Polyethylene Glycol 용액의 복용완료시간과 대장내시경 검사시작 시간에 따른 대장 정결도의 비교

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 내과학교실*, 단국대학교 의과대학 내과학교실[†], 이화여자대학교 의과대학 내과학교실[‡], 순천향대학교 의과대학 내과학교실[§], 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 내과학교실^{||}, 한양대학교 의과대학 내과학교실[¶], 연세대학교 원주의과대학 내과학교실^{**}, 고신대학교 의과대학 내과학교실^{††}, 한림대학교 의과대학 내과학교실^{‡‡}, 영남대학교 의과대학 내과학교실^{§§}, 고려대학교 의과대학 내과학교실^{|||}

윤장혁* · 박동일* · 신정은[†] · 김성은[‡] · 정성애[‡] · 이석호[§] · 장동경^{||} · 은창수[¶] · 한동수[¶]
김현수^{**} · 박선자^{††} · 백일현^{‡‡} · 장병익^{§§} · 금보라^{|||} · 진윤태^{|||}

Comparison of Bowel Preparation Depending on Completion Time of Polyethylene Glycol Ingestion and Start Time of Colonoscopy

Jang Hyuk Yoon, M.D.*, Dong Il Park, M.D.*, Jeong Eun Shin, M.D.[†], Seong Eun Kim, M.D.[‡],
Sung Ae Jung, M.D.[‡], Suck Ho Lee, M.D.[§], Dong Kyung Chang, M.D.^{||}, Chang Soo Eun, M.D.[¶],
Dong Soo Han, M.D.[¶], Hyun Soo Kim, M.D.^{**}, Seun Ja Park, M.D.^{††}, Il Hyun Baek, M.D.^{‡‡},
Byung Ik Jang, M.D.^{§§}, Bora Keum, M.D.^{|||}, Yoon Tae Jeon, M.D.^{|||}

Department of Internal Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University College of Medicine*, Seoul, Dankook University College of Medicine[†], Cheonan, Ewha Womans University School of Medicine[‡], Seoul, Soonchunhyang University College of Medicine[§], Cheonan, Samsung Seoul Hospital, Sungkyunkwan University College of Medicine^{||}, Seoul, Hanyang University College of Medicine[¶], Seoul, Yonsei University Wonju College of Medicine^{**}, Wonju, Koshin University College of Medicine^{††}, Busan, Hallym University College of Medicine^{‡‡}, Seoul, Yeungnam University College of Medicine^{§§}, Daegu, Korea University College of Medicine^{|||}, Seoul, Korea

Background/Aims: Polyethylene glycol (PEG) solution is the most widely used bowel preparation agent for colonoscopy because of its safety and efficacy in colon cleansing. It has been hypothesized that the timing of colon preparation may influence the quality of colon cleansing, and therefore affect the diagnostic yield of colonoscopy. The aim of this study was to determine the optimal interval of time between complete ingestion of PEG and performing colonoscopy. **Methods:** We prospectively enrolled 1,355 patients who had undergone a PEG-based bowel preparation on the day of colonoscopy in 11 tertiary hospitals in Korea between March 2008 and February 2009. All colonoscopies were performed in the afternoon. The start time of PEG ingestion, completion time of PEG ingestion, dose of PEG ingested, start time of colonoscopy, and the quality of bowel cleansing were recorded. **Results:** There was no difference of cleansing quality of bowel preparation between three groups of less than 7 hours of elapsed time ($2 \leq$ and <3 hours, $3 \leq$ and <5 hours, $5 \leq$ and <7 hours). However, group of more than 7 hours of elapsed time presented poor cleansing quality than others ($P < 0.01$). **Conclusions:** If >7 hours elapses after ingestion of PEG, the quality of bowel preparation is poor. Therefore, depending on the time colonoscopy is scheduled, the start time of PEG ingestion may need to be adjusted. (*Intest Res* 2010;8:24-29)

Key Words: Colonoscopy; Polyethylene Glycol (PEG) Solution; Bowel Preparation

접수 : 2010년 3월 17일 수정 : 2010년 4월 20일

승인 : 2010년 5월 7일

• 연락처 : 박동일, 서울시 종로구 평동 108번지 (110-746)
성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 소화기내과
Tel: 02) 2001-2059, Fax: 02) 2001-2049
E-mail: diksmc.park@samsung.com

Received March 17, 2010. Revised April 20, 2010.

