기능 평가와 거부 반응 감시 등을 위한 조직 검사와 내시경을 시행하기 위해 회장루와 공장루를 만들게 된다.⁹⁾

소장 이식 수술은 감염의 위험을 줄이기 위해 과도한 면역 억제제의 사용을 피하면서 이식 장기의 거부 반응을 줄일 수 있는 적절한 면역 억제를 사용하는 것이 중요하다. 따라서 거부 반응의 조기 발견을 위한 기술 향상 및, 면역 억제제의 발달, 생체 기증자(living donor)에 의한 이식이 증가함에 따른 향상된 조직 적합성, 수술 술기의 발달에 의해 이식 장관의 허혈 시간이 최소화 될 수 있을 것으로 예상되어 앞으로 더 향상된 예후를 기대할 수 있게 되었다.¹¹⁾ 국내에서는 이미 성인에서의 소장 이식술이 증례 보고된 바 있으나¹²⁾ 저자들은 10개월 된 소아의 사례를 경험하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이며 앞으로 소장 이식술이 더 증가할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

1. Lillehei RC, Idezuki Y, Feemster JA, Dietzman RH, Kelly WD, Merkel FK, et al: Transplantation of stomach, intestine, and

pancreas: experimental and clinical observations. *Surgery* 1967; 62: 721-31.

2. Deltz E, Schroeder P, Gundlach M, Hansmann ML, Leimenstoll G: Successful clinical small bowel transplantation. *Transplant Proc* 1990; 22: 2501.

3. Goulet O, Revillon Y, Canioni D, Jan D, Brousse N, Sadoun E, et al: Two and one-half-year follow-up after isolated cadaveric small bowel transplantation in an infant. *Transplant Proc* 1992; 24: 1224-5.

4. Grant D, Wall W, Mimeault R, Zhong R, Ghent C, Garcia B, et al: Successful small-bowel/liver transplantation. *Lancet* 1990; 335: 181-4.

5. Grant D, Abu-Elmagd K, Reyes J, Tzakis A, Langnas A, Fishbein T, et al: 2003 report of the intestine transplant registry: a new era has dawned. *Ann Surg* 2005; 241: 607-13.

6. Planinsic RM: Anesthetic management for small bowel transplantation. *Anesthesiol Clin North America* 2004; 22: 675-85.

7. O'Riordan J, O'Beirne HA, Young Y, Bellamy MC: Effects of desflurane and isoflurane on splanchnic microcirculation during major surgery. *Br J Anaesth* 1997; 78: 95-6.

8. Horstick G, Lauterbach M, Kempf T, Ossendorf M, Kopacz L, Heimann A, et al: Plasma protein loss during surgery: beneficial effects of albumin substitution. *Shock* 2001; 16: 9-14.

9. Abu-Elmagd K, Fung J, Bueno J, Martin D, Madariaga JR, Mazariegos G, et al: Logistics and technique for procurement of intestinal, pancreatic and hepatic grafts from the same donor. *Ann Surg* 2000; 232: 680-7.

10. Czer LS, Shoemaker WC: Optimal hematocrit value in critically ill postoperative patients. *Surg Gynecol Obstet* 1978; 147: 363-8.

11. Fryer JP: Intestinal transplantation: current status. *Gastroenterol Clin North Am* 2007; 36: 145-59.

12. Lee JM, Park CS, Chang HW, Kang SH, Choi JH: Anesthetic management of small bowel transplantation for short bowel syndrome. *Korean J Anesthesiol* 2005; 48: 332-5.