

ORIGINAL ARTICLE

설탕을 첨가한 Polyethylene Glycol 용액의 장정결 효과 및 복용 순응도

서현웅, 한군희, 김성훈, 박종규, 김영돈, 정우진, 이상진, 서현일, 송윤아, 최서현, 이희정, 천갑진
울산대학교 의과대학 강릉아산병원 내과학교실

The Efficacy and Tolerability of Sugared Polyethylene Glycol for Colonoscopy

Hyun Woong Seo, Koon Hee Han, Sunghun Kim, Jong Kyu Park, Young Don Kim, Woo Jin Jeong, Sang Jin Lee, Hyun Il Seo, Yun A Song, Seo Hyeon Choi, Hee Jung Lee and Gab Jin Cheon

Department of Internal Medicine, Gangneung Asan Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Gangneung, Korea

Background/Aims: Although polyethylene glycol (PEG) solution is commonly used for colonoscopic bowel preparation because of its safety and effectiveness, its salty taste decreases patient's compliance. The aim of this study was to compare the sugared PEG solution with the standard PEG solution in regard to the quality of bowel preparation and patient's compliance.

Methods: From January through June in 2012, 100 patients who underwent colonoscopy in Gangneung Asan Hospital were prospectively enrolled. They were randomly assigned to receive either standard PEG solution or sugared PEG solution. The quality of bowel preparation was assessed by a doctor's questionnaire and the patient's compliance was assessed by a patient's questionnaire.

Results: There was no significant difference in the quality of bowel preparation (4.2 ± 2.0 vs. 4.1 ± 1.5 , $p=0.783$), and endoscopist's satisfaction score (8.2 ± 1.8 vs. 8.5 ± 1.3 , $p=0.253$) between two groups. However, The degree of disgust was lower in the sugared PEG group than the standard PEG group (6.4 ± 2.3 vs. 3.9 ± 2.9 , $p=0.000$). The willingness to repeat same regimen was higher in the sugared PEG group than the standard PEG group (2.0 ± 0.6 vs. 2.3 ± 0.7 , $p=0.004$). There was no difference in side effects between two groups.

Conclusions: The sugared PEG solution as a bowel preparation method revealed a higher patient's compliance and was effective as the standard PEG solution. When the patient dislike the taste and saltiness of the standard PEG solution, the sugared PEG solution will be good alternative method. (Korean J Gastroenterol 2013;61:88-92)

Key Words: Colonoscopy; Bowel preparation; Polyethylene glycols; Sugar; Compliance

서론

식생활의 서구화로 최근 대장암을 비롯한 각종 대장질환이 증가하면서 이에 대한 진단 및 치료 목적으로 대장내시경검사의 유용성이 증가하고 있는 추세이다. 대장내시경검사 전 적절한 대장 정결 상태를 만드는 것은 정확한 검사를 가능하도록 하며, 검사 및 치료 시술을 보다 용이하게 한다. Polyethy-

lene glycol (PEG) 용액은 우수한 장정결 효과가 입증되어 현재 임상에서 가장 널리 사용되는 비교적 안전한 대장 전처리 용액으로, 수분과 전해질의 흡수 및 배설을 최소화하여 안전하며, 장정결 효과가 우수하여 큰 부작용 없이 사용되고 있다. 그러나 다량을 복용해야 하고 특유의 짠맛으로 인해 복용이 힘들어 환자의 순응도가 낮은 문제점이 있다.¹⁻³

이에 저자들은 PEG 용액을 복용할 때 환자의 순응도를 낮

Received September 10, 2012. Revised November 19, 2012. Accepted November 30, 2012.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 한군희, 210-711, 강릉시 사천면 방동길 38, 강릉아산병원 소화기내과

Correspondence to: Koon Hee Han, Department of Internal Medicine, Gangneung Asan Hospital, 38 Bangdong-gil, Sacheon-myeon, Gangneung 210-711, Korea. Tel: +82-33-610-3139, Fax: +82-33-610-8130, E-mail: gj@gnah.co.kr

Financial support: None. Conflict of interest: None.