Accepted May 7, 2010.

• Correspondence to : Dong Il Park, M.D., Department of Internal Medicine, Kangbuk Samsung Hospital, 108, Pyeong-dong, Jongno-gu, Seoul 110-746, Korea
Tel: +82-2-2001-2059, Fax: +82-2-2001-2049
E-mail: diksmc.park@samsung.com

서 론

대장내시경 검사는 대장질환을 진단하고 치료하는데 가장 좋은 검사법이며 최근에는 대장암의 선별 검사로 대장내시경 검사의 중요성이 더욱 강조되고 있다.^{1,3} 효과적인 대장내시경 검사가 시행되기 위해서는 적절한 대장 정결이 중요하며, 대장 정결이 충분하지 않으면 대장내시경의 삽입 시간이 증가되고, 대장 병변의 진단율도 떨어진다.^{4,6} 대장내시경 검사 시행을 위한 전 처치로 사용되는 polyethylene glycol (PEG)은 우수한 정결효과를 보이며, 특히 전해질이나 수분의 소실이 다른 정결제보다 적게 유발되는 장점이 있어 가장 널리 사용되고 있다.⁴ 오후에 시행하는 대장내시경을 위한 전 처치로 PEG를 복용할 때, 대부분의 검사실에서는 오전의 정해진 시간에 PEG의 복용을 시작하여, 2-3시간에 걸쳐 복용하도록 한 뒤에, 오후에 대장내시경 검사를 시행하는 방법을 사용하고 있다. 따라서 대장내시경 검사의 시작시간에 따라 PEG 용액의 복용완료 시간부터 검사시작까지의 시간에 차이가 나타나고 있는 실정이다. PEG 용액의 복용완료 후 대장내시경 검사시작까지의 경과시간에 따라 대장정결도의 차이가 있다면, 검사예정시간에 따른 장정결제 복용시작 시간을 다르게 할 필요성이 있을 것이다. 대장정결제의 종류, 복용방법, 복용량 그리고 병용약제 사용에 따른 정결도의 차이에 대한 연구는 그동안 지속적으로 보고되어 왔지만,^{7,9} 대장정결제의 복용시간과 검사까지의 경과시간에 따른 대장 정결도의 차이에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 PEG 용액 복용완료 시점에서 검사시작까지의 경과시간에 따른 대장정결도의 차이가 있는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2008년 3월부터 2009년 2월까지 11개 대학병원에서 대장내시경 검사를 받은 총 4,779명 중, 신부전증, 울혈성 심부전, 복수, 6개월 이내 급성심근경색을 앓은 환자, 대장 절제술을 받은 사람, 활동성 염증성 장질환을 진단받은 사람과 PEG 용액을 75% 이하로 복용한 사람과 복용시간을 명확히 기재하지 않은 경우 등의 3,424명을 제외한 1,355명을 대상으로 전향적 연구를 진행하였다.

2. 방법

대상자들에게는 장 정결을 위해 Colyte[®] (polyethylene glycol solution, 태준제약) 용액을 투여하였다. Colyte[®] 용액은 검사 당일 오전 6-7시부터 시간당 1-2리터씩 총 4리터를 복용하도록 하였다. 모든 대장내시경 검사는 오후에 시행하였으며, Colyte[®] 용액의 복용 시작시간, 복용완료시간, 복용량과 복용완료 후 검사시작까지의 시간을 측정하였고, 용종의 발견 여부 및 조직검사 결과를 확인하였다.

대장 정결도의 평가는 Excellent, Good, Fair, Poor의 4등급으로 분류하였으며, “Excellent”는 대장 및 직장 잔변 또는 남아있는 용액이 거의 없거나 극소량만 있는 경우, “Good”은 적은 양의 잔변 또는 용액이 있으나 흡인 가능해서 검사에 지장이 없는 경우, “Fair”는 잔변 또는 용액이 많아서 완전한 흡인이 힘들어 검사에 지장을 주는 경우, “Poor”는 다량의 고형 잔변으로 인해 대장 정결을 다시 하지 않으면 적절한 대장내시경을 시행할 수 없는 경우로 정의하였다(Table 1).¹⁰ 대장 정결의 적절성(acceptability)은 “Excellent” 또는 “Good”의 경우는 “Acceptable”로, “Fair” 및 “Poor”의 경우는 “Unacceptable”로 분류하였다.

