

대장정결액: Polyethylene Glycol vs. Sodium Phosphate

연세대학교 원주의과대학 내과학교실

김 현 수

서 론

이상적인 대장내시경 검사가 되려면 환자의 협조, 시술자의 숙련도, 적절한 대장의 전처치의 세 요소가 조화롭게 이루어져야 한다. 특히 적절한 대장정결액의 선택을 통한 대장 전처치는 대장 점막 전체를 보다 정확하게 관찰하여 병변을 놓치지 않고, 검사 과정을 보다 용이하게 하며, 부적절한 정결로 인한 질병의 진단 지연을 막는 가장 중요한 요소라 할 수 있다.^{1,2} Polyethylene glycol (PEG) 정결액은 등장성의 전해질 용액으로 안정성이 확립되어 오래 전부터 널리 쓰여 왔다. Sodium phosphate (NaP) 정결액은 PEG 정결액에 비하여 복용량이 적어 환자 순응도가 높으면서 정결효과가 좋아 현재 널리 쓰이고 있다. 본 난에서는 두 정결액의 특성과 작용기전을 알아보고 지금까지 무작위 연구를 통하여 보고된 두 약제의 대장정결 효과를 비교하고자 한다. 아울러 두 정결액의 부작용 증례를 정리하여 안정성을 평가하고 심한 잠재적 부작용을 나타낼 수 있는 예측 지표를 가진 특수한 상황의 환자에서 대장정결액의 선택에 주의해야 할 점을 알아보고자 한다.

PEG 전해질 정결액

1. 특성과 작용기전

PEG 전해질 정결액(PEG-ELS; PEG electrolyte lavage solution, GoLyteLy, CoLyte, ColonLyte[®])은 1980년 Davis 등³에 의해 처음 소개된 이후 현재 대장 정결을 위해 가장 널리 쓰이는 용액이다. 이전에 쓰여온 생리식염수나 균형성 전해질 용액과 비교하여 장관 내에서 소디움이 능동적으로 흡수될 때 필요한 클로라이드 이온을 설페이트 이온으로 대체시켜 소디움의 장 흡수를 크게

줄여 혈장 내 수분량의 증가로 인한 부작용을 줄이고 복용량의 대부분이 대변으로 배설되도록 하였다. 대체된 소디움 설페이트가 혈장에 비하여 저삼투압이므로 장관 내에서 물의 흡수를 억제하기 위하여 PEG 용질을 첨가시켜 등장성 용액으로 변환시켰다. 따라서 PEG 정결액은 수분이나 전해질의 불균형을 초래하지 않으며 세균에 의하여 발효되지 않아 폭발의 위험도 없다. PEG 정결액은 sodium 125 mM/L, potassium 10 mM/L, sulfate 80 mM/L, chloride 35 mM/L, bicarbonate 20 mM/L, PEG 80 mM/L의 성분으로 구성되어 있다.

1990년 이후 sodium sulphate에 의한 짠맛과 씹은 달걀향에 따른 환자 불편감을 줄이기 위하여 향과 맛을 개선한 sulfate-free PEG 정결액(SF-ELS; sulphate free-electrolyte lavage solution, NuLyte[®])이 개발되었다.⁴ PEG-ELS 용액이 PEG의 삼투효과와 sodium sulfate의 전기화학적 농도차에 의하여 수분이 이동하는 것과 달리 SF-ELS 정결액은 주로 PEG의 삼투효과에 의하여 이루어진다. 이 용액은 PEG와 다른 염의 농도를 늘이고 sodium sulfate의 양을 줄임으로써 총 염분량을 1/2로 낮추어 짠맛의 불쾌감을 줄였다. PEG-ELS 용액과 비교하여 환자 선호도가 높았고(76.6% vs. 23.4%) 대장 청결효과는 비슷한 것으로 보고되었다.⁵ 최근에는 PEG-ELS 정결액이나 SF-ELS 정결액에 여러 가지 과일 맛(Flavored form; 레몬, 체리, 파인애플, 오렌지 맛)을 첨가한 제품이 시판되고 있으며 국내에도 소개될 예정이다.

2. 안정성

이전에 쓰였던 설사제나 관장 등의 전처치와 비교하였을 때 대장정결 효과가 더 우수하며 식사제한이 필요없고, 소아 및 노인에서도 안정성과 효과가 입증되었다. 특히 신장, 간, 심장 질환이 의심되어 전해질 불균형이 나타날 위험이 있는 환자에서 비교적 안전하게

쓸 수 있는 정결액이다. 또한 이전의 방법에 비교하여 환자의 순응도가 높고, 대장의 조직학적 변화를 초래하지 않는 장점이 있다.⁶ 동물실험에서도 체중, 신체 기관의 무게, 간기능이나 각 기관의 현미경 소견에 변화를 주지 않는다. 그러나 2~4리터의 많은 양을 복용해야 하고 불쾌한 맛과 끈적이는 단점이 있다.

