

대장수술 후에 발생한 급성신부전의 위험인자

이혜미 · 황창재 · 김재황* · 김흥대 · 박대팔 · 서일숙 · 송선옥 · 김세연 · 이덕희 · 지대림
영남대학교 의과대학 마취통증의학교실, 외과학교실*

Risk Factors of Acute Renal Failure after Colorectal Surgery

Hae-mi Lee, Chang-jae Hwang, Jaehwang Kim*, Heung-dae Kim, Dae-pal Park,
Il-suk Seo, Sun-ok Song, Sae-yeon Kim, Deuk-hee Lee, Daelim Jee

*Department of Anesthesiology and Pain Medicine and
*Department of Surgery,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea*

—Abstract—

Background : Acute renal failure is one of the leading causes of postoperative morbidity and mortality. The purpose of this study was to determine the risk factors that are associated with acute renal failure after colorectal surgery.

Materials and Methods : Five hundred seventy patients who operated colorectal surgery at the Yeungnam University Medical Center over three years from 2004 to 2006 were enrolled in this study. The effects of gender, age, ASA classification, concomitant disease, surgery type and duration, reoperation, urogenital manipulation, medication, hypotension, hypovolemia, transfusion, and postoperative ventilatory care on the occurrence of acute renal failure after colorectal surgery were studied.

Results : The major risk factors of acute renal failure after colorectal surgery were age of patients ($P=0.003$), ASA classification ($P<0.001$), concomitant disease ($P<0.001$), duration of the time surgery ($P=0.034$), reoperation ($P=0.001$), use of intraoperative diuretics ($P=0.005$), use of postoperative diuretics ($P<0.001$), intraoperative hypotension ($P=0.018$), intraoperative transfusion ($P<0.001$), postoperative transfusion ($P<0.001$), and postoperative ventilatory care ($P=0.001$).

Conclusion : Multiple factors cause synergistic effects on the development of acute renal failure after colorectal surgery. Therefore, efforts to reduce the risk factors associated with acute renal failure are needed. In addition, intensive postoperative care should be provided to all patients.

Key Words: Acute renal failure, Colorectal surgery, Risk factors

서 론

마취와 수술은 대부분의 환자들에게는 크게 문제가 되지 않지만 어느 정도의 신기능 저하를 초래할 수 있다. 그러나 고령이거나 기존 신기능 장애 등 신부전의 위험인자를 가지고 있는 환자의 수술이나 광범위한 수술 후에는 급성신부전의 위험이 매우 높아진다. 일단 급성신부전이 발생하면 단기간의 투석으로 이전 상태로 돌아갈 수도 있으나, 2~3일 간격으로 투석을 받아야 하므로 환자에게 심리적, 신체적 부담을 주게 된다. 더욱이 대개는 만성신부전으로 이환되거나 중환자에 있어서는 사망까지도 초래할 수 있으므로 급성신부전의 고위험군이라고 판단되는 환자에서는 술 전, 술 중, 술 후 모두 세심한 주의가 필요하다.

본원에서 2004년부터 2006년까지 시행한 대장수술 환자의 임상자료를 후향적으로 분석하여 수술 후 발생한 급성신부전의 위험인자를 알아보고자 이 연구를 실시하였다.

대상 및 방법

2004년 1월부터 2006년 12월까지 영남대학교 의과대학 부속병원에서 결장반절제술, 전방절제술, 하위전방절제술, 복회음절제술을 받은 환자 570명의 자료를 후향적으로 조사하였다.

조사한 범주는 환자의 성별, 연령, 미국 마취과 학회 신체등급 분류(ASA), 동반질환, 수술의 종류, 응급 여부, 개복 여부, 수술 시간, 재수술 유무, 비노기과적 조작의 유무, 술 중 및 술 후의 투약, 저혈압 여부, 수액 및 수혈의 정도 그리고 술 후의 기계적 호흡의 유무 등 급성신부전 발생의 위험인자로 생각되는 요인들이었다.

연령은 65세 이상을 고령, 혈압은 수축기 동맥압이 90 mmHg 미만이거나 승압제를 사용한 경우를 저혈압으로 간주하였다. 술 후 데이터는 수술 종료 후 만 24시간 동안의 결과를 기준으로 하였으며, 급성신부전의 정의는 여러 가지 진단기준 중에서 수술과 관련된 여러 요인이 원인이 되어 혈액 투석을 받은 경우만 신부전으로 간주하였다.

얻어진 자료는 SPSS (version 11.0, SPSS Inc, USA)를 이용하여 통계 분석하였고, 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 통계적 방법은 교차분석(χ^2), Fisher's exact test, Mann-Whitney-U test를 사용하였으며, $P < 0.05$ 인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

2004년 1월부터 2006년 12월까지 3년간 영남대학교 의과대학 부속병원에서 대장 수술을

받은 570명의 환자 중 28명에서 급성신부전이 발생하여 4.9%의 유병률을 나타내었다.