3. 통계

통계분석은 PASW Statistics 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였고 통계수치는 평균±표준편차로 표시하였다. 복용시간에 따른 변수들의 비교 분석은 one-way ANOVA test를 이용하였으며 post-hoc 분석으로 Turkey의 다중비교(Turkey's multiple comparison)를 실시하였다. 통계적으로 유의수준은 P 값이 0.05 미만일 경우로 정의하였다.

Table 1. Estimation of Colonic Bowel Cleansing

Degree of cleansing	Description
Excellent	Negligible liquid stools, little suction required
Good	Moderate liquid stools, but easily cleared by suction
Fair	Large liquid stools and/or small solid stools, limited to the cecum and ascending colon
Poor	Solid stools beyond the cecum and ascending colon

결 과

1. 대상환자의 특성

전체 환자의 평균 연령은 51.5±11세였고, 남자는 832명(61.4%), 여자는 523명(38.6%)이었다. PEG 용액을 복용하는데 소요되는 시간은 평균 2.96±1.1시간, PEG 용액의 복용시작으로부터 대장내시경을 시행하기까지의 시간은 평균 7.16±2.1시간이었고, PEG 용액을 복용완료하고 대장내시경을 시행하기까지의 시간은 평균 4.19±1.9시간이었다(Table 2).

2. PEG 복용완료 후 대장내시경 검사까지의 경과시간에 따른 장 정결도

장 정결제 복용완료 후 대장내시경 검사시작까지의 소요시간에 따라 4군으로 나누었으며, 1군은 “2시간 이상 3시간 미만”, 2군은 “3시간 이상 5시간 미만”, 3군은 “5시간 이상 7시간 미만”, 4군은 “7시간 이상” 소요된 경우로 정하였다. 1군은 290명, 2군은 490명, 3군은 417명, 4군은 158명으로, PEG 복용완료 3-5시간에서 검사를 시작하는 경우가 가장 많았고, 7시간 경과 이후에 시작하는 경우는 가장 적었다(Table 3). “Excellent” 또는 “Good”의 경우는 “Acceptable”로, “Fair” 또는 “Poor”의 경우는 “Unacceptable”로 분류하였는데, “Acceptable” 장 정결도는 1,223명(91.6%)에서 보였으며, “Unacceptable” 장 정결도는 132명(8.3%)에서 나타났다. 1, 2, 3군에서는 장 정결도의 유의한 차이는 보이지 않았으나, 4군(7시간 이상 경과)에서 다른 구간에 비하여, 낮은 정결도 양상을 보였다(Fig. 1).

Table 2. Characteristics of the Subjects

Characteristics (n=1,355)	Results (mean±SD)
Age (years)	51.5±11.2
BMI (kg/m ²)	23.7±2.9
Male (%)	832 (61.4)
Heights (cm)	164.7±8.2
Body weight (kg)	64.5±10.4
Time to ingestion of PEG (hours)	2.96±1.1
Time to colonoscopy from start ingestion of PEG (hours)	7.16±2.1
Time to colonoscopy from complete ingestion of PEG (hours)	4.19±1.9
Quality of preparation (score of cleansing)*	2.05±0.42

BMI, body mass index; PEG, polyethylene glycol.

*Score of cleansing quality means excellent (1), good (2), fair (3), poor (4).

Data are expressed as mean±SD or number (%).

은 417명, 4군은 158명으로, PEG 복용완료 3-5시간에서 검사를 시작하는 경우가 가장 많았고, 7시간 경과 이후에 시작하는 경우는 가장 적었다(Table 3). “Excellent” 또는 “Good”의 경우는 “Acceptable”로, “Fair” 또는 “Poor”의 경우는 “Unacceptable”로 분류하였는데, “Acceptable” 장 정결도는 1,223명(91.6%)에서 보였으며, “Unacceptable” 장 정결도는 132명(8.3%)에서 나타났다. 1, 2, 3군에서는 장 정결도의 유의한 차이는 보이지 않았으나, 4군(7시간 이상 경과)에서 다른 구간에 비하여, 낮은 정결도 양상을 보였다(Fig. 1).

3. PEG 복용완료 후 대장내시경 검사까지의 경과시간에 따른 용종 및 선종 발견율

장 정결제 복용완료 후 대장내시경 검사시작까지의 소요시간에 따른 각 구간에서의 용종 및 선종의 발견율에는 유의한 차이를 보이지 않았으며, “Acceptable”

Fig. 1. Comparison of the quality of preparation according to elapsed time after completion of PEG ingestion.