소화기 관련 부작용으로는 단시간 많은 양의 복용으로 인한 오심, 복통, 위출구 폐쇄 환자에서 용액의 흡인, 독성 대장염 등이 드물게 보고되고 있다. 또한 장폐쇄가 의심되는 환자에서는 이를 악화시킬 수 있으므로 1 L 정도 우선 투여한 후 별 문제가 없으면 시도하는 것이 좋다. 이외에도 드물게 정결액 복용 후 구토로 인한 말로리 와이즈 증후군이나 위장관 출혈의 악화가 나타나기도 한다. 많은 양의 정결액 복용에 의한 심폐 관련 부작용으로는 전신 부종, 폐부종, 심실부정맥 등이 매우 드물게 보고된다.

3. 복용 방법

대장정결액을 검사 전날 너무 일찍 복용하는 것은 장 내 소화액과 담즙이 밤 사이 축적되어 우측 대장을 중심으로 대장의 청결도를 저하시키므로 대장정결액 복용과 대장내시경 검사 사이의 기간을 잘 정하는 것이 중요하다.⁷ PEG 용액은 대장 내시경 검사가 오후에 예정된 경우 검사 전일 복용하는 것보다는 검사 당일 오전에 복용하는 것이 좋다. 대부분의 환자에서 정결액 복용 4시간 경과 후면 대장정결이 완료되므로 아침 9시에 복용을 시작하면 오후 1시 이후부터 검사하는 것이 추천된다.⁷ 정결액의 복용 방법은 기관별로 다를 수 있다. 짠맛을 덜 느끼게 하기 위하여 물을 타서 잘 흔들어주고 차게 먹는 것이 도움이 된다. 복용 속도는 10분 간격으로 250 mL 정도씩 복용하면 시간당 1.5 L 정도가 되며 4 L의 복용이 끝나거나 대변이 깨끗한 물로 나오면 중지한다. 대개는 다 마신 지 2~3시간 이상 경과 후 검사를 시행하게 된다. 혈변 등의 하부위장관 출혈이 의심되어 응급 대장내시경을 시행하는 경우에는 약 500 mL의 복용으로도 검사가 가능하다.⁸

대장내시경 검사 7~10일 전부터 철분제제와 변비를 유발하는 약제는 삼가해야 한다. 대장에 오래 남아 검사에 지장을 줄 수 있는 콩, 젤리, 깨, 씨 있는 과일과 대장 점막의 색조를 변화시킬 수 있는 육류나 자주색의 음료 등은 피해야 한다. 또한 삼투압을 변화시킬 수 있는 조미료, 향신료, 영양제 등은 염분의 흡수를 증가시킬 수 있어 주의가 필요하다.

Sodium phosphate 정결액

1. 특성과 작용기전

1990년 Vanner 등⁹이 처음 기술하였다. 시중에 판매되는 90 mL용 정결액(Fleet[®] Phospha-soda, Soline[®])에는 monobasic sodium phosphate 43.2 g과 bibasic sodium phosphate 16.2 g이 함유되어 있다. 고장성 용액으로 적은 양을 복용하더라도 삼투압 차에 따른 강한 설사효과를 나타낸다. 따라서 적은 양의 복용에도 불구하고 정결액 복용과 관련된 두 가지의 중요한 부작용이 문제가 될 수 있다. 첫째, 이 약물의 삼투작용으로 인하여 혈장 내 수분 손실로 인한 저혈량 상태가 초래될 가능성이 있고 둘째, 대부분의 환자에서 일시적이고 경한 고인산혈증이 발생하고 이차적으로 저칼슘혈증이 유발되어 부작용이 나타날 수 있다는 점이다. 최근 NaP 처방 증가로 인하여 심각한 부작용 건수가 늘면서 미국 식품의약품 안정청(FDA)에서는 대장내시경 검사를 위한 정결액으로서 효용성과 부작용에 대한 백서를 작성하여 주의를 요구하고 있다.

2. 안전성

NaP 정결액은 복용량이 적고 간편하여 환자의 순응도가 높고, PEG 용액과 비교하여 대장정결 효과가 비슷하거나 더 좋다(Table 1).⁹⁻²⁵ 그러나 과다복용으로 인한 사망환자가 보고^{26,27}되면서 정결액의 안정성에 대한 관심이 높아지게 되었다. NaP 정결액이 개발된 이후 2002년 5월까지의 부작용 관련 문헌을 정리한 연구 결과는 아래와 같다.

1) **혈역학적 변화:** NaP 정결액 개발 이후로 2002년 5월까지 진행된 26개의 연구를 통하여 2496명의 환자가 연구목적으로 NaP 정결액을 복용하였으며 한 환자에서 vasovagal syncope이 나타난 것 외에는 심각한 부작용은 보고되지 않았다.²⁸ 또한 NaP의 복용 후 혈역학적 변화를 연구한 5개의 연구결과에서도 10 mmHg 이상의 혈압 상승이 16~28%의 환자에서 관찰되었으나 PEG 정결액과 비교하여 차이는 없었다. 이 외에도 NaP의 복용 후 체중, 소변 및 혈중 삼투압의 경미한 변화와 혈관 내 혈장량의 감소가 관찰되었으나 임상적인 의의는 없었다.

