

## 선택 대장절제술에서 Polyethylene Glycol과 Sodium Phosphate의 장세정 효과에 대한 전향적 비교 연구

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 외과학교실, <sup>1</sup>국민건강보험공단 일산병원

윤 성 현 · 강 중 구<sup>1</sup>

### Mechanical Bowel Preparation for Elective Colorectal Surgery: A Prospective Randomized Study Comparing Polyethylene Glycol and Sodium Phosphate Oral Lavage Solutions

Seong Hyeon Yun, M.D., Jung Gu Kang, M.D.<sup>1</sup>

Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea, <sup>1</sup>Department of Surgery, National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital, Goyang, Korea

**Purpose:** This study was undertaken to determine whether a mechanical bowel preparation with 90 ml of sodium phosphate (NaP) solution (Group II) increased the acceptability of bowel preparation and reduced discomfort compared with 2 liters of polyethylene glycol (PEG) combined with a bisacodyl 20 mg (Group I).

**Methods:** We conducted a prospective, randomized, single-blinded study. Forty-four patients undergoing elective colorectal surgery in the National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital from March 2002 to November 2002 were included in this study. We assessed the patients' tolerance and cleansing ability, as well as the surgeon's satisfaction, by using a structured questionnaire. Postoperative complications were also evaluated.

**Results:** Patient tolerance to NaP was higher than it was to PEG (P=0.034). The cleansing ability and the surgeon's satisfaction were not different between the two groups (P=0.217, P=0.349). There is no significant postoperative complication except for 1 case of wound infection in both group.

**Conclusions:** Both oral solutions proved to be equally effective and safe. However, patient tolerance to the small volume of NaP demonstrated a clear advantage over the traditional PEG solution. *J Korean Soc Coloproctol* 2004; 20:27-31

**Key Words:** Mechanical bowel preparation, Polyethylene glycols, Sodium phosphate, Colorectal surgery, Preoperative care

수술전처치, 비교연구, 폴리에틸렌글리콜, 인산염, 결장직장수술

### 서 론

1950년대부터 선택 대장절제술에서 수술 전 대장 전처치는 대장 내 잔변을 제거하고 세균수를 줄일 목적으로 시행하고 있다. 대장경 검사나 선택 대장절제술을 시행하기 이전의 대장 전처치는 대장직장 수술 후 패혈증, 창상감염, 복강 내 감염 및 문합부 누출 등의 합병증을 감소시키는 데 그 목적이 있고 오늘날까지도 대장항문수술의 한 표준 치료법으로 자리 잡고 있다.<sup>1,2</sup>

대변을 건조한 중량의 1/3이 장내 세균일 정도로 대장 내에는 세균이 많아서, 수술 전 대장 처치로 기계적 세척과 화학적 전처치를 병용함으로써 수술 후 합병증을 줄일 수 있다고 알려져 있다.<sup>3,4</sup> 기계적 장세척 방법으로는 많은 것들이 소개되었는데 같은 효과라면 합병증이 적으면서 환자가 잘 견딜 수 있는 방법이 이상적인 방법이라 할 수 있다. 최근에는 PEG (polyethylene glycol) 4리터를 이용한 1일 장세척 방법이 임상에서 널리 사용되고 있다.<sup>5</sup> 그러나 PEG 4 리터는 복용량이 많아 환자에게 많은 부담을 주며, 특히 노인들에게 많은 부담이 되고 있다.

조 등<sup>6</sup>은 PEG 4리터를 복용한 군과 PEG 2리터와 bisacodyl 20 mg을 투여한 군에서 대장 정결효과는 두 군 간에 큰 변화가 없는 반면에 환자가 복용 시에 느끼는 불편감은 PEG 2리터 군에서 현저하게 줄어들었음을 보고한 바 있다. 그러나 PEG 2리터 역시 기존의 4리터를 절반으로 줄였다고는 하나 상당히 많은 양이

책임저자: 윤성현, 서울시 강남구 일원본동 50  
성균관대 삼성서울병원 외과(우편번호: 135-710)  
Tel: 02-3410-3477, 6546 Fax: 02-3410-0040  
E-mail: shyun@smc.samsung.co.kr

어서 환자의 불편감은 어느 정도 남아 있을 것으로 생각한다.