성별에 따른 분포를 보면 남자는 337명 중 14명(4.1%), 여자는 233명 중 14명(6.0%)에서 급성신부전이 발생하였으며 $P=0.314$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

연령은 65세 미만 320명 중 8명(2.5%)에서, 65세 이상 250명 중 20명(8%)에서 급성신부전이 발생하였으며 $P=0.003$ 으로 유의한 차이를 나타내었다.

미국 마취과학회 신체등급은 1군 환자 203명 중 4명(2.0%), 2군 환자 318명 중 15명(4.7%), 3군 환자 49명 중 9명(18.4%)에서 급성신부전이 발생하였으며 $P<0.001$ 으로 유의한 차이를 나타내었다.

동반질환에서는 아무 질환이 없는 환자 204명 중 4명(2.0%), 당뇨가 있는 환자 103명 중 8명(7.8%, $P=0.024$), 당뇨를 제외한 신질환이 있는 환자 7명 중 4명(57.1%, $P<0.001$), 폐혈증이 있는 환자 2명 중 1명(50.0%, $P=0.048$), 그 외 폐질환 등 급성신부전의 발생에 크게 영향이 없을 것으로 생각되는 질환을 갖고 있는 환자 254명 중 11명(4.3%, $P=0.157$)에서 급성신부전이 발생하여 아무 질환이 없는 군에 비해 당뇨, 신질환, 폐혈증이 있는 군에서 유의한 차이를 나타내었다.

수술의 종류는 전방절제술 환자 99명 중 6명(6.1%), 하위전방절제술 환자 265명 중 13명(4.9%), 결장반절제술 환자 178명 중 9명(5.1%), 복회음절제술 환자 28명 중 1명(3.6%)에서 급성신부전을 나타내었으며 $P=0.921$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

응급수술의 여부를 보면 응급수술은 34명 중 3명(8.8%), 선택적 수술은 536명 중 25명

(4.7%)에서 급성신부전이 발생하여 $P=0.229$ 로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

개복 여부를 보면 개복술은 489명 중 26명(5.3%), 복강경 수술은 81명 중 2명(2.5%)에서 급성신부전이 발생하여 $P=0.406$ 으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

수술 시간을 비교하여 보았을 때, 총 수술 시간이 4시간 미만인 경우는 228명 중 6명(2.6%), 4시간 이상 5시간 미만인 경우는 204명 중 10명(4.9%), 5시간 이상인 경우는 138명 중 12명(8.7%)에서 급성신부전이 나타났으며, 이는 $P=0.034$ 로 유의한 차이를 나타내었다.

재수술을 했던 경우는 27명 중 6명(22.2%), 하지 않았던 경우는 543명 중 22명(4.1%)에서 급성신부전을 보여 $P=0.001$ 로 유의한 차이를 나타내었다. 따라서 두 번 이상 재수술을 한 경우가 한 번 수술한 환자보다 급성신부전 발생률이 5배 정도 높았다.

수술 중 비뇨기과적 조작이 있었던 경우에는 12명 중 2명(16.7%), 없었던 경우는 558명 중 26명(4.7%)에서 급성신부전을 나타내었으며, $P=0.113$ 으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

술 중 투약 상황에서 비스테로이드성 항염증제제를 투여한 경우는 83명 중 2명(2.4%), 투여하지 않은 경우는 469명 중 26명(5.5%)에서 급성신부전이 생겨 유의한 차이가 없었다($P=0.289$). 술 후 비스테로이드성 항염증제제를 투여한 경우는 97명 중 4명(4.1%), 투여하지 않은 경우는 472명 중 23명(4.9%)에서 급성신부전이 생겨 유의한 차이가 없었다($P=1.000$). 따라서 비스테로이드성 항염증제제는 대장 수술 중 및 술 후 언제 투여하여도 급성신부전 발생과는 관계가 없었다.

Table 1. Risk factors and patients' distribution of acute renal failure after colorectal surgery

Risk factors		N(%)	P value
Sex	Male	14/337 (4.1)	0.314
	Female	14/233 (6.0)	
Age	<65	8/320 (2.5)	0.003
	≥65	20/250 (8)	
ASA	1	4/203 (2.0)	<0.001
	2	15/318 (4.7)	
	3	9/49 (18.4)	
Concomitant disease	No	4/204 (2.0)	<0.001
	DM	8/103 (7.8)	
	Renal disease	4/7 (57.1)	
	Sepsis	1/2 (50.0)	
	Others	11/254 (4.3)	
Type of surgery	AR	6/99 (6.1)	0.921
	LAR	13/265 (4.9)	
	Hemicolectomy	9/178 (5.1)	
	APR	1/28 (3.6)	
	Emergency vs elective	Emergency 3/34 (8.8) Elective 25/536 (4.7)	
Open vs laparoscopic	Open	26/489 (5.3)	0.406
	Laparoscopic	2/81 (2.5)	
Duration of surgery	<4hr	6/228 (2.6)	0.034
	4hr ≤ op < 5hr	10/204 (4.9)	
	≥5hr	12/138 (8.7)	
Reoperation	Yes	6/27 (22.2)	0.001
	No	22/543 (4.1)	
Urologic manipulation	Yes	2/12 (16.7)	0.113
	No	26/558 (4.7)	
Intraoperative NSAIDs	Yes	2/83 (2.4)	0.289
	No	26/469 (5.5)	
Postoperative NSAIDs	Yes	4/97 (4.1)	1.000
	No	23/472 (4.9)	
Intraoperative diuretics	Yes	9/72 (12.5)	0.005
	No	19/497 (3.8)	
Postoperative diuretics	Yes	24/134 (17.9)	<0.001
	No	3/435 (0.7)	
PCA	Butophan	7/236 (3.0)	0.269
	Nubain	21/322 (6.5)	
	Morphin	0/3 (0)	
	No	0/4 (0)	
Intraoperative hypotension	Yes	13/154 (8.4)	0.018
	No	15/416 (3.6)	