G1, group 1; G2, group 2; G3, group 3; G4, group 4. PEG, polyethylene glycol.

*Indicates statistically significant (P -value < 0.01).

Table 3. Adequacy of Preparation according to Elapsed Time after Completion of PEG Ingestion

	Excellent (n=78)	Good (n=1,145)	Fair (n=120)	Poor (n=12)	Total (n=1,355)
Group 1 (2≤ and <3 hours)	17 (5.9%)	246 (84.8%)	27 (9.3%)	0 (0.0%)	290
Group 2 (3≤ and <5 hours)	29 (5.9%)	423 (86.4%)	35 (7.1%)	3 (0.6%)	490
Group 3 (5≤ and <7 hours)	27 (6.5%)	354 (84.9%)	33 (7.9%)	3 (0.7%)	417
Group 4 (≥7 hours)	5 (3.2%)	122 (77.2%)	25 (15.8%)	6 (3.8%)	158

PEG, polyethylene glycol.

Table 4. Polyp and Adenoma Detection Rate according to the Quality of Bowel Preparation

	Acceptable preparation (polyp/adenoma detection rate, %)	Unacceptable preparation (polyp/adenoma detection rate, %)
2≤ and <3 hours	24.5/18.2	22.2/18.5
3≤ and <5 hours	23.3/17.8	21.0/18.4
5≤ and <7 hours	24.2/18.6	22.2/19.4
≥7 hours	22.6/17.6	22.5/19.3

P-value: not significant.

군과 “Unacceptable”군에서의 용종 및 선종의 발견율에서도 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 4).

고 찰

대장내시경 검사를 통하여 보다 정확한 진단과 효과적으로 치료하기 위해서는 적절한 대장의 정결이 필수적이며, 액체의 저류나 고형변이 적어 깨끗한 상태로 점막의 병변을 관찰하는 것이 중요하다.¹¹ 최근까지 대장의 장 정결도가 우수하면서, 환자의 순응도를 높이기 위한 여러 연구들이 보고되고 있다. 1980년에 장관 내 흡수가 안되면서 염분 및 수분의 손실을 최소화하는 PEG 용액이 개발된 이후로 대장내시경을 시행하기 위한 전 처치제로 가장 널리 사용되고 있다.¹² PEG 용액은 식이제한이 없고, 신속한 대장정결이 가능하며 등장성이어서 부작용이 적어 여러 만성 질환을 가진 환자에서도 비교적 안전하고 효과적으로 사용할 수 있다고 알려져 있으며, 삼투성 하제인 인산나트륨(sodium phosphate)에 비해 더 우수한 장 정결도, 순응도 및 선호도를 보인다고 보고되고 있으며,^{6,13} 인산나트륨은 만성 질환이 있는 환자에서는 전해질 이상이나 장점막의 이상소견들을 유발할 수 있어 모든 환자에게 사용하는 데에는 제한점이 있다.¹⁴

PEG 용액의 복용을 용이하기 위한 방법들이 소개되고 있는데, 검사 전날과 검사 당일에 PEG 용액을 분할 복용한 군에서 장 정결도와 순응도가 좋았다는 보고와¹⁵ 비사코딜이나 마그네슘과 함께 PEG 용액을 복용하였을 때, 보다 적은 양의 PEG 용액을 복용해도 환자의 순응도와 정결도가 높다는 보고¹⁶ 등이 있다. 이러한 방법들 외에도, PEG 용액과 시메치콘을 섞어 사용하였을 경우, 거품이 유의하게 감소하는 장점이 있었으며,¹⁷⁻¹⁹ 다른 보고에서도 인산나트륨 정결제와 시메치콘을 같이 사용할 때 동일한 결론에 도달하였

다.²⁰ 또한 PEG 용액의 짠맛을 최소화하여 복용 순응도를 높이기 위해 sulfate를 제거하고, sodium양을 줄인 Sulfate free - PEG 용액이 최근에 사용되고 있으나,²¹ 이는 기존 PEG 용액과 장 정결도 및 부작용에는 차이가 없고,²² 복용 선호도나 순응도에서도 아직 논란이 되고 있다.^{8,23,24}