최근에는 인산나트륨을 기본으로 한 용액이 도입되어 복용량을 한층 줄일 수 있기 때문에 구미 각국에서는 대장내시경의 전처치 약제로 선택하고 있다.<sup>7</sup>

따라서 이 연구는 대장 전 처치방법으로 널리 사용되고 있는 PEG 2리터와 bisacodyl 20 mg을 이용한 전처치한 군과 인산나트륨 90 ml로 전처치한 군을 비교하여 환자의 불편함 및 대장 세척의 효과, 수술 후 합병증 여부 등을 평가하고자 하였다.

방 법

2002년 3월 15일부터 2002년 11월 30일까지 국민건강보험공단 일산병원 외과에서 선택 대장-직장 절제술을 시행 받은 44명의 환자를 대상으로 성별, 연령, 수술부위에 관계없이 수술 요일에 따라 대장 전 처치방법을 무작위 확률할당(random assignment)방법을 이용하여 결정하였다. 또한 모든 환자의 장폐쇄 여부는 대장내시경의 통과여부로 결정하였고, 내시경이 통과하지 못할 정도로 내장이 좁아져 있는 병변이 있는 환자, 장폐쇄로 인한 증상이 있는 환자, 생화학적 검사에서 이상이 있는 환자는 본 연구에서 제외하였다(Table 1). 모든 환자들은 수술 1일 전부터 맑은 유동식을 섭취하도록 하였다. 제1군은 수술 1일 전 오전 11시 Bisacodyl 20 mg을 복용하고 오후 2시부터 PEG 2리터를 2시간 동안 복용하였다. 제2군은 NaP (Sodium Phosphate) 45 ml를 90 ml의 물에 희석하여 오후 3시와 9시에 각각 복용토록 하고 취침 전까지 3컵 정도의 음료수를 더 마시도록 하였다. 모든 환자들은 수술 1시간 전에 제2세대 Cephalosporine 1 gm과 Metronidazole 500 mg을 정맥을 통하여 주사하였다. 또한 수술 후에는 제2세대 Cephalosporine 1 gm을 하루에 두 번,

Table 1. Exclusion criteria

Failure to pass the colonoscopy
Symptomatic obstruction
Symptomatic congestive heart failure
Ascites
Seizure
Serum creatinine >2 mg/dl
Serum phosphate >4.4 mg/dl
Serum calcium <8.4 mg/dl

Metronidazole 500 mg을 하루에 3번 각각 3일씩 정맥을 통하여 주사하였다.

대장 전 처치를 받은 환자가 수술을 받기 전에 장세척 시의 불편함의 정도를 5점 척도로 정하였다. 아무런 불편함이 없는 경우는 없음(none: 0점), 약간(slightly bothersome: 1점), 중간(definitely bothersome: 2점), 매우 괴로움(very bothersome: 3점), 견디지 못할 정도로 괴로움(distressing: 4점)으로 조사하였으며 이를 다시 견딜 수 있음(tolerable: 0~2점), 못 견딤(intolerable: 3~4점)으로 나누어 환자의 견딤성(tolerance)을 분석하였다. 환자가 느끼는 불편감으로는 마시기 어려움, 수면 실패, 피로감, 복부팽만감, 복통, 오심, 구토, 무력감, 흉통, 배고픔 통증, 오한, 복용완료 성취도 등 12항목을 수술 전에 조사하여 전혀 없음(none: 0점), 조금 있음(slightly bothersome: 1점), 불편함(definitely bothersome: 2점), 견디기 어려움(very bothersome: 3점)으로 점수를 매겼다. 또한 집도의를 대상으로도 수술 시 대장의 청결상태, 집도의의 만족도를 구조화된 설문지를 이용하여 조사하였다.

집도의를 환자의 대장 전 처치방법을 모르는 상태에서 수술에 임하도록 하였으며, 수술 시 대장의 청결상태는 집도의를의 시진과 촉진에 의하여 1) 대장이 비어 있고 가스가 별로 없는 경우, 2) 대변은 없으나 가스가 찬 경우, 3) 액상대변이 있는 경우, 4) 덩어리진 대변이 있는 경우, 5) 대량의 고형대변이 있는 경우로 표시하

Table 2. Patients' characteristics and surgical procedures

Variables	Group I (n=23)	Group II (n=21)
Age (mean±SD*)	56.6±12.7	60.1±11.5
Gender (M/F)	13/10	11/10
Indications for surgery		
Malignancy	20	19
IBD <sup>†</sup>	1	0
Others	2	2
Operative procedures		
APR <sup>‡</sup>	1	1
LAR <sup>§</sup>	9	11
AR <sup>  </sup>	4	5
Rt. colectomy	6	3
Others	3	1

\*SD = standard deviation; <sup>†</sup> IBD = inflammatory bowel disease; <sup>‡</sup> APR = abdominoperineal resection; <sup>§</sup> LAR = low anterior resection; <sup>||</sup> AR = anterior resection.