Risk factors		N (%)	P value
Postoperative hypotension	Yes	3/19 (15.8)	0.056
	No	24/549 (4.4)	
Intraoperative transfusion	No	11/427 (2.6)	<0.001
	<400 ml	14/130 (10.8)	
	≥400 ml	3/13 (23.1)	
Postoperative transfusion	No	13/458 (2.8)	<0.001
	<400 ml	14/108 (13.0)	
	≥400 ml	0/1 (0)	
Postoperative ventilatory care	Yes	4/10 (40)	0.001
	No	24/560 (4.3)	

ASA; American society of anesthesiologists physical status classification, DM; diabetes mellitus, AR; anterior resection, LAR; low anterior resection, APR; abdominoperineal resection, NSAIDs; non-steroidal antiinflammatory drugs, PCA; patient controlled analgesia

술 중 저용량 도파민이나 라식스 등 이뇨제를 사용한 경우에는 72명 중 9명(12.5%), 사용하지 않은 경우에는 497명 중 19명(3.8%)에서 급성신부전이 생겨 P=0.005로 유의한 차이를 나타내었다. 그리고 술 후에 이뇨제를 사용한 경우에는 134명 중 24명(17.9%), 사용하지 않은 경우에는 435명 중 3명(0.7%)에서 급성신부전이 생겨 P<0.001로 유의한 차이를 나타내었다.

술 후 자가 통증 조절기에 사용한 약제를 보면 Butophan®(Butorphanol, 명문제약)과 Tarasyn®(Ketorolac, 로슈)의 조합을 사용하는 236명 중 7명(3.0%), Nubain®(Nalbuphine, 제일약품)을 사용하는 환자에서는 322명 중 21명(6.5%)에서 급성신부전의 발생이 있었으나, Morphin®(Morphine, 하나제약)을 사용한 환자 3명과 통증치료를 받지 않은 환자 4명에서는 급성신부전이 발생하지 않았다(P=0.269).

술 중 저혈압이 있었던 환자 154명 중 13명(8.4%), 저혈압이 없었던 환자 416명 중 15명(3.6%)에서 급성신부전이 나타났으며(P=0.018), 술 후 저혈압이 있었던 환자 19명 중 3명(15.8

%)에서, 없었던 환자 549명 중 24명(4.4%)에서 급성신부전을 나타내어(P=0.056) 술 중 저혈압에서만 유의한 차이를 나타내었다.

술 중 수혈을 받은 환자들을 비교해 보면, 수혈 받지 않은 환자 427명 중 11명(2.6%)에서, 400 ml 미만의 수혈을 받은 환자 130명 중 14명(10.8%)에서, 400 ml 이상 수혈 받은 환자 13명 중 3명(23.1%)에서 급성신부전이 발생하여 P<0.001의 유의성을 나타내었다. 술 후 수혈을 받은 환자들을 비교해봤을 때 수혈 받지 않은 환자 458명 중 13명(2.8%)에서, 400 ml 미만의 수혈을 받은 환자 108명 중 14(13.0%)명에서 급성신부전이 발생하였고, 400 ml 이상 수혈을 받은 1명(0%)에서는 급성신부전이 발생하지 않아 유의한 차이를 나타내었다(P<0.001).

술 후 기계적 환기를 시행한 경우에는 10명 중 4명(40%)에서, 수술 후 즉시 발관한 경우는 560명 중 24명(4.3%)에서 급성신부전이 발생하여 유의한 차이를 나타내었다(P=0.001). 따라서 수술 후 기계적 환기를 시행한 경우가 즉시 발관한 경우보다 급성신부전 발생률이 현저히 높았다. (Table 1)

고 찰

대장 수술은 그 원인이 암인 경우가 대부분이고 고령 환자가 많아서 환자 개개인이 합병증을 가지고 있는 경우가 많다. 또한 수술의 규모가 커서 제 3공간으로 체액 이동이 많을 뿐 아니라 장 조작 시 부교감신경이 항진되어 저혈압에 노출될 가능성이 크기 때문에 수액과 혈압을 잘 조절하지 않으면 신장 관류가 감소하여 급성신부전의 발생 위험이 높아진다.