추는 주된 요인인 PEG 용액의 짠맛을 줄이고 환자들이 보다 선호하는 맛인 단맛을 내기 위하여⁴ PEG 용액에 일상에서 쉽게 구할 수 있으면서 비교적 안전하고 경제적인 면에서도 저렴한 설탕을 첨가하여 복용하도록 한 후 기존의 표준 PEG 용액과 대장 정결도, 환자의 순응도 및 부작용을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

이번 연구는 두 군 간에 순응도의 차이가 약 10% 정도일 것으로 가정하여 유효 피험자 수를 산출하였을 때 각 군 당 약 45명의 피험자를 필요로 하였으며 여기에 약 10% 정도의 오차를 고려하여 각 군 당 50명씩 총 100명의 피험자를 모집하였다. 2012년 1월부터 6월까지 강릉아산병원 소화기내과 외래에 대장내시경검사를 받기 위해 내원한 환자 중, 이전 PEG 복용력과 상관없이 이번 연구에 동의한 100명을 대상으로 전향적 무작위 대조 연구를 진행하였다. 임신부, 중증장애자, 소화관 폐색 및 천공, 탈수증, 중증의 심부전증, 약물로 조절되지 않는 중증당뇨병 환자, PEG 과민 반응 기왕력자, 무작위배정 전 4주 이내 다른 임상연구에 참여한 자, 피험자 동의서를 이해 또는 제공할 수 없는 환자는 대상에서 제외하였다. 대상 환자들의 나이, 성별, 키, 체중, 체질량지수(BMI), 당뇨병 등 기왕력, 복부 수술 병력을 조사하였다. 이번 연구는 강릉아산병원 임상연구 심의위원회의 승인을 받았으며, 모든 환자로부터 서면동의를 받았다.

2. 방법

1) 대장 전처치

대상 환자들은 표준 PEG군과 설탕첨가 PEG군으로 무작위 배정하였으며 무작위 배정은 난수표를 이용하였다. 두 군 모두 Colonlyte[®] (Dream Pharma, Seoul, Korea)를 사용하였으며 Colonlyte[®] 1포당 물 500 mL을 섞어 오전 검사 시에는 검사 전날 저녁 8시부터 9시까지 2 L, 검사 당일 오전 4시부터 5시까지 나머지 2 L를 복용하도록 하였으며, 오후 검사 시에는 검사 당일 오전 7시부터 매 10분마다 500 mL씩 총 4 L를 복용하도록 하였다. 설탕첨가 PEG군은 연구 담당자에 의해 미리 계량 스푼으로 15 g씩 개별 포장한 설탕을 환자에게 제공하고 Colonlyte[®] 1포와 설탕 15 g을 물 500 mL에 섞어 동일한 방법으로 복용하도록 하였다.

2) 대장 정결도 평가

대장내시경검사는 사용된 전처치 용액의 종류를 모르는 1명의 내시경 전문의가 시행하였다. 대장 정결도의 평가는 Ottawa 척도를 사용하였다.⁵ Ottawa 척도는 대장을 맹장-상

Table 1. Cleanliness of the Ottawa Bowel Preparation Quality Scale

Cleanliness (score)	Description
Excellent (0)	Perfect
Good (1)	Between excellent and fair
Fair (2)	Necessary to suction liquid stool
Poor (3)	Necessary to wash and to suction
Inadequate (4)	Necessary to repeat preparation

행결장, 횡행-하행결장, S결장-직장으로 나누어 각각에서 남아있는 잔변의 양을 0점에서 4점까지 분류하고, 전체 대장의 잔류액 정도를 0점에서 2점까지 분류하여 총 점수로 평가하는 방법이다. 0점은 대장 정결도가 아주 우수한 경우이고, 14점은 대장내시경검사가 불가능한 경우를 의미한다(Table 1). 모든 검사에서 항문에서 맹장까지의 삽입시간을 측정하였고, 내시경의 검사 만족도는 0점에서 10점까지 점수를 매겨(0점은 매우 불만족스러운 경우이고, 10점은 매우 만족스러운 경우) 기록하였다.

3) 설문조사

대장내시경검사 시행 전 환자의 혈당을 측정하여 고혈당 유무를 평가하였고 환자에게 전처치에 관한 설문조사를 시행하였다. 설문조사 시 전처치 약물을 모두 복용하였는지 물었고, 약제 순응도 평가를 위해 전처치 약제 복용 시 역겨움의 정도를 1점에서 10점까지 점수를 매겨 역겨움의 정도가 약한 경우를 1점, 아주 심한 경우를 10점으로 기록하도록 하였다. 또한 같은 방법으로 재검사를 시행할 의사가 있는지 여부를 3개의 등급으로 나누어 설문하였으며 재복용 의사가 없는 경우를 1점, 불편하지만 필요하면 복용하겠다는 응답은 2점, 복용하는 데 큰 어려움이 없어 재복용할 용의가 있다는 응답은 3점으로 기록하도록 하였다. 약제 복용 시 환자가 느끼는 주관적인 부작용, 즉 수면장애, 오심, 구토, 복통, 복부 불편감, 현기증, 식은땀, 심계항진의 유무도 함께 기록하도록 하였다.