2) **전해질 변화:** 전해질과 관련된 NaP의 부작용으로는 저칼륨혈증을 들 수 있으며 12개의 연구 중 9개의 연구결과에서 복용 후 의미있는 혈중 칼륨농도의 변화가 나타났다. 3개의 연구에서는 정상치보다 낮게 변화

Table 1. 대장정결액의 환자 순응도 및 대장정결 효과비교

Author	Ref. No.	No. of patients	Prep. solution	No. of analyzed	Conclusion of preparation	
					Tolerability	Quality
Vanner. ⁹		102	NaP	54	NaP better	NaP better
			PEG	48		
Seinela. ¹⁰		72	NaP	37	NaP=PEG	NaP=PEG
			PEG	35		
Pou Fernandez. ¹¹		638	NaP	488	NaP better	NaP=PEG
			PEG	158		
Young. ¹²		323	NaP	169	NaP better	NaP better
			PEG	154		
Arezzo. ¹³		300	NaP	100	NaP better	NaP better
			PEG	100		
Aronchick. ¹⁴		305	NaP	106	NaP=PEG	NaP=PEG
			PEG	100		
Chilton. ¹⁵		132	NaP	70	NA	PEG better
			PEG	73		
Lee. ¹⁶		159	NaP	71	NaP=PEG	NaP=PEG
			PEG	88		
Frommer. ¹⁷		486	NaP	161	NaP better	NaP better
			PEG			
Thompson. ¹⁸		116	NaP	61	NaP better	NaP=PEG
			PEG	55		
Kolts. ¹⁹		72	NaP	34	NaP=PEG	NaP better
			PEG	38		
Marshall. ²⁰		143	NaP	70	NaP Better	NaP=PEG
			PEG	73		
Cohen. ²¹		281	NaP	143	NaP better	NaP better
			PEG	138		
Afridi. ²²		147	NaP	72	NaP better	NaP=PEG
			PEG	71		
Golub. ²³		230	NaP	105	NaP better	NaP=PEG
			PEG	124		
Henderson. ²⁴		242	NaP	101	NaP better	NaP=PEG
			PEG	100		
Clarkston. ²⁵		98	NaP	49	NaP=PEG	NaP=PEG
			PEG	49		

하였으나²⁸ 임상적인 부작용은 나타나지 않았다. 또한 NaP의 복용 후 소듐의 농도변화를 관찰한 13개의 문헌 중 6개에서 소듐의 농도가 상승하였으나 경미하였고 역시 임상적 후유증은 없었다.²⁸

실제 NaP 정결액 복용 후 인체의 생화학적 변화를 연구한 결과,^{29,30} 임상적으로 의미있는 부작용은 나타나지 않았으나 정상 신기능을 가진 건강인에서도 혈중 인의 상승(평균 7.6 mg/dL)과 혈중 총칼슘과 이온화 칼

슘의 저하(평균 8.4 mg/dL와 4.6 mg/dL)를 유발하였다. 그러나 일부 환자에서의 고나트륨혈증, 저칼륨혈증, 대사성 산증 보고에도 불구하고 건강인에서는 임상적으로 중요한 정도의 탈수나 전해질 불균형은 일으키지 않아 대개는 안전한 약물로 평가되고 있다.³¹

3) 고인산혈증과 저칼슘혈증: 식이로 섭취한 인(phosphorus)은 대개 60~65%가 흡수되므로 NaP 정결액 복용 후에도 혈중 인 농도의 상승과 칼슘-인염의 축적으

Table 2. NaP 대장정결액 복용 후 성인에서 보고된 부작용 증례

Study	Indications	Age	Adverse event	Predisposing factors	Specific factors
Filho and Lassman. ³⁹	Colonoscopy	84	Symptomatic hypocalcemia, hypokalemia, hypernatremia	D	Dose
Boivin and Kahn. ⁴⁰	Colonoscopy	43	Symptomatic hypocalcemia	D	Dose
Tan et al. ⁴¹	Colonoscopy	75	Hypokalemia, hypernatremia	D	Dose
Tan et al. ⁴¹	Colonoscopy	73	Symptomatic hypocalcemia, hypokalemia, hypernatremia	D	Dose, pre-existing hyponatremia, hypokalemia
Tan et al. ⁴¹	Colonoscopy	66	Hypocalcemia, hypernatremia, hypotension, acute renal insufficiency, died after prolonged ICU stay	D	Dose
Escalante et al. ⁴²	Colonoscopy	41	Symptomatic hypocalcemia, hypomagnesemia	D	Dose, CRF
Ullah et al. ⁴³	Colonoscopy	55	Fatal hyperphosphatemia, acute renal failure	D	Dose
Ehrenpreis et al. ⁴⁴	Colonoscopy	45	Hypovolemia, hypocalcemia, hypernatremia	P	Inability to adequately rehydrate
Ehrenpreis et al. ⁴⁴	Colonoscopy	87	Symptomatic hypokalemia	P	Probably dehydration
Ehrenpreis et al. ⁴⁴	Colonoscopy	68	Symptomatic hypokalemia	P	Jejunioileal bypass
Ahmed et al. ⁴⁵	Colonoscopy	77	Symptomatic hypocalcemia, hypernatremia	N	
Ehrenpreis et al. ⁴⁶	Colonoscopy	65	Symptomatic hypokalemia	N	
Oh et al. ⁴⁷	Colonoscopy	66	Ischemic colitis	N	