급성신부전은 정의가 정해진 바 없어 논문들을 비교하기가 쉽지 않은데, 수술 후 1일 소변량이 400 ml 미만의 뽀노를 보이는 경우, 크레아틴이 0.5 mg/dl 증가하거나 기준치의 50% 이상 증가했을 경우, GFR이 30 ml/min 미만이거나 기준치보다 50% 이상 감소했을 경우, 투석이 필요한 경우 등으로 정의한다.^{1,2)} 이 연구에서는 환자의 의무기록을 토대로 수술 중이나 수술 직후부터 소변량의 감소를 보여 투석을 시행한 경우를 급성신부전이라 정의하였다.

급성신부전의 원인은 여러 가지가 있지만 그 중에서 대장 수술 후 생길 수 있는 위험인자들을 살펴보면 남성, 고령, 미국 마취과학회 신체등급, 당뇨나 신장 질환 등의 동반질환처럼 환자와 관련된 요인과 응급수술, 복강경 수술, 긴 수술시간, 재수술, 비노기과적 조작, 이노제나 비스테로이드성 항염증 제제의 투약, 저혈압, 혈장량 부족, 술 후 기계적 호흡 등 수술에 관련된 요인들이 있다.²⁻⁴⁾

이 중 남성 호르몬인 테스토스테론은 항염증 작용과 혈관 이완 작용을 하는 아산화질소의 유리를 줄여 남성을 급성신부전의 위험에 빠뜨린다는 연구가 있다. 여성호르몬인 에스트로겐은 허혈-재관류 손상을 줄여 신장 질환의

빈도를 줄인다고 하는데, 남성에서는 이런 에스트로겐이 없는 것보다 테스토스테론이 존재하는 것이 신장허혈을 일으키는데 주도적이라고 한다.⁵⁾ 그러나 이 연구에서는 성별에 따른 급성신부전 발생의 차이는 없었는데 이는 환자의 대부분이 중년층 이상이므로 성호르몬의 분비가 왕성하지 않기 때문에 큰 영향을 미치지 않았을 것으로 생각된다.

환자의 나이는 급성신부전의 발생과 예후에 상당한 영향을 미친다고 한다.²⁾ 나이가 많아지면 네프론이 감소하거나 사구체 여과율이 감소하는 등 신장에 구조적, 혈액학적 변화가 일어나게 되고 급격한 혈액학적 변화에 대한 적응력이 떨어진다.⁶⁾ 또한 노인환자는 탈수되어 있는 경우가 많아 질소혈증 발생이 높고, 당뇨 등 신장 기능에 문제를 일으키는 질환들의 발생률이 증가하여 신장의 예비력이 감소되어 있다.⁷⁾ 이 연구에서는 노인복지법에서 제시하는 노인의 정의에 따라 65세 이상을 고령으로 간주하였으며, 결과는 기존의 연구와 일치하였다 (P=0.003).

신장 기능에 영향을 미치는 동반질환은 수술 후 급성신부전의 발생을 가속화시킨다. 특히 패혈증은 급성신부전의 중요한 원인으로,⁸⁾ 전신적으로 동맥혈관이 이완되어 신장에 혈류 공급이 감소하여 신부전이 발생하게 된다.⁴⁾ 또한 신혈류가 감소하면서 급성 세뇨관 괴사가 생기고, 광범위한 항생제를 사용하게 되므로 더욱 신독성을 일으키게 된다. 악성종양이 있는 환자 중 신장암은 물론이고 다른 장기의 암이더라도 종양이 신장이나 요로를 압박하는 경우, 신장 손상을 입히는 항암제를 사용한 경우, 방사선 촬영을 위해 조영제를 많이 쓴 경우, 종양 용해 증후군 등이 생기는 경우에는 급성

신부전의 위험이 증가한다.⁹⁾ 간경화가 있으면 동맥압이 감소하고 신혈관이 수축되어 신혈류가 감소하게 되어 신부전을 일으킬 수도 있다.¹⁰⁾ 그 외 당뇨병, 고혈압, 심부전 등이 수술 후 급성신부전을 가속시킬 수 있는 질환들이다. 이 연구에서는 신장에 큰 영향을 미칠 것으로 생각되는 당뇨, 신질환, 패혈증에 대해 비교하였고 이들 사이에서 유의한 차이를 발견할 수 있었다($P < 0.001$). 당뇨는 오래 이환될 경우 자율신경계 이상을 초래하여 혈압의 심한 변동을 일으켜 신장에 충분한 관류압을 유지시키기 어려울 수 있다. 또한 당뇨병성 신장염으로 진단은 받지 않았지만 진행하고 있는 경우나, 당뇨가 고혈압과 동반하는 경우 안지오텐신 억제제 같은 신독성 있는 약제를 사용한 것 등이 급성신부전의 원인이 될 수 있다고 생각한다. 신질환과 패혈증도 앞에서 설명한 이유로 급성신부전의 위험인자가 될 수 있으나, 이 연구에서는 이환된 정도가 낮아서 신뢰성이 다소 떨어진다고 생각된다.