**Table 3.** Comparison of mean scores ( $\pm$ SD\*) of various parameters evaluated in the study

Side effect	Group I (n=23)	Group II (n=21)	P values
Trouble drinking	1.52 $\pm$ 0.13	1.39 $\pm$ 0.14	<0.001
Sleep loss	1.33 $\pm$ 0.12	1.36 $\pm$ 0.13	NS <sup>†</sup>
Fatigue	1.02 $\pm$ 0.11	1.03 $\pm$ 0.12	NS
Abdominal fullness or bloating	1.42 $\pm$ 0.09	1.02 $\pm$ 0.09	<0.001
Abdominal cramps or pain	1.51 $\pm$ 0.09	1.12 $\pm$ 0.13	<0.001
Nausea	1.45 $\pm$ 0.14	1.43 $\pm$ 0.13	NS
Vomiting	1.49 $\pm$ 0.13	1.51 $\pm$ 0.16	NS
Weakness	0.97 $\pm$ 0.08	1.09 $\pm$ 0.11	NS
Chest pain	0.37 $\pm$ 0.03	0.45 $\pm$ 0.04	NS
Hunger pains	0.92 $\pm$ 0.08	0.84 $\pm$ 0.09	NS
Chills	1.21 $\pm$ 0.11	1.37 $\pm$ 0.13	NS
Ease of completion of drinking	1.52 $\pm$ 0.13	1.40 $\pm$ 0.12	<0.001

\*SD = standard deviation; <sup>†</sup> NS = not significant.

였으며, 이를 다시 허용가능(가스, 맑은 액체, 액상변)과 허용불가(고형변, 대량의 고형변)로 재분류하였다. 집도의 만족도는 대장의 세척상태에 따라 수술이 용이한 정도에 따라 1) 매우 좋음(excellent), 2) 좋음(good), 3) 보통(fair), 4) 나쁨(poor)의 네 단계로 점수를 매기도록 하여 수술실에서 집도의가 직접 기록하게 하였으며 다시 허용가능(매우 좋음, 좋음)과 허용불가(보통, 나쁨)로 각각 재분류하였다. 재원기간 중에 수술로 인하여 발생한 창상감염, 창상 파열, 복강내 농양, 문합부 누출 등을 확인하여 수술 후 합병증 유무를 평가하였다.

대장 전 처치의 종류에 따라 환자가 느끼는 불편함의 정도를 점수화한 항목의 분석은 paired t-test를 이용하였으며 수술 시 대장의 청결상태, 집도의의 만족도는 chi-square 검증을 이용하여 분석하였다. 모든 분석은 SPSS 통계패키지를 이용하였다.

## 결 과

연구 대상의 연령은 제1군이 평균 56.6세였으며, 제2군은 60.1세였으며, 성별은 제1군이 남자 13명, 여자 10명, 제2군은 남자 11명, 여자 10명이었다. 연령과 성별은 두 집단이 서로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(P=0.2, P=0.5).

**Table 4.** Comparison of patients' tolerance, cleansing ability and surgeon's satisfaction between Group I and Group II

	Group I (n=23)	Group II (n=21)	P value
Patients' tolerance			
Tolerable	14	18	0.034
Intolerable	9	3	
Cleansing ability			
Acceptable	18	19	0.217
Not acceptable	5	2	
Surgeon's satisfaction			
Acceptable	20	19	0.349
Not acceptable	3	2	

대장 전 처치의 적응증으로는 악성 종양이 제1군에서는 20예(86.9%), 제2군에서 19예(90.5%)로 많은 비중을 차지하였다. 그 외 염증성대장염으로는 크론병 1예, 대장계실천공의 의한 대장농양이 1예 있었다. 수술방법으로는 저위전방 절제술이 제1군에서 9예(39.1%), 제2군에서 11예(52.4%)로 두 군 모두에서 가장 높은 빈도를 보였다(Table 2).

오심과 구토, 무력감, 수면실패를 호소한 경우는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 마시기 힘들, 복부팽만감, 복통은 제2군이 제1군보다 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다. 또 성공적인 복용완료도 제2군에서 유의하게 높게 나타났다(Table 3).

환자의 견딜성은 제2군(NaF)이 1군(PEG)보다 유의하게 불편감이 적었다(Table 4)(P=0.034).