D, definite predisposing factor; P, probably predisposing factor; N, no known predisposing factor.

로 혈중 칼슘농도가 감소한다. 칼슘-인 축적은 연조직의 칼슘침착을 유발시킬 수 있으며 대장정결액 용량으로도 혈중 칼슘-인 축적과 심장, 혈관, 신장, 폐, 위점막 등 조직의 석회화를 야기할 수도 있다. 654명의 환자를 대상으로 한 12개의 연구에서 NaP의 복용 후 혈중 칼슘 농도가 모두 감소하였으며 일부 환자에서는 정상치 아래로 감소하였다.²⁸ 그러나 NaP 복용 후 혈중 칼슘 농도의 절대 변화량은 미미하여 임상 증상을 유발하지 않았으며³¹ 저칼슘혈증과 고인산혈증을 대사적으로 악화시킬 수 있는 인자가 없는 경우에는 대부분이 안전하다.

수분 및 전해질 불균형의 과거력이 있는 환자, 심부전이나 불안정형 협심증, 급만성 신질환이나 복수를 동반한 간질환 환자에서는 일시적인 저칼슘혈증이라도 심한 부작용을 유발할 수 있어 주의를 요하며³² 장 폐쇄 소아 환자에서 심장 마비가 보고되어 5세 미만의 장 질환이나 신질환 환자는 금기이다.³³ 또한 장마비, 분변 매복, 장 폐쇄 환자에서 NaP를 복용하면 장 내에 인이 축적되면서 흡수가 증가하며, 그 외에도 과다복용, 신장 배설능의 장애로 고인산혈증이 심하게 올 수 있어 주의가 요구된다.²⁶

NaP의 복용 전후의 칼슘 농도변화에 따른 심전도 변화를 관찰한 연구결과에서 Q-Tc간격의 연장은 미미하였으며 모두 정상범주여서 전기생리학적인 영향은 거의 없었다. 그러나 드물게 칼슘-인의 소혈관 침착은 허혈성 심장질환을 악화시킬 수 있으며 동반된 저칼슘혈증으로 테타나나 심부정맥을 유발시킬 수 있다.³⁴ 신장의 세뇨관 독성과 이에 따른 대사성 산증의 결과로 급성 신부전이 나타날 수도 있다.

4) 대장점막의 변화: 일부 환자에서 크론병에서 보이는 aphthous ulcer와 유사한 병변을 유발할 수 있다.^{35,36} NaP 정결액 관련 대장염은 주로 좌측 대장에 호발한다. 대장내시경 소견에서 표재성의 비융합성 궤양이 다발성으로 관찰되며 주변 점막은 정상적으로 보여 크론병과는 감별된다. 조직학적으로는 급성 염증세포의 침착과 점막 기저부에 중성구의 국소적 침윤에 따른 선외염이 관찰되며 선외의 형태가 잘 보존되어 있고 선외 농양이나 육아종 등이 관찰되지 않아 크론병과 감별가능하다.³⁵ PEG 정결액의 2.3%와 비교하여 NaP 정결액 복용 후 대장점막의 aphthous ulcer 유사 병변의 발생률은 24.5%로 높다는 보고도 있으나⁶ 다른 보고에서는 2.6%로 빈도가 낮은 것으로 보고되었다.³⁷ 따라서

만성 설사나 염증성 장질환 환자에서는 원발 질환에 의한 병변과의 혼돈을 피하기 위하여 처방을 하지 않는 게 좋다.

3. 복용 방법

NaP 정결액은 90 mL를 검사 전날 저녁과 당일 아침 2번에 나누어 각각 45 mL씩 복용하며,¹⁷ 복용 시에는 구토를 예방하기 위하여 90 mL 이상의 물에 반드시 희석하여 복용한다. 또한 강한 삼투압에 의한 심한 탈수를 막기 위하여 정결액 복용 후 약 1 L의 물이나 전해질 음료를 마시도록 한다. 45 mL씩 복용하는 이유는 30 mL로는 대장정결효과가 충분하지 못한 연구결과에서 비롯되었다. 당일 아침에도 역시 90 mL 이상의 물에 반드시 희석하여 복용 후 500 mL 진후의 물을 추가로 복용하며 NaP 복용 3~4시간 후까지 장운동이 지속되므로³⁸ 대장경검사는 복용 후 최소 3시간 이상 경과한 다음 시행하고 4시간 이후에 환자가 귀가하도록 설명한다.