3. 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS ver. 19.0 for WIN (IBM, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였으며, 백분율로 나타내는 변수들은(연구 대상의 특성, 부작용) chi-square test를 이용하였고, 두 집단의 평균치는(Ottawa 척도, 만족도, 삽입시간, 역겨움의 정도, 복용 만족도 등) t-test를 이용하였다. p값은 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판정하였다.

결 과

1. 연구대상의 특성

모집된 100명의 환자 중 표준 PEG군은 50명, 설탕첨가

Table 2. Basic Characteristics of Patients

Characteristic	Standard PEG (n=50)	Sugared PEG (n=50)	p-value
Mean age (yr)	55.8±10.2	50.6±13.7	0.036
Sex (male/female)	35/15	30/20	0.295
Height (cm)	165.8±9.0	165.8±9.6	0.972
Weight (kg)	66.0±11.6	66.3±10.9	0.894
BMI (kg/m ²)	23.9±2.4	24.1±2.9	0.710
History of abdominal surgery	5 (10.0)	6 (12.0)	0.749

Values are presented as mean±SD, n, or n (%).
PEG, polyethylene glycol.

Table 3. Comparison of Ottawa Bowel Preparation Quality Scale, Insertion Time and Endoscopist's Satisfaction Score

Variable	Standard PEG (n=50)	Sugared PEG (n=50)	p-value
Ottawa scale	4.2±2.0	4.1±1.5	0.783
Right colon	1.5±0.7	1.6±0.5	0.643
Mid colon	1.3±0.7	1.2±0.5	0.296
Rectosigmoid colon	1.2±0.6	1.2±0.5	1.000
Fluid in whole colon	0.2±0.5	0.2±0.5	0.668
Insertion time (min)	5.3±3.7	4.9±2.7	0.566
Endoscopist's satisfaction score	8.2±1.8	8.5±1.3	0.253

Values are presented as mean±SD.
PEG, polyethylene glycol.

PEG군은 50명이었다. 표준 PEG군의 평균 나이(55.8±10.2세)가 설당첨가 PEG군의 평균 나이(50.6±13.7세)보다 유의하게 높았으나(p=0.036) 성별, 키, 체중, BMI, 과거 복부 수술력에는 유의한 차이가 없었다(Table 2).

2. 대장 정결도 및 내시경의 검사 만족도

Ottawa 척도를 이용한 대장 정결도 평가에서 표준 PEG군은 4.2±2.0, 설당첨가 PEG군은 4.1±1.5로 유의한 차이가 없었으며, 맹장 삽입시간 및 내시경의 검사 만족도 역시 유의한 차이가 없었다(Table 3).

3. 환자의 복용 만족도 및 부작용

전처치제 복용에 있어서 환자의 순응도를 떨어뜨리는 중요한 요인인 역겨움의 정도는 표준 PEG군은 6.4±2.3, 설당첨가 PEG군은 3.9±2.9로, 설당첨가 PEG군이 유의하게 역겨움의 정도가 낮았다(p=0.000). 또한 같은 방법으로 재검사를 시행할 의사가 있는지를 묻는 설문에서도 표준 PEG군에 비해 설당첨가 PEG군에서 같은 방법으로 재검사를 하겠다는 응답이 유의하게 많았다(p=0.004) (Table 4).

대장내시경 시행 전 환자의 혈당을 측정하였을 때 주목할 만한 고혈당의 부작용을 보인 환자는 두 군 모두 없었으며,

Table 4. Comparison of Compliances

Compliance	Standard PEG (n=50)	Sugared PEG (n=50)	p-value
Degree of disgust	6.4±2.3	3.9±2.9	0.000
Willingness to repeat the regimen	2.0±0.6	2.3±0.7	0.004

Values are presented as mean±SD.
PEG, polyethylene glycol.

Table 5. Comparison of Side Effect

Side effect	Standard PEG (n=50)	Sugared PEG (n=50)	p-value
Sleep discomfort	5 (10.0)	3 (6.0)	0.715
Nausea	13 (26.0)	11 (22.0)	0.640
Vomiting	7 (14.0)	5 (10.0)	0.538
Abdominal pain	3 (6.0)	1 (2.0)	0.617
Abdominal discomfort	7 (14.0)	7 (14.0)	1.000
Dizziness	5 (10.0)	3 (6.0)	0.715
Sweating	1 (2.0)	0 (0.0)	1.000

Values are presented as n (%).
PEG, polyethylene glycol.