수술시 과도한 쇠석위 자세는 근육을 누르거나 혈액 공급을 방해하여 부종을 만들게 되는데, 혈관 내 용적이 근육 내 간질로 새어나감으로써 저혈량증을 야기해 급성신부전을 일으킬 수 있고 이 때 유리되는 물질이 신장혈관을 수축시킴으로써 사구체 여과율을 감소시키기도 한다.¹¹⁾ 또한 침착된 마이오글로빈에 의한 세뇨관 폐쇄, 마이오글로빈 자체의 신독성 등도 원인이 될 수 있다.¹²⁾ 이런 황문근 용해 시에는 붉은색이나 갈색 소변이 보이고 혈장 크레아틴 인산 효소가 증가되어 있으면 진단할 수 있는데, 수술 시간이 길어지거나 이환된 근육의 양이 많을 때, 환자의 혈장이 부족한 상태나 산혈증이 동반된 상태라면 발생이 가속화

된다. 대장수술 중에서 결장반절제술, 전방절제술은 복외위에서 수술이 진행되지만 하위전방절제술, 복회음절제술은 쇠석위 자세로 수술이 진행되는데다가 몇몇 환자에서는 수술 중 갈색 소변이 보인 적이 있어 황문근 용해증을 의심해보기도 했지만, 이 연구에서 수술 자세에 따른 급성신부전 발생률에는 유의한 차이가 없었다.

응급수술은 여러 가지 이유로 급성신부전의 위험에 놓이게 된다. 응급수술을 요하는 대장수술은 대개 암으로 장폐색이 되어 천공되거나 사고 등으로 장이 천공되는 경우이다. 이런 경우 장청소가 되지 않아 수술 중 감염의 위험이 증가하고 패혈증의 가능성이 커질 뿐만 아니라 복강내 압력이 증가하게 되어 정맥 환류를 감소시켜 결과적으로 신혈류를 감소시킬 수 있다. 또한 생체징후가 불안정하거나 술 전 충분한 혈장량을 확보하지 못하거나 전해질의 불균형이 교정되지 않은 경우가 많으며 응급실에서 방사선 촬영을 하고 얼마 지나지 않아 수술하게 되므로 조영제가 제거될 만큼 충분한 시간적 여유가 없다. 이 연구에서는 선택적 수술에 비해 응급수술 시 급성신부전의 비율이 높았으나 통계적 의미는 없었다.

복강경 수술처럼 복강내 압력이 가해지는 경우에는 압력에 의해 정맥 환류가 감소하고 신장정맥과 집합관이 눌러 꺾임이 발생하며, 신장 허혈이 일어나면 레닌-안지오텐신-알도스테론 시스템이 가동되어 급성 세뇨관 괴사가 발생하여 신부전이 일어날 수 있다.¹³⁾ 보통 복강내 압력이 25 mmHg 미만이면 소변량이 0.5 ml/kg/hr 이상은 유지된다고 하고, 35 mmHg 이상이면 무뇨가 발생한다고 하는데,¹⁴⁾ 본 연구에서 시행한 수술에서는 복강내 압력이 대개

15 mmHg 정도로 신장맥이 눌릴 정도의 압력은 가해지지 않았기 때문에 통계학적 의의가 없었던 것으로 생각된다.

수술 시간이 증가함에 따라 급성신부전의 발생 빈도가 증가하는 소견을 보였다($P=0.034$). 수술 시간이 증가했다는 것은 수술이 광범위했다거나 유착이 심했다거나 지혈이 되지 않았거나 박리 중 다른 장기를 파열시킨 것 등 여러 가지 상황을 반영한다고 할 수 있다. 수술이 어려워질수록 장 조작이 많아져 제 3공간으로 수분 이동이 많아지면서 수액의 요구가 많아질 수 있고 장의 부종으로 수술 후 복강 내 압력이 올라갈 수도 있으며, 출혈로 인해 혈압이 감소할 수도 있고 수액의 불균형으로 폐부종이 생겨 수술 후 기관내 발관을 하지 못하여 중환자실에서 기계적 호흡을 할 수 있는 이 모든 경우가 급성신부전의 위험을 높일 수 있다.

재수술 또한 신부전의 큰 위험인자 중 하나이다. 본 연구에서 재수술의 대부분의 원인은 수술 후 출혈이 있었던 경우였다. 보통 수술부위 출혈로 재수술을 받는 환자들은 수일동안 출혈량을 지켜보면서 재수술 여부를 결정하게 되는 경우가 많은데, 대개 수술 후 수일 이내이거나 늦어도 2주 이내에 대부분의 재수술이 시행되었다. 이 때 손실된 만큼 수액의 보충이 이뤄지지 못하거나 실혈량을 충분히 보충해주지 못하면 급성신부전의 위험이 증가한다. 대개 재출혈로 수술실에 입실하는 환자들은 탈수로 인해 소변량이 현저히 감소되어 있거나 그로인해 이미 신장이 손상된 경우, 술 중 무리한 수액 보충으로 폐부종이 발생하여 수술 후 발관하지 못하는 경우가 있는데, 회복되지 못한 상태에서 다시 한 번 급성신부전의 위험요소에 노출되는 것이 원인이라고 할 수 있겠다.