대장정결제의 종류, 복용방법, 복용량 그리고 추가 약제에 따른 정결도의 차이에 대한 연구는 지속적으로 보고되어 왔지만, 대장정결제의 복용시간, 검사까지의 시간에 따른 정결도의 차이에 대한 연구는 보고된 바 없었다. 이번 연구에서는 장정결제인 PEG 용액의 복용 완료 후 대장내시경 시작까지의 경과시간에 따른 장 정결도를 비교하였고, 경과시간이 7시간 미만인 경우의 세 구간(1군, 2군, 3군)에서는 구간별 장 정결도에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 4군에서 나머지 세 군보다 정결도가 더 좋지 않았다. 4군의 경우 장 정결도가 나빠진 원인으로는, 소장 내 잔류되었던 변들이 시간이 지남에 따라 대장으로 이동하거나 소장 분비물의 양이 시간이 지남에 따라 늘어나 영향을 미칠 가능성이 있을 것으로 생각된다. 그러나 본 연구에서는 대장의 각 부위별 장 정결도를 측정하지 않아 위의 가설을 뒷받침하기에는 제한점이 있었다. 또한 경과시간에 따른 용종 및 선종 발견율을 조사하였으나, 시간에 따른 유의한 차이를 보이지 않았으며 정결도에 따른 발견율에도 차이를 보이지 않았다. 이는 이전에 발표된 연구와는 다른 결과로, 본 연구에서 발견율에 영향을 미치는 내시경 회수시간 및 시술자의 차이를 분석하지 않아 결과의 해석에 제한점이 있었다.

대부분의 검사실에서 오전 6시경에 PEG 용액의 복용을 시작할 것을 피검자들에게 교육하고 있으며, 평균복용시간이 3시간인 점을 고려하면, 오전 9시경에 복용을 마치는 경우가 많을 것이고, 정결제 복용완료 7시간 경과 후에 검사를 시작하면 장 정결도가 이전에 검사를 시작하는 경우보다 좋지 않을 수 있다. 따라서 검사가 늦게 예정된 경우는 정결제의 복용시작 시간을 조절할 필요가 있을 수 있다. 검사예정시간 6-8시간 전에 PEG 용액의 복용을 시작하는 일정을 사용하는 것이, 일괄적으로 정해진 시간에 복용을 시작하는 것 보다 더 우수한 장 정결도를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

최근 PEG 용액의 분할복용 또는 비사코딜 같은 약제를 병용하는 방법 등으로 환자의 순응도 및 장 정결도를 높이기 위한 연구가 보고되고 있고, 실제 일부 소화기센터에서는 이러한 방법들을 사용하는 곳도 있다. 본 연구의 대상에는 분할 복용한 경우나 약제를

병용한 경우가 포함되지 않아 향후 정결제의 분할복용 또는 정결제와 약제 병용시 복용완료 경과시간에 따른 장 정결도에 관한 연구도 필요하리라 생각된다.

요 약

목적: Polyethylene glycol (PEG)은 우수한 정결효과와 특히 전해질이나 수분의 소실이 적어 대장내시경 전처치액으로 가장 널리 사용되고 있다. 검사의 시작 시간에 따라 PEG 용액의 복용완료로부터 검사까지의 시간에 차이가 나타나고 있다. 이에 본 연구에서는 PEG 용액의 복용완료 시점에서 검사까지의 경과시간에 따른 장 정결도의 차이가 있는지를 알아보고자 하였다. **대상 및 방법:** 2008년 3월부터 2009년 2월까지 대장내시경 검사를 받은 1,355명을 대상으로 하였으며, PEG 용액을 검사 당일 오전 6-8시부터 총 4리터를 시간당 1리터씩 복용하도록 하였다. 모든 대장내시경 검사는 오후에 시행하였으며, PEG 용액의 복용시작 시간, 복용완료시간, 복용량과 복용완료 후 검사시작까지의 경과시간과 장 정결도를 측정하였다. **결과:** PEG용액의 복용 완료 후 대장내시경 시작까지의 경과시간이 7시간 미만인 경우의 세 구간($2 \leq$ and <3 hours, $3 \leq$ and <5 hours, $5 \leq$ and <7 hours)에서는 구간별 장 정결도에 유의한 차이를 보이지 않았지만, 경과시간이 7시간 이상인 경우에는 나머지 세 구간의 경우 보다, 정결도가 더 좋지 않음을 보였다($P < 0.01$). **결론:** PEG 용액 복용완료 후 7시간 이상 경과되면 장 정결도가 악화되므로, 대장내시경 검사 예정시간에 따라 PEG 용액의 복용 시작시간을 조절할 필요성이 있을 것으로 생각한다.