4. 부작용 증례

NaP 정결액 복용 후 성인에서 보고된 부작용은 9개의 논문에서 13명에서 관찰되었으며 Table 1에 요약하였다.³⁹⁻⁴⁹ 이들 중 7명은 의사의 용량처방이 권장량보다 많아(90 mL-1회, 135~360 mL) 발생하였고^{39-43,48} 1명은 환자 자신이 부주의로 과다 복용하여 발생하였다.⁴⁹ 지시한 양의 충분한 물과 함께 희석하여 복용하지 않은 경우 테타니에 의한 근육경직이 보고된 바도 있다.⁵⁰ 특히 이들 부작용은 신기능과 밀접한 관련을 보여 4명이 기저 신기능 장애가 있었고^{40-42,48} 1명은 신기능 정상인 신장절제술 환자,⁴⁸ 1명은 신장이식 후 신기능 정상인 환자이었다. 신기능의 이상이 있는 12명의 환자 중 4명에서 NaP 복용이나 관장 후 고인산혈증과 저칼슘혈증으로 사망한 증례가 보고된 바 있으며 최근에는 신장이식을 받고 정상의 신기능을 가진 환자에서 NaP 90 mL를 한 번에 복용 후 갑작스런 심장마비로 사망한 환자가 보고되기도 하였다.⁵¹ 또한 장 폐쇄, 장 마비, 공장-회장 문합술 등의 소화관 운동장애도 흔한 원인이었다.^{46,52} 공장-회장 문합술 환자에서는 비타민D의 흡수 장애로 인하여 칼슘의 장관흡수를 억제하여 저칼슘혈증을 악화시켰다.⁴⁶

따라서 여러 연구결과를 요약하면 우선 NaP 정결액 복용 후의 부작용은 대부분 부적절한 복용방법이나 용량을 초과한 경우에 발생하므로 환자에게 정확한 용량과 2회에 걸쳐 최소한 5시간 이상의 간격을 두고 충분

한 수분공급과 함께 복용하도록 지시하는 것이 필요하다. 둘째로는 일시적인 저칼슘혈증과 저혈량으로도 심한 부작용이 나타날 수 있는 기저 질환이 있는 경우, 즉 심부전, 급만성 신부전, 잠재적 신장질환, 복수를 동반한 간질환, 불안정형 협심증, 전해질 이상 환자, 흡수장애, 장 폐쇄 및 장 마비 등의 장 운동장애 환자는 NaP 정결액을 처방하지 않도록 해야 한다. 또한 조금이라도 이러한 상황이 의심되는 환자에서는 복용 전 환자의 전해질 상태나 신장 기능을 확인 후에 NaP 정결액의 복용여부를 판단하도록 한다.

5. 새로운 sodium phosphate 정제

최근 sodium phosphate 용액의 짜고 쓴맛을 느끼지 않도록 개발된 sodium phosphate salts 정제(Visicol, InKine Pharmaceutical Co. Inc. USA)는 20~40정의 고품 정제를 두 번에 나누어 각각 한 시간씩 750~1000 mL 정도의 물과 함께 복용한다. 정제약 1정에는 sodium phosphate monobasic monohydrate 1.102 g과 sodium phosphate dibasic anhydrous 0.398 g이 함유되어 있다. NaP 정결액 90 mL에 해당하는 40정의 약제를 최대 용량으로 두 번에 나누어 복용하게 된다.⁵³ PEG 정결액, NaP 정결액과의 무작위 비교 연구에서 복용이 쉽고 맛을 느끼지 않아 대장정결의 완성도가 높고 동등한 대장정결 효과를 가진 것으로 보고되었다.^{14,53} 그러나 최근 다른 연구에서는 NaP 정결액과의 무작위 비교에서 정제형 NaP는 대장정결 효과와 환자 순응도가 낮았으며⁵⁴ 복용 후 저나트륨혈증으로 인한 경련이 4명에서 보고되어 미국 FDA에서 주의를 요구한 바 있다.⁵⁵

PEG 정결액과 sodium phosphate 정결액의 대장정결 효과와 환자 순응도 비교

1990년에서 2003년 2월까지 두 정결액의 대장정결 효과와 환자 순응도를 비교한 17개 논문의 결과를 Table 1에 정리하였다.⁹⁻²⁵ 환자 순응도는 17개 중 11개 연구에서 NaP가 더 높았으며 대장정결 효과는 NaP가 대부분의 연구에서 비슷하거나 우수하였으며 PEG 정결액의 효과가 우수한 연구결과와는 한 개에 불과하였다. 1990년에서 1996년 사이에 발표된 8개 연구의 결과를 정리한 바에 따르면 대장 정결효과는 두 방법이 비슷하였고 대장 정결액 복용에 실패할 비교위험도는 NaP가 0.23배 낮았으며 대장정결도가 가장 우수할(excellent) 가능성은 NaP가 1.72배 높은 것으로 나타났다.⁵⁶ 검사 실패로 재검사를 시행하게 될 추정 재검률도 NaP가 3%