대장수술은 부위가 방광 및 요관과 인접해 있어 수술 도중 비뇨기계의 손상을 받을 수 있다. 방광 및 요관에 혈종이 생기거나 혈뇨로 요관이 폐색되면 신후성 신부전이 생길 수 있으며, 폐색이 오랫동안 지속되면 신피질이 얇아지는 등 비가역적인 손상을 입게 된다.¹⁾ 이 연구에서는 12건에서 방광 파열, 요관 절단 등 비뇨기과적 손상이 있었고, 이 때 대부분의 경우에서 시간당 소변량을 정확히 예측하지 못하였다. 비뇨기계의 손상이 있다는 것은 유착이 심했던 경우가 대부분이어서 수술시간이 길어지고 출혈이 많아 수혈을 했거나 장조작이 많아 수액요구량이 증가한 것 등을 의미하므로 수술 시간을 증가시키고 재수술의 위험을 높이는 등 다른 위험인자 노출의 원인이 되었을 것으로 생각했으나, 이 연구에서는 비뇨기과적 조작만으로는 통계적인 의의가 없었다.

비스테로이드성 항염증제제는 신장기능이 정상인 상태에서는 크게 문제가 되지 않으나, 신장 혈류가 줄어든 상황에서는 신혈관을 이완시켜 신혈류를 증가시키는 프로스타글란딘의 유리를 감소시켜 급성신부전을 야기한다.¹⁵⁾ 환자가 다른 급성신부전의 위험인자를 동반하고 있을 경우 그 위험성은 더욱 증가하므로, 그런 경우에는 비스테로이드성 항염증제제를 대체할 수 있는 약제를 사용하는 것도 고려해봐야 한다. 도파민은 아드레날린성 α 및 β 수용체와 도파민 수용체를 자극하여 관류압과 심박출량을 높이며, 신혈관을 이완시켜 소변량을 증가시킴으로써 급성신부전으로의 이행을 막아준다고 생각하여 많은 임상 의사들이 쉽게 사용하고 있다. 그러나 실제로는 도파민이 신장의 혈류를 증가시킨다는 증거는 없으며, 오히려 콩팥세뇨관에 용질의 이동을 증가시켜 산소소모

를 증가시킴으로써 비록 소변량은 증가시킬지라도 크레아틴 청소율은 변함이 없는 등 신장의 기능을 증가시키지는 못한다는 연구도 있다.¹⁶⁾ 그러므로 소변량이 줄어든다고 해서 무분별하게 도파민을 사용하는 것 보다는 모자라는 수액을 보충하거나 동맥압을 증가시켜 관류압을 높이는 시도를 먼저 해본 후 도파민의 사용을 고려해 보는 것이 바람직할 것이다. 이 연구에서는 이노제의 사용이 급성신부전의 발생에 유의한 영향을 미친 것처럼 보이나, 이노제는 보통 기존에 신장질환이 있는 경우나 장시간 관류압의 감소 등으로 인한 췌노 후에 고려하게 되므로 급성신부전의 발생이 이노제만의 결과라고 하기에는 다소 무리가 있어 보인다.

저혈량증에 의한 감소된 심박출량은 췌노의 가장 흔한 원인이다. 신장은 심박출량의 20%를 받으며 신장으로 가는 혈류가 30~60분간 중단되면 급성신부전이 초래된다. 급성신부전이 초래되면 세뇨관 상피의 부종, 세뇨관세포의 괴사, 사구체 상피의 형태학적 변화와 신동맥의 수축 등으로 60~120분의 국소빈혈이 있으면 사구체여과율은 개선되지 않는다고 한다.¹⁷⁾ 술 중 장 조작에 따른 부교감 신경계 활성화에 의한 저혈압도 그 기간이 길어지면 신장의 혈류가 감소되어 같은 결과를 초래한다. 그러므로 적정 동맥압의 유지와 수액의 공급은 신장 혈류 유지에 필수적이라 하겠다. 저혈압의 정의는 논문마다 차이가 있지만 이 연구에서는 편의를 위해 수축기 동맥압이 90 mmHg 미만이거나 승압제를 사용한 경우를 저혈압으로 간주하였지만, 고혈압 환자는 자율조절 기능이 더 높은 혈압에서 정해지므로 위양성이나 위음성의 결과를 배제할 수 없다는 것이 아쉬운 점이다. 수액은 술 전 환자의 혈장 상태가

다 다르고 나이와 몸무게, 출혈 상태에 따라 주입량이 다르므로 비교하기가 어려웠다. 수혈과 급성신부전은 높은 상관관계를 나타내었는데($P < 0.001$), 수혈은 허용량 이상의 실혈이 있어 그만큼 수액 균형을 맞추기 힘들었거나 저혈압의 존재, 수술시간의 연장 등을 시사하고, 저장혈의 저장기간이 길어지면 적혈구 모양에 변형을 초래하여 신장 기능을 감소시키기 때문이라 생각한다.¹⁸⁾