전처치제를 복용하면서 느낀 주관적 불편감 역시 두 군 사이에 유의한 차이는 없었다(Table 5).

고 찰

대장내시경검사를 효율적으로 시행하여 정확한 진단을 하고, 효과적인 치료를 시행하기 위해서는 무엇보다도 대장 정결이 중요하며 이를 위해 그 동안 다양한 방법이 시도되어 왔다. 1980년에 Davis 등이 개발한 PEG는 장내 sodium 이온의 능동적 흡수를 위해 필요한 chloride 이온을 흡수가 잘 안 되는 sulfate 이온으로 대체시켜 장 내 sodium의 흡수를 줄이는 성질을 이용한 전처치 용액으로, 장점막에서 수분과 전해질의 순 이동은 거의 없으면서 대장 정결효과도 뛰어나 현재 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 대장 전처치 용액이다.¹ 하지만 PEG 용액은 고농도 sodium 이온이 다량 포함되어 특유의 짠맛을 지니며 이로 인해 복용 순응도가 떨어져 일부 환자에서는 구토를 유발하거나 완전히 섭취하지 못하는 점 등이 문제점으로 지적되어 왔다.^{2,3}

이러한 문제점에 대한 대안으로 1990년에 기존의 PEG의 짠맛을 최소화하여 복용 순응도를 높이기 위해 sulfate를 제거하고 이와 결합되는 sodium량을 줄인 sulfate free PEG 용액이 개발되었다.⁶ 하지만 sulfate free PEG 용액이 기존의 PEG 용액과 비교하였을 때 대장 정결도와 부작용 면에서는 차이가 없으면서, 환자의 복용 선호도와 순응도를 높이는지에

대해서는 다소 상반된 보고들이 있다. 한 연구에서는 대장 정결도 및 부작용은 두 정결액 사이에 유의한 차이가 없었으나 복용 선호도는 sulfate free PEG 용액이 기존 PEG 용액보다 더 낮다고 보고하였다.⁷ 그러나 다른 연구에서는 대장 정결도 및 부작용에 있어 두 정결액은 차이가 없었으며, 맛에 대한 선호도에 있어서도 sulfate free PEG 용액이 51.5%, 기존 PEG 용액이 48.5%로 차이가 없다고 보고하였다.^{8,9} 이는 서양인과는 다른 체형과 식이 및 생활 습관을 지닌 한국인을 대상으로 한 국내 연구에서도 마찬가지였다. Sulfate free PEG와 기존 PEG 용액을 비교한 연구에서 두 정결액 사이에 주관적 부작용과 복용 만족도는 모두 차이가 없었다.¹⁰ 이는 짠맛을 구분하기 위해서는 염분 농도가 30% 이상 차이가 나야 하는데 sulfate free PEG 용액과 기존 PEG 용액의 염분 농도차는 30%로 사람에 따라 구분이 어려울 수 있다는 점을 그 이유로 생각하였으며 염분이 많은 음식에 익숙한 한국인의 식습관 때문일 것으로 추정하였다.^{8,10}

이외에도 PEG 용액에 향을 첨가하거나, 전해질 함량 또는 성분을 조절하여 PEG 용액의 맛을 개선함으로써 환자의 순응도를 높이기 위한 다양한 노력들이 있어 왔다. 기존의 PEG 용액에 과일향료를 첨가하여 맛을 개선한 장정결제는 기존 PEG 제제와 비교하여 환자의 순응도는 높이면서도 대장 정결도는 차이가 없었다.¹¹ 또한 ascorbic acid를 첨가한 PEG 2 L와 기존 PEG 4 L 용액을 비교하였을 때 ascorbic acid를 첨가한 PEG 2 L는 기존 PEG 4 L와 그 효과에 있어서는 차이가 없으면서 환자의 순응도는 향상되었다.¹²