색인단어: 대장내시경; PEG 용액; 장 정결

REFERENCES

- Walsh JM, Terdiman JP. Colorectal cancer screening: scientific review. *JAMA* 2003;289:1288-1296.
- Imperiale TF, Wagner DR, Lin CY, Larkin GN, Rogge JD, Ransohoff DF. Risk of advanced proximal neoplasms in asymptomatic adults according to the distal colorectal findings. *N Engl J Med* 2000;343:169-174.
- Lieberman DA, Weiss DG, Bond JH, Ahnen DJ, Garewal H, Chejfec G. Use of colonoscopy to screen asymptomatic adults for colorectal cancer. Veterans affairs cooperative study group 380. *N Engl J Med* 2000;343:162-168.
- Ell C, Fischbach W, Keller R, et al. A randomized, blinded, prospective trial to compare the safety and efficacy of three bowel-cleansing solutions for colonoscopy (HSG-01*). *Endoscopy* 2003;35:300-304.
- Reichelderfer M. Colonoscopy preparation: is it better from above or below? *Gastrointest Endosc* 1986;32:301-302.
- Cohen SM, Wexner SD, Binderow SR, et al. Prospective randomized endoscopic-blinded trial comparing precolonoscopy bowel cleansing methods. *Dis Colon Rectum* 1994;37:689-696.
- 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.
- 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.
- Shim KN, Yang SK, Jung HY, et al. A prospective endoscopic blind trial comparing precolonoscopy bowel cleansing methods. *Korean J Gastrointest Endosc* 1999;19:347-353.
- DiPalma JA, Wolff BG, Meagher A, Cleveland M. Comparison of reduced volume versus four liters sulfate-free electrolyte lavage solutions for colonoscopy colon cleansing. *Am J Gastroenterol* 2003;98:2187-2191.
- Kim WH, Cho YJ, Park JY, Min PK, Kang JK, Park IS. Factors affecting insertion time and patient discomfort during colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 2000;52:600-605.
- 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.
- 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;85:422-427.
- Kim HS. Polyethylene glycol versus sodium phosphate. *Korean J Gastrointest Endosc* 2003;27(Suppl):16S-23S.
- El Sayed AM, Kanfani ZA, Mourad FH, et al. A randomized single-blind trial of whole versus split-dose polyethylene glycol-electrolyte solution for colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 2003;58:36-40.
- Sharma VK, Chockalingham SK, Ugheoke EA, et al. Prospective, randomized, controlled comparison of the use of polyethylene glycol electrolyte lavage solution in four-liter versus two-liter volumes and pretreatment with either magnesium citrate or bisacodyl for colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1998;47:167-171.
- McNally PR, Maydonovitch CL, Wong RK. The effectiveness of simethicone in improving visibility during colonoscopy: a double-blind randomized study. *Gastrointest Endosc* 1988;34:255-258.
- Lazzaroni M, Petrillo M, Desideri S, Bianchi Porro G. Efficacy and tolerability of polyethylene glycol-electrolyte lavage solution with and without simethicone in the preparation of patients with inflammatory bowel disease for colonoscopy. *Aliment Pharmacol Ther* 1993;7:655-659.
- McNally PR, Maydonovitch CL, Wong RK. The effect of simethicone on colonic visibility after night-prior colonic lavage. A double-blind randomized study. *J Clin Gastroenterol* 1989;11:650-652.

20. Sudduth RH, DeAngelis S, Sherman KE, McNally PR. The effectiveness of simethicone in improving visibility during colonoscopy when given with a sodium phosphate solution: a double-blind randomized study. *Gastrointest Endosc* 1995;42: 413-415.
 21. Fordtran JS, Santa Ana CA, Cleveland MvB. A low-sodium solution for gastrointestinal lavage. *Gastroenterology* 1990;98: 11-16.
 22. DiPalma JA, Marshall JB. Comparison of a new sulfate-free polyethylene glycol electrolyte lavage solution versus a standard solution for colonoscopy cleansing. *Gastrointest Endosc* 1990; 36:285-289.
 23. 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.
 24. 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.
-