양압 환기는 심박출량을 감소시켜 신장 혈류를 변화시키고 교감신경과 호르몬을 자극하며, 인공호흡기에 의한 폐손상을 일으켜 전신적인 염증 반응의 결과로 급성신부전을 초래할 수도 있다. 그러므로 수술 시간이 길어지거나 수술 후 인공호흡기를 이탈시킬 수 없는 경우에는 신부전의 위험성이 그만큼 증가한다고 말할 수 있다. 그러므로 가능하면 기관내 튜브를 수술 후 즉시 발관할 수 있도록 수술 전반에 걸쳐서 세심한 관심을 기울이는 노력이 필요하다.¹⁹⁾

그 외에 대장 수술 후 급성신부전을 일으킬 수 있는 원인으로는 장창소, 조영제 사용, 저알부민혈증, 폐쇄성 고빌리루빈혈증, 전해질 이상, 항생제 및 항암제, 소변 검사상 이상 소견, 수술 후 통증 등을 들 수 있다.^{3, 4, 20, 21)}

대개 대장 수술 전에는 장을 비우게 되는데, 이 때 많은 양의 수분과 전해질이 소실되므로 적절히 보충을 하지 않으면 수술시 저혈량증이 생겨 신부전을 일으키기도 한다. 특히 장을 비우는 여러 가지 약제들 중에서 인이 많이 들어간 제제는 신장배설에 무리를 줄 수 있기 때문에 더욱더 조심을 해야 한다.²⁰⁾

보통 대장의 질환을 검사하기 위해서는 방사선 촬영을 하게 되는데, 촬영시 사용하는 방

사선 조영제도 빈도는 낮으나 신부전을 일으킬 수 있다고 한다. 보통 조영제 투여 후 48시간 내 발생한다고 하는데, 신장 수질의 혈류가 피질로 전환되면서 수질 상피세포의 괴사, 저산소증이 하나의 원인이 될 수 있고, 그 외에 조영제가 신장 혈관을 수축시키는 인자를 많이 유리시키고 이완시키는 인자의 유리를 줄이는 혈액학적 변화를 일으키기 때문이라고 한다. 급성신부전의 발생 정도는 삼투압과 사용된 양이 관계가 있는데, 등장성보다 저장성이, 그보다 고장성 제제가 급성신부전이 위험이 높다고 하고, 사용된 양이 많을수록 더 위험하다고 한다.^{21, 22)} 이 연구에서는 응급 수술을 제외하고는 방사선 촬영과 수술 사이 간격이 보통 1주일 이상이어서 조영제가 체내에서 제거될 충분한 시간이 지났다고 생각이 되고, 응급 수술이었다 하더라도 급성신부전 발생과는 통계학적으로 의의가 없었다.

이상에서 살펴보았듯이 전신마취 자체가 전신 혈관 저항과 혈압을 낮추어 신혈류를 감소시키기도 하지만,¹⁾ 급성신부전의 원인은 어느 한 가지라고 하기 보다는 위험인자에 얼마나 노출되어 있는가가 결정하는 것 같고, 그 원인들이 모여서 상승효과를 내는 것 같다. 그러므로 수술 전부터 많은 위험에 노출된 환자는 수술 중 더 적극적인 감시가 필요하다 하겠다. 수술 중 적절한 수액 공급, 저혈압에 적극적으로 대처, 수술 후 기계적 환기의 빈도 감소, 분별있는 이노제 사용, 회복실에서의 책임 있는 관리와 수술 후 통증 조절 등은 마취과 의사로서 할 수 있는 급성신부전을 줄일 수 있는 노력이다. 외과의 또한 수술만큼이나 수술 후 환자의 전반적인 환자 감시에 좀 더 신경을 써야한다고 생각한다. 각자가 자신의 업무에 충실하고 서로

간의 의사소통이 잘 이루어지면 급성신부전이라는 치명적인 결과를 조금은 줄일 수 있을 것이다.

요 약

연구 배경 : 급성 신부전은 술 후 발생할 수 있는 합병증 중에서 사망률에 큰 영향을 줄 수 있으므로 이 연구를 통해 위험인자를 알아보려 한다.

재료 및 방법 : 2004년 1월부터 2006년 12월까지 3년간 영남대학교 의과대학 부속병원에서 대장 수술을 받은 570명의 환자들을 대상으로 하였다. 환자들의 성별과 연령, 미국 마취과학회 신체등급, 동반질환, 수술의 종류, 응급수술의 여부, 수술 시간, 재수술의 여부, 술 중의 투약 상황, 술 후에 자가 통증 조절기에 사용한 약제, 술 중에 저혈압의 유무, 수혈 여부, 술 후 기계적 환기를 시행한 경우를 비교하였다.