대장의 청결상태와 집도의의 만족도는 두 집단이 서로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

수술 후 합병증은 제1군과 제2군에서 창상감염이 각각 1예씩 있었으며 다른 중대한 합병증은 없었다.

## 고 찰

장관 내의 대변의 유무가 문합부파열 및 누출에 영향을 준다고 하며 남아있는 대변이 문합부주위에 감염을 일으키거나 부분적인 허혈, 또는 압력으로 작용하면서 이러한 합병증을 일으키는 것으로 알려져 있다.<sup>12</sup> 이러한 기계적인 장세척을 화학적 전처치와 병행할 경우 수술 후 합병증을 20%에서 7%로 더욱 줄일 수 있었다는 보고가 있다.<sup>8,9</sup> 이러한 이유로 선택 대장 직장 절제술을 시행할 환자에게 사용되는 수술 전 기계적 장세척은 필수적인 방법으로 널리 이용되어 왔

다. 1973년 Hewitt 등<sup>10</sup>은 전장 세척법(whole gut irrigation)을 소개하였다. 이것은 평형 염분액(balanced salt solution)을 약 4시간 동안 비위관을 통하여 약 10~14리터를 주입하는 방법이다. 하지만 심폐기능 및 신장 장애가 있는 환자와 고령 환자에게 적용하기 어려운 점이 있기 때문에 현재는 잘 사용하지 않고 있다. 이상적인 수술 전 대장 전 처치 방법은 빠르고 안전하며 효과적이면서도 저렴하며 환자에게 불편을 적게 주는 방법이어야 할 것이다. 현재까지는 1980년에 Davis 등<sup>11</sup>이 제안한 용액이 가장 널리 사용되고 있다. 이것은 평형용액(balanced solution) 내 PEG (polyethylene glycol) 3,350 mmol/L을 함유한 것으로 여러 전해질 등이 포함되어 있고 삼투압은 280 Osm, pH 5.5~7.5이다. 이 용액은 삼투성 하제로 세균의 배양지가 될 수 없어 수술 후 감염의 위험이 적으며 탈수 및 전해질 불균형 등의 부작용도 매우 적다는 장점을 가지며, 약 90% 이상의 환자에서 좋은 장세척효과를 보이는 것으로 보고되고 있어 많은 외과 의사들이 선호하고 있다.<sup>12,13</sup>

그러나 PEG를 이용한 세척을 위해서는 4시간 동안 4리터의 용액을 섭취해야 하며, 짠맛으로 인하여 다량을 마시기 불편하여 전량을 섭취하기 힘든 경우가 종종 있어서 비위관을 통해서 주입하기도 한다.<sup>14,15</sup> 또한 대부분의 환자들이 오심, 구토, 복통 등의 증상을 호소한다. 1990년에는 이러한 부작용 때문에 Vanner 등<sup>16</sup>은 소량으로 장세척이 가능한 NaP (sodium phosphate)을 이용하는 새로운 장세척 방법을 시도하여 PEG를 복용한 환자들의 31%만이 다 마실 수 있었던 반면에 NaP를 복용한 환자는 85% 이상에서 별 불편감 없이 복용할 수 있다고 보고하였다. 이러한 PEG 복용 시의 불편감은 많은 양을 복용하기 때문이라고 하여 PEG 4리터군과 PEG 2리터와 Bisacodyl 복용군을 비교분석한 연구들이 있으며 두 군 간에 장세척 및 외과의의 만족도에는 차이가 없으면서 환자의 불편감을 줄였다고 보고하고 있다.<sup>6,15</sup> 또 Cohen 등<sup>7</sup>이 내시경 시행 전 PEG, 무황산 PEG, 인산나트륨으로 환자를 전처치하는 전향적 연구를 시행하였는데 전체 422명의 환자 중 NaP군은 100% 하제를 복용하였고, PEG군과 무황산 PEG군은 각각 19, 35%만이 하제를 완전히 복용할 수 있었다고 하여 NaP군이 유의하게 불편감이 낮았다고 보고하였다. 국내에서도 조 등<sup>17</sup>이 내시경의 전처치로 PEG 2리터와 인산나트륨을 비교한 연구를 한 바 있는데 대장의 청결 정도는 통계적으로 유의하지는 않았으나 인산나트륨군이 더 우수한 경향을 보였으며 두 종류의 용액을 모두 경험한 25예의 환자 중 19명(76%)에서