이번 연구에서 저자들은 PEG 용액 복용에 있어서 환자의 순응도를 낮추는 주된 요인 중 하나인 PEG 용액의 짠맛을 개선하기 위해 표준 PEG 용액에 다양한 첨가물을 첨가한 후 맛을 평가하였고 그 중 설탕을 첨가하여 복용하였을 때 PEG 용액 특유의 짠맛이 개선되고 단맛을 느끼게 됨을 확인하였다. 인간이 본능적으로 짠맛보다 단맛을 선호한다는 사실은 양수 내로 달콤한 맛을 내는 물질을 주입하였을 때 태아가 양수를 더 많이 삼키는 것을 확인한 기존의 연구를 통해서도 확인할 수 있다.⁴ 또한 설탕은 일상에서 쉽게 구할 수 있을 뿐만 아니라 비교적 안전하고 경제적으로도 저렴하여 환자의 순응도를 높이기 위해 개발된 기존의 값비싼 장정결제의 단점을 보완할 수 있는 첨가물로 생각된다. 이러한 이유로 저자들은 표준 PEG 용액에 설탕을 첨가하여 복용하도록 한 후 표준 PEG 용액을 복용한 군과 대장 정결도 및 환자 순응도를 비교하였다. 설탕의 적정 첨가 용량은 설탕을 5 g 단위로 PEG 용액 500 mL와 혼합한 후 맛을 평가하였으며 당뇨 진단 검사 중 하나인 75 g 경구 당부하 검사에서 사용하는 용량의 20% 수준인 15 g의 설탕을 혼합하였을 때 고혈당의 부작용은 적 으면서 PEG 용액의 짠맛이 감소함을 확인하고 15 g의 설탕

을 PEG 용액과 혼합하여 사용하였다.

두 군에서 대장 정결도에 있어 유의한 차이가 없었으며 맹장삽입시간 및 내시경의 검사 만족도 역시 차이가 없어 설탕을 첨가한 PEG 용액은 효과적인 대장 정결제로서 문제가 없었다. 또한 전처치제 복용에 있어서 환자의 순응도를 떨어뜨리는 중요한 요인인 역겨움의 정도를 비교하여 보았을 때 설탕첨가 PEG군에서 유의하게 역겨움의 정도가 낮았으며 같은 방법으로 재검사를 하겠다는 응답도 많았다. 전처치제를 복용하면서 느낀 주관적 불편감은 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으며 설탕 첨가 시 발생 가능할 것으로 생각했던 고혈당의 부작용 역시 발생하지 않았다.

전통적인 PEG 용액은 기존의 다른 장정결제와 비교하였을 때 우수한 장정결 효과 및 안전성을 가진 장정결제로 이번 연구에서도 표준 PEG 용액을 복용한 환자들이 복용의 어려움은 호소하였지만 복용 자체가 불가능하지는 않았다. 하지만 짠맛으로 인한 복용의 불편감은 많은 환자들에게 대장내시경 검사 자체보다 전처치 과정에 대한 두려움을 주어 대장내시경 검사를 기피하게 하는 요인이 될 수 있으며 정해진 용량을 복용하지 못해 불완전한 장정결 상태를 유발하여 내시경검사에 제약을 가져오기도 한다. 따라서 표준 PEG 용액의 짠맛으로 인한 복용의 어려움으로 대장내시경검사 자체를 기피하거나 정해진 용량을 다 복용하는 데 어려움을 느끼는 환자들에게 설탕을 첨가한 PEG 용액은 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 생각한다.

이번 연구는 대상 환자의 숫자가 많지 않고 단일 병원에서 이루어진 연구로 약제의 효과 및 부작용에 대해 일반화하여 적용하기에는 제한점이 있다. 또한 나이에 따른 PEG 복용 순응도의 차이는 크지 않을 것으로 생각되나 두 군 간에 평균 나이에 유의한 차이를 보여 나이에 따른 순응도의 차이를 완전히 배제하지 못했으며, 설탕을 첨가한 PEG 용액과 표준 PEG 용액의 비교에서 동일인이 아닌 각기 다른 사람이 역겨움의 정도 및 선호도 평가를 시행하여 미각의 개인차를 반영하지 못한 약점도 있다. 향후 이를 보완할 수 있는 추가적인 연구가 필요하며, 더불어 설탕의 적절한 첨가 용량 및 설탕 이외의 단맛을 내는 다른 물질 등에 대한 보다 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론으로 설탕을 첨가한 PEG 용액은 효과적인 대장내시경 전처치 방법이며 표준 PEG 용액을 복용할 때 짠맛으로 인해 복용의 어려움을 호소하는 환자들에게 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

목적: PEG 용액은 안전하고 정결 효과가 우수하여 현재 임상

에서 대장내시경 전처치제로 가장 널리 사용되고 있지만, 특유의 짠맛으로 환자의 순응도가 낮다는 제한점이 있다. 이번 연구는 이러한 단점을 보완하기 위해 표준 PEG 용액에 설당을 첨가하여 복용하도록 한 후 대장 정결 효과 및 환자 순응도를 표준 PEG 용액을 복용한 군과 비교 분석하고자 하였다.