결과 : 비교 결과에서 성별과 수술의 종류, 응급 수술의 여부, 개복여부 등에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면 환자의 나이와 수술 시간, 재수술의 여부, 술중에 이노제 등을 사용한 경우, 술 중에 저혈압의 유무, 술 후에 기계적 환기를 시행한 경우 등에는 유의한 차이를 보였다.

결론 : 이상의 결과로 급성신부전의 원인은 어느 한 가지라고 하기 보다는 위험인자에 얼마나 노출되어 있는가가 결정하는 것 같고, 그 원인들이 모여서 상승효과를 내는 것 같다. 그러므로 수술 전부터 많은 위험에 노출된 환자는 수술 중 더 적극적인 감시를 시행하여 수술 후의 합병증 발생을 줄이는 노력을 기울여야 하겠다.

참 고 문 헌

1. Wagener G, Brentjens TE. Renal disease: the anesthesiologist's perspective. *Anesthesiol Clin* 2006 Sep;24(3):523-47.
2. Cho H, Lim HJ, Chang SH, Kim NS, Lee KS. A clinical evaluation of postoperative acute renal failure. *Korean J Anesthesiol* 1995 Mar; 28(3):447-55.
3. Leblanc M, Kellum JA, Gibney RT, Lieberthal W, Tumlin J, Mehta R. Risk factors for acute renal failure: inherent and modifiable risks. *Curr Opin Crit Care* 2005 Dec;11(6):533-6.
4. Silva Junior GB, Daher Ede F, Mota RM, Menezes FA. Risk factors for death among critically ill patients with acute renal failure. *Sao Paulo Med J* 2006 Sep;124(5):257-63.
5. Park KM, Kim JI, Ahn Y, Bonventre AJ, Bonventre JV. Testosterone is responsible for enhanced susceptibility of males to ischemic renal injury. *J Biol Chem* 2004 Dec;279(50): 52282-92.
6. Bahar I, Akgul A, Ozatik MA, Vural KM, Demirbag AE, Boran M, et al. Acute renal failure following open heart surgery: risk factors and prognosis. *Perfusion* 2005 Oct;20 (6):317-22.
7. Kohli HS, Bhat A, Aravindan, Sud K, Jha V, Gupta KL, et al. Spectrum of renal failure in elderly patients. *Int Urol Nephrol* 2006Jan;38 (3-4):759-65.
8. Langenberg C, Bellomo R, May C, Wan L, Egi M, Morgera S. Renal blood flow in sepsis. *Crit Care* 2005 Aug;9(4):R363-74.
9. Lameire NH, Flombaum CD, Moreau D, Ronco C. Acute renal failure in cancer patients. *Ann Med* 2005;37(1):13-25.
10. Moreau R, Lebrec D. Diagnosis and treatment of acute renal failure in patients with cirrhosis. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2007Oct;21 (1):111-23.
11. Gabrielli A, Caruso L. Postoperative acute renal failure secondary to rhabdomyolysis from exaggerated lithotomy position. *J Clin Anesth* 1999 May;11(3):257-63.
12. Lee JH, Baek S, Ha SH, Kang IG, Lee SJ. Acute renal failure due to rhabdomyolysis following laparoscopic cholecystectomy in a post-thyroidectomy patient. *Korean J Anesthesiol* 2004 Nov;47(05):755-8.
13. Walker J, Criddle LM. Pathophysiology and management of abdominal compartment syndrome. *Am J Crit Care* 2003 Jul;12(4):367-71.
14. McNelis J, Marini CP, Simms HH. Abdominal compartment syndrome: clinical manifestations and predictive factors. *Curr Opin Crit Care* 2003 Apr;9(2):133-6.
15. Ejaz P, Bhojani K, Joshi VR. NSAIDs and kidney. *J Assoc Physicians India* 2004 Aug;52: 632-40.
16. Schenarts PJ, Sagraves SG, Bard MR, Toschlog EA, Goettler CE, Newell MA, et al. Low-dose dopamine: a physiologically based review. *Curr Surg* 2006 May-Jun;63(3):219-25.
17. Han YM. A Case of acute renal failure due to Massive Blood Loss during Gastrectomy. *Korean J Anesthesiol* 1988 Dec;21(6):1011-4.
18. Basran S, Frumento RJ, Cohen A, Lee S, Du Y, Nishanian E, et al. The association between duration of storage of transfused red blood cells and morbidity and mortality after reoperative cardiac surgery. *Anesth Analg* 2006 Jul; 103(1):15-20.
19. Pannu N, Mehta RL. Effect of mechanical ventilation on the kidney. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2004 Mar;18(1):189-203.
20. Rose M, Karlstadt RG, Walker K. Renal failure following bowel cleansing with a sodium phosphate purgative. *Nephrol Dial Transplant*

- 2005Jul;20:1518-9.
21. Shereif H. Rezkalla. Contrast Nephropathy. Clin Med Res 2003Oct;1:301-4.
22. Goldenberg I, Matetzky S. Nephropathy induced by contrast media: pathogenesis, risk factors and preventive strategies. CMAJ 2005May;172(11):1461-71.