로 PEG 정결액의 8%에 비하여 낮아 비용 측면에서도 우수한 것으로 밝혀졌다. 또한 부작용면에서 전해질이 나 대사적 변화는 NaP 정결액 복용군에서 많았으나 건강인에서 임상적으로 중요한 변화는 동반하지 않았다. Cohen 등²¹의 보고에 의하면 대장내시경 검사 후 정결법으로 PEG 용액복용을 선호한 환자는 19%에 불과한 반면 sodium phosphate 용액을 선호한 환자는 83%로 환자 순응도가 높음을 보고하였다. 대장의 청결도 측면에서도 sodium phosphate 방법은 대장의 90%를 적절히 관찰할 수 있었으나 PEG방법의 관찰범위는 68~73%에 불과하였다. 결과적으로 NaP 정결액은 PEG 정결액과 비교하여 대장정결 효과는 비슷하면서 환자의 순응도나 만족도, 비용과 안정성 측면에서 더 나은 효과를 보였다.

결 론

현재 가장 효과적이어 널리 쓰이고 있는 PEG 정결액과 NaP 정결액은 환자의 불편을 줄이고 보다 편안한 대장정결을 목적으로 다양한 변천을 거쳐 진화되어 왔다. NaP 정결액은 여러 무작위 비교연구를 통하여 대장정결 효과와 환자 순응도가 PEG 정결액보다 우수한 점이 입증되어 최근 내시경의사로부터의 처방이 증가하는 추세에 있다. 미국 통계에 따르면 NaP 정결액 처방건수는 1991년 100만 건 미만에서 2001년에는 500만 건을 초과하여 빠른 속도로 증가하였다. 그러나 1997년에서 2002년 사이에 NaP 정결액이나 관장액과 관련된 여러 부작용이 139건을 넘어서고 8명의 사망이 보고되었으며 같은 기간 PEG 정결액에 의한 부작용은 100건이 접수되었고 30건은 심각한 부작용이었으며 6명은 사망하여 대장정결액의 부작용에 대한 관심이 증가하고 있다.

따라서 대장정결액의 선택은 대장정결 효과와 환자 순응도도 중요하지만 비록 빈도가 낮더라도 심각한 부작용을 피하기 위하여 각 정결액의 특성을 이해하고 대장정결 과정에서 부작용이 예상되는 환자의 기저 질환을 면밀히 검토한 후에 신중히 선택하여야 한다. 또한 일단 선택하면 환자에게 정결액의 용량, 복용 간격과 방법을 정확하게 교육하는 것이 중요하다. 아울러 대장내시경을 시행하는 의사는 대장정결액 복용 후 부작용이 우려되는 환자로 판단되는 경우 체크리스트를 통하여 꼼꼼히 기저 동반질환을 점검하는 것도 좋은 요령이라 생각되며 향후 시술자-환자 모두의 공동만족을 위한 정결효과와 안정성, 환자 순응도를 동시에 개선한 차세대 대장정결액의 개발을 기대한다.

참 고 문 헌

1. 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.
2. 김현수. 제26회 대한소화기내시경학회 세미나 2002, pp 63-70, 이상적인 대장의 전처리.
3. Davis GR, Santa Ana CA, Morawski SG, Fordtran JS. Development of lavage solution associated with minimal water and electrolyte absorption or secretion. *Gastroenterology* 1980;78:991-995.
4. Fordtran JS, Santa Ana CA, Cleveland MvB. A low-sodium solution for gastrointestinal lavage. *Gastroenterology* 1990;98:11-16.
5. 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.
6. Zwas FR, Cirillo NW, el-Serag HB, Eisen RN. Colonic mucosal abnormalities associated with oral sodium phosphate solution. *Gastrointest Endosc* 1996;43:463-466.
7. Church JM. Effectiveness of polyethylene glycol antegrade gut lavage bowel preparation for colonoscopy: timing is the key! *Dis Colon Rectum* 1998;41:1223-1225.
8. Jensen DM, Machicado GA. Diagnosis and treatment of severe hematochezia. The role of urgent colonoscopy after purge. *Gastroenterology* 1988; 95:1569-1574.
9. Vanner SJ, MacDonald PH, Paterson WG, et al. 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.
10. Seinela L, Pehkonen E, Laasanen T, Ahvenainen J. Bowel preparation for colonoscopy in very old patients: randomized prospective trial comparing oral sodium phosphate and polyethylene glycol electrolyte lavage solution. *Scand J Gastroenterol* 2003;38:216-220.
11. Pou Fernandez JM, Rodriguez Munoz S, Sala Felis T. Characterization of the safety, effectiveness and use of oral sodium phosphate. *Rev Esp Enferm Dig* 2001;93:214-225.
12. Young CJ, Simpson RR, King DW, Lubowski DZ. Oral sodium phosphate solution is a superior colonoscopy preparation to polyethylene glycol with bisacodyl. *Dis Colon Rectum* 2000;43:1568-1571.
13. Arezzo A. Prospective randomized trial comparing bowel cleaning preparations for colonoscopy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2000;10:215-217.
14. Aronchick CA, Lipshutz WH, Wright SH, Dufayne F, Bergman G. A novel tableted purgative for colonoscopic preparation: efficacy and safety comparisons with Colyte and Fleet Phospho-Soda. *Gastrointest Endosc* 2000;52:346-352.