인산나트륨 용액이 양이 적어 복용하기 쉬웠다고 보고하였다. Oliveira 등<sup>18</sup>은 수술 전 장세척 방법으로 PEG 4리터군과 인산나트륨 90 ml군을 비교하였을 때 장세척의 효과와 감염 및 문합부 누출 등의 합병증의 발생 빈도는 두 군에서 통계적으로 차이가 없다고 보고하였다. 각 군에서 같은 방법의 장세척을 다시 하겠다는 것에 대한 질문에 PEG군의 25%의 환자만이 다시 하겠다고 하였고 인산나트륨군의 65% 환자가 다시 하겠다고 반응한 결과는 PEG군의 환자가 더욱 힘들어한다는 것을 시사해주는 소견이다. 이 연구에서도 하제복용 시의 복부팽만감이나 복통은 PEG군에 비해 인산나트륨군에서 유의하게 적게 나타났다. 오심, 구토는 별 차이가 없는 것으로 나타났는데 통상적으로 복용하는 PEG 용량을 4리터에서 2리터로 줄여서 복용하도록 했기 때문에 환자의 불편감이 상대적으로 줄어들어 적어 NaP군과는 차이가 나지 않는 것으로 생각된다.

이 연구에서도 환자가 느끼는 견딜성(tolerance)은 제2군(NaP)이 제1군(PEG)보다 유의하게 환자의 불편함이 적었으며 수술 시 대장의 청결상태와 집도의의 만족도는 두 집단이 서로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났는데 이는 Oliveira 등<sup>18</sup>의 보고와 유사한 결과이다.

조 등<sup>6</sup>의 연구에서 대장 전 처치 방법에 관계없이 폐쇄성 병변이 있는 군과 폐쇄성 병변이 없는 군으로 비교하였을 때, 대장 청소 효과 및 집도의의 만족도가 폐쇄성 병변이 없는 군에서 excellent가 55예(82.1%)로 높은 빈도를 나타낸 반면 폐쇄성 병변이 있는 군에서는 excellent가 3예(23.1%)에 불과하여 두 군에서 통계학적으로 차이가 있었으며, 폐쇄성 병변이 없는 군에서 집도의의 만족도와 대장 청결 상태가 높았다고 보고하고 있다. 이 연구에서는 폐쇄성 병변은 제외하였지만 대장내시경이 통과하지 않을 정도의 장폐쇄성 병변이 있다면 어떤 방법을 쓰더라도 대장의 청결상태는 좋지 않을 것으로 생각된다.

NaP의 장점에도 불구하고 몇 가지 단점들이 보고되고 있다. 고인산혈증은 잘 알려진 합병증의 하나이며 용량에 직접적으로 비례하여 나타난다고 한다.<sup>19,20</sup> Oliveira 등<sup>18</sup>의 연구에 따르면 통상적인 용량인 NaP 90 ml에서는 처치 전 초기에 저칼슘혈증이나 고인산혈증이 있었던 경우가 아니면 증상을 유발할 정도의 전해질 이상은 나타나지 않는 것으로 보고되고 있다. Afridi 등<sup>20</sup>, Aradhye 등<sup>21</sup>의 보고에 따르면 NaP 전처치는 신기능 이상, 울혈성 심부전, 복수, 선천성 거대결장증에서는 금기하는 것이 좋다고 보고하고 있다. Gupta 등<sup>22</sup>은 또한 이노제, 디지탈리스, 다른 약을 투약

하고 있는 경우는 저칼륨혈증이 동반되어 있는 경우가 많으므로 NaP 투여 시 부정맥이 발생할 수 있으며, 이 외에 환자의 예후에 영향을 줄 만한 다른 치명적인 합병증은 없는 것으로 보고하고 있다. 본 연구에서는 PEG군과 NaP에서 수술 후 합병증은 창상감염 이외의 뚜렷한 합병증은 없었다.

## 결 론

이 연구 결과로 보아 NaP의 사용이 PEG와 동등한 대장세척 효과와 외과의의 만족도를 보이는 반면 중대한 합병증 없이 환자들이 느끼는 불편감을 현저하게 낮출 수 있으므로 NaP를 이용한 대장세척은 선택 대장절제술의 효과적인 대장전처리 방법이라고 생각한다.