대상 및 방법: 2012년 1월부터 6월까지 강릉아산병원 소화기 내과에서 대장내시경을 시행받은 총 100명의 환자에게 대해 무작위 전향적 대조 연구를 진행하였다. 대장 정결은 표준 PEG 용액 4L 또는 설당을 첨가한 PEG 용액 4 L 중 한 가지로 무작위 배정하였다. 시술자 설문지를 통해 대장 정결도와 내시경의 검사만족도를 조사하였고, 환자 설문지를 통해 순응도를 조사하였다.

결과: 두 군 사이에 대장 정결도(4.2 ± 2.0 vs. 4.1 ± 1.5 , $p=0.783$)와 내시경의 검사만족도(8.2 ± 1.8 vs. 8.5 ± 1.3 , $p=0.253$)는 유의한 차이가 없었으나 환자의 역겨움의 정도는 설당첨가 PEG군이 3.9 ± 2.9 로 표준 PEG군 6.4 ± 2.3 과 비교하여 볼 때 역겨움의 정도가 낮았으며($p < 0.05$), 같은 방법으로 재검사하겠다는 응답도 설당첨가 PEG군이 2.3 ± 0.7 로 표준 PEG군 2.0 ± 0.6 보다 높았다($p < 0.05$). 전처치제를 복용하면서 느낀 주관적 불편감은 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다.

결론: 설당을 첨가한 PEG 용액은 효과적인 대장내시경 전처치 방법이며 표준 PEG 용액을 복용할 때 짠맛으로 인해 복용의 어려움을 호소하는 환자에게 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

색인단어: 대장내시경; 전처치; 폴리에틸렌 글리콜; 설당; 순응도

REFERENCES

1. 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: 991-995.
2. Kang MJ, Jung SA, Jung JM, et al. A prospective trial comparing 4 L-polyethylene glycol with 2 L-polyethylene glycol plus bisacodyl tablets for colon preparation. *Korean J Gastrointest Endosc* 2008;37:167-173.
3. Kim SH, Park DI, Park SH, et al. Comparison of single versus split-dose of polyethylene glycol-electrolyte solution for colonoscopy preparation. *Korean J Gastrointest Endosc* 2005;30:194-198.
4. Liley AW. The foetus as a personality. *Aust N Z J Psychiatry* 1972;6:99-105.
5. Rostom A, Jolicoeur E. Validation of a new scale for the assessment of bowel preparation quality. *Gastrointest Endosc* 2004; 59:482-486.
6. Fordtran JS, Santa Ana CA, Cleveland MvB. A low-sodium solution for gastrointestinal lavage. *Gastroenterology* 1990;98: 11-16.
7. Raymond JM, Beyssac R, Capdenat E, et al. Tolerance, effectiveness, and acceptability of sulfate-free electrolyte lavage solution for colon cleaning before colonoscopy. *Endoscopy* 1996;28: 555-558.
8. Froehlich F, Fried M, Schnegg JF, Gonvers JJ. Low sodium solution for colonic cleansing: a double-blind, controlled, randomized prospective study. *Gastrointest Endosc* 1992;38:579-581.
9. Froehlich F, Fried M, Schnegg JF, Gonvers JJ. Palatability of a new solution compared with standard polyethylene glycol solution for gastrointestinal lavage. *Gastrointest Endosc* 1991;37:325-328.
10. Kim JH, Byeon JS, Park SH, et al. Sulfate free polyethylene glycol versus standard polyethylene glycol for colonoscopy preparation: a prospective, randomized, investigator-blinded comparison. *Korean J Med* 2008;74:30-36.
11. Kim YT, Kim YS, Park YJ, et al. A randomized prospective trial comparing a new polyethylene glycol based lavage solution with the standard polyethylene glycol solution in the preparation of patients undergoing colonoscopy (clinical trial of new PEG solution in bowel preparation). *Korean J Gastrointest Endosc* 2000;20:171-176.
12. Marmo R, Rotondano G, Riccio G, et al. Effective bowel cleansing before colonoscopy: a randomized study of split-dosage versus non-split dosage regimens of high-volume versus low-volume polyethylene glycol solutions. *Gastrointest Endosc* 2010;72: 313-320.