15. Chilton AP, O'Sullivan M, Cox MA, Loft DE, Nwokolo CU. A blinded, randomized comparison of a novel, low-dose, triple regimen with fleet phospho-soda: a study of colon cleanliness, speed and success of colonoscopy. *Endoscopy* 2000;32:37-41.
16. Lee J, McCallion K, Acheson AG, Irwin ST. A prospective randomized study comparing polyethylene glycol and sodium phosphate bowel cleansing solutions for colonoscopy. *Ulster Med J* 1999;68:68-72.
17. Frommer D. Cleansing ability and tolerance of three bowel preparations for colonoscopy. *Dis Colon Rectum* 1997;40:100-104.
18. Thomson A, Naidoo P, Crotty B. Bowel preparation for colonoscopy: a randomized prospective trial comparing sodium phosphate and polyethylene glycol in a predominantly elderly population. *J Gastroenterol Hepatol* 1996;11:103-107.
19. Kolts BE, Lyles WE, Achem SR, Burton L, Geller AJ, MacMath T. A comparison of the effectiveness and patient tolerance of oral sodium phosphate, castor oil, and standard electrolyte lavage for colonoscopy or sigmoidoscopy preparation. *Am J Gastroenterol* 1993;88:1218-1223.
20. Marshall JB, Pineda JJ, Barthel JS, King PD. Prospective, randomized trial comparing sodium phosphate solution with polyethylene glycol electrolyte lavage for colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1993;39:631-634.
21. Cohen SM, Wexner SD, Binderow SR, et al. Prospective, randomized endoscopic blinded trial comparing precolonoscopy bowel cleansing methods. *Dis Col Rectum* 1994;37:689-696.
22. Afridi SA, Barthel JS, King PD, Pineda JJ, Marshall JB. Prospective, randomized trial comparing a new sodium phosphate-bisacodyl regimen with conventional PEG-ES lavage for outpatient colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1995;41:485-489.
23. Golub RW, Kerner BA, Wise WE, et al. Colonoscopic bowel preparations-which one? *Dis Col Rectum* 1995;38:594-599.
24. Henderson JM, Barnett JL, Turgeon DK, et al. Single-day, divided-dose oral sodium phosphate laxative versus intestinal lavage as preparation for colonoscopy: Efficacy and patient tolerance. *Gastrointest Endosc* 1995;42:238-243.
25. Clarkston WK, Tsen TN, Dies DF, Schratz CL, Vaswani SK, Bjerregaard P. Oral sodium phosphate versus sulfate-free polyethylene glycol electrolyte lavage solution in outpatient preparation for colonoscopy: a prospective comparison. *Gastrointest Endosc* 1996;43:42-48.
26. Fass R, Do S, Hixon LJ. Fatal hyperphosphatemia following Fleet Phospho-soda in a patient with colonic ileus. *Am J Gastroenterol* 1993;88:929-932.
27. Taylor MR. Laxative drug products for over-the-counter human use; proposed amendment to the tentative final monograph. *Fed Regis* 1994;89:1118-1119.
28. Hookey LC, Depew WT, Vanner S. The safety profile of oral sodium phosphate for colonic cleansing before colonoscopy in adults. *Gastrointest Endosc* 2002;56:865-902.
29. DiPalma JA, Buckley SE, Warner BA, Culppeper RM. Biochemical effects of oral sodium phosphate. *Dig Dis Sci* 1996;41:749-753.
30. Warner BA, DiPalma JA. Oral sodium phosphate catharsis: 'First do no harm'. *Am J Gastroenterol* 1994;89:1118-1119.
31. Huynh T, Vanner S, Paterson W. Safety profile of 5-h oral sodium phosphate regimen for colonoscopy cleansing: Lack of clinically significant hypocalcemia or hypovolemia. *Am J Gastroenterol* 1995;90:104-107.
32. American Society for Gastrointestinal Endoscopy. Preparation of patients for gastrointestinal endoscopy. *Gastrointest Endosc* 1998;48:691-694.
33. Harrington L, Schuh S. Complications of Fleet enema administration and suggested guidelines for use in the pediatric emergency department. *Pediatric Emergency Care* 1997;13:225-226.
34. Vukasin P, Weston LA, Beart RW. Oral fleet phospho-soda laxative-induced hyperphosphatemia and hypocalcemic tetany in an adult. *Dis Colon Rectum* 1997;42:858-860.
35. Watts DA, Lessells AM, Penman ID, Ghosh S. Endoscopic and histologic features of sodium phosphate bowel preparation-induced colonic ulceration: case report and review. *Gastrointest Endosc* 2002;55:584-587.
36. Hixson LJ. Colorectal ulcers associated with sodium phosphate catharsis. *Gastrointest Endosc* 1995;42:101-102.
37. Driman DK, Preiksaitis HG. Colorectal inflammation and increased cell proliferation associated with oral sodium phosphate bowel preparation solution. *Hum Pathol* 1998;29:972-978.
38. Linden TB, Waye JD. Sodium phosphate preparation for colonoscopy: onset and duration of bowel activity. *Gastrointest Endosc* 1999;50:811-813.
39. Filho AJ, Lassman MN. Severe hyperphosphatemia induced by a phosphate-containing oral laxative. *Ann Pharmacother* 1996;30:141-143.
40. Boivin MA, Kahn SR. Symptomatic hypocalcemia from oral sodium phosphate: a report of two cases. *Am J Gastroenterol* 1998;93:2577-2579.
41. Tan HL, Liew QY, Loo S, Hawkins R. Severe hyperphosphatemia and associated electrolyte and metabolic derangement following the administration of sodium phosphate for bowel preparation. *Anaesthesia* 2002;57:478-483.
42. Escalante CP, Weiser MA, Finkel K. Hyperphosphatemia associated with phosphorus-containing laxatives in a patient with chronic renal insufficiency. *South Med J* 1997;90:240-242.
43. Ullah N, Yeh R, Ehrinpreis M. Fatal hyperphosphatemia from a phosphosoda bowel preparation. *J Clin Gastroenterol* 2002;34:457-458.
44. Ehrenpreis ED, Noguera JJ, Botoman VA, Bonner GF, Zaitman D, Secret KM. Serum electrolyte abnormalities secondary to Fleet's Phospho-Soda colonoscopy prep. A review of three cases. *Surg Endosc* 1996;10:1022-1024.