## REFERENCES

1. Gottrup F, Diederich P, Sorensen K, Nielsen SV, Ornholt J, Brandsborg O. Prophylaxis with whole gut irrigation and antimicrobials in colorectal surgery: A prospective, randomized double-blind clinical trial. *Am J Surg* 1985; 149:317-22.
2. Wexner SD, Beck DE. Sepsis prevention in colorectal surgery. In: Fielding LP, Goldberg SM, editors. *Surgery of the colon, rectum and anus*. 5th ed. London: Butterworth-Heinemann; 1993. p. 41-6.
3. Ludwig KA, Cordon RE. Preoperative bowel preparation. In: Cameron JL, editor. *Current surgical therapy*. 4th ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 1992. p. 213-6.
4. Barlett JG, Cordon RE, Gorbach SL, Clarke JS, Nichols RL, Ochi S. Veterans Administration cooperative study on bowel preparation for elective colorectal operations: impact of oral antibiotic regimen on colonic flora, wound irrigation cultures and bacteriology of septic complications. *Ann Surg* 1978;188:249-54.
5. Rolandelli R, Roslyn JJ. Intestinal antisepsis. In: Sabiston DC, Lyerly HK, editors. *Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical practice*. 15th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1997. p. 979-82.
6. 조신일, 윤성현, 박재균, 김남규, 손승국, 민진식. 계획대장절제술에서 수술 전 대장 전처리 방법의 효과에 대한 전향적 비교연구. *대한대장항문학회지* 2000;16:383-7.
7. Cohen SM, Wexner SD, Binderow SR, Noguera JJ, Daniel N, Ehrenpreis ED, et al. Prospective, randomized endoscopic-blinded trial comparing precolonoscopy bowel cleansing methods. *Dis Colon Rectum* 1994;37:689-96.
8. Hares MM, Alexander-Williams J. The effect of bowel preparation on colonic surgery. *World J Surg* 1982;6: 175-81.
9. Keighley MR, Arabi Y, Alexander-Williams J, Youngs D, Burdon DW. Comparison between systemic and oral antimicrobial prophylaxis in colorectal surgery. *Lancet* 1979;1:894-7.
10. Hewitt J, Reeve J, Rigby J, Cox AG. Whole-gut irrigation in preparation for large-bowel surgery. *Lancet* 1973;2:337-40.
11. Davis GR, Santa Ana CA, Morawski SG, Fordtran JS. Development of a lavage solution associated with minimal water and electrolyte absorption or secretion. *Gastroenterology* 1980;78:991-5.
12. Solla JA, Rothenberger DA. Preoperative bowel preparation: a survey of colon and rectal surgeons. *Dis Colon Rectum* 1990;33:154-9.
13. Beck DE, Fazio VW. Current preoperative bowel cleansing methods: Results of a survey. *Dis Colon Rectum* 1990; 33:12-5.
14. Downing R, Dorricott NJ, Keighley MR, Oates GD, Alexander-Williams J. Whole gut irrigation: a survey of patient opinion. *Br J Surg* 1979;66:201-2.
15. Grundel K, Schwenk W, Bohm B, Muller JM. Improvements in mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. *Dis Colon Rectum* 1997;40:1348-52.
16. Vanner SJ, MacDonald PH, Paterson WG, Prentice RS, Da Costa LR, Beck IT. A randomized prospective trial comparing oral sodium phosphate with standard polyethylene glycol-based lavage solution (Golytely) in the preparation of patients for colonoscopy. *Am J Gastroenterol* 1990;85:422-7.
17. 조향준, 강윤식, 김태수, 정승용, 김도선, 이두한. 대장내시경 전처리: 경구 Sodium Phosphate와 Polyethylene Glycol 용액의 비교분석. *대한대장항문학회지* 1997;13: 223-8.
18. Oliveira L, Wexner SD, Daniel N, DeMarta D, Weiss EG, Noguera JJ, et al. Mechanical bowel preparation for elective colorectal surgery. A prospective randomized surgeon-blinded trial comparing sodium phosphate and polyethylene glycol-based oral lavage solutions. *Dis Colon Rectum* 1997;40:585-91.
19. Physicaian Desk Reference. 26th ed. Oradell:Medical Economics Books. 1992:992.
20. Afridi SA, Barthel JS, King PD, Pineda JJ, Marchall JB. Prospective randomized trial comparing a new sodium phosphate-bisacodyl regimen with conventional PEG-ES lavage for outpatient colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1995;41:485-9.
21. Aradhye S, Brensilver JM. Sodium phosphate-induced hypernatremia in elderly patient: a complex pathophysiologic state. *Am J Kidney Dis* 1991;18:609-11.
22. Gupta SC, Gopalswamy N, Sarkar A, Suryaprasad AG, Markert RJ. Cardiac arrhythmias and electrocardiographic changes during upper and lower gastrointestinal endoscopy. *Mil Med* 1990;155:9-11.