45. Ahmed M, Raval P, Buganza G. Oral sodium phosphate catharsis and acute renal failure. *Am J Gastroenterol* 1996;91:1261-1262.
 46. Ehrenpreis ED, Wieland JM, Cabral J, Estevez V, Zaitman D, Secrest K. Symptomatic hypocalcemia, hypomagnesemia, and hyperphosphatemia secondary to Fleet's Phospho-Soda colonoscopy preparation in a patient with a jejunoileal bypass. *Dig Dis Sci* 1997;42:858-860.
 47. Oh JK, Meiselman M, Lataif LE Jr. Ischemic colitis caused by oral hyperosmotic saline laxatives. *Gastrointest Endosc* 1997;45:319-322.
 48. Fine A, Patterson J. Severe hyperphosphatemia following phosphate administration for bowel preparation in patients with renal failure: two cases and a review of the literature. *Am J Kidney Dis* 1997;29:103-105.
 49. McConnell TH. Fatal hypocalcemia from phosphate absorption from laxative preparation. *JAMA* 1971;216:147-148.
 50. Shaoul R, Wolff R, Seligmann H, Tal Y, Jaffe M. Symptoms of hyperphosphatemia, hypocalcemia, and hypomagnesemia in an adolescent after the oral administration of sodium phosphate in preparation for a colonoscopy. *Gastrointest Endosc* 2001;53:650-652.
 51. Ullah N, Yeh R, Ehrinpreis M. Fatal hyperphosphatemia from a phosphosoda bowel preparation. *J Clin Gastroenterol* 2002;34:457-458.
 52. Fass R, Do S, Hixson LJ. Fatal hyperphosphatemia following Fleet Phospho-Soda in a patient with colonic ileus. *Am J Gastroenterol* 1993;88:929-932.
 53. Kastenber D, Chasen R, Choudhary C, et al. Efficacy and safety of sodium phosphate tables compared with PEG solution in colon cleansing: two identically designed, randomized, controlled, parallel group, multicenter phase III trials. *Gastrointest Endosc* 2001;54:705-713.
 54. Balaban DH, Leavell BS Jr, Oblinger MJ, Thompson WO, Bolton ND, Pambianco DJ. Low volume bowel preparation for colonoscopy: randomized, endoscopist-blinded trial of liquid sodium phosphate versus tablet sodium phosphate. *Am J Gastroenterol* 2003;98:827-832.
 55. Mackey AC, Shaffer D, Prizont R, Prizant R. Seizure associated with the use of visicol for colonoscopy. *N Engl J Med* 2002;346:2095.
 56. Hsu CW, Imperiale TF. Meta-analysis and cost comparison of polyethylene glycol lavage versus sodium phosphate for colonoscopy preparation. *Gastrointest Endosc* 1998;48:276-282.
-