



## 위장관 정화방법을 통한 독성 물질의 흡수 방지

연세대학교 원주의과대학 내과학교실

한병근 · 최승옥

### Gut Decontamination in the Treatment of Ingested Poisons

Byoung Geun Han, M.D., Seung Ok Choi, M.D.

Department of Nephrology, Yonsei University Wonju college of Medicine, Wonju, Korea

대부분의 급성 중독은 구강을 통한 원인물질의 섭취로 인하여 발생하는데 중독물질을 위장관 내에서 제거하고 흡수를 방지하는 것은 우선적으로 시행할 수 있는 치료 방법중의 하나이다. 구토제의 투여, 위장세척, 활성탄의 투여, 하제의 사용, whole-bowel irrigation 등과 같은 방법이 사용되는데 이들 방법의 적응증이나 효과에 대하여 아직 논란이 되고 있어 임상에서 적용시 충분한 이해가 필요하다.

이들 방법의 효용성과 합병증에 대한 임상적 연구보다 동물 및 인체에서의 약리학적인 연구에 의존해 왔으므로 위장관 정화방법(gut decontamination)의 유용성에 대한 평가는 제한적이라 할 수 있다. 또한 치명적인 약물 중독의 치료 방법에 있어 기존의 위장관 정화방법보다는 대중적인 치료가 더 강조되기도 하는 상황에서<sup>1,2)</sup> 치료적 접근 방법으로 위장관 정화방법을 시행하는 경우에 있어서 중독약물 자체가 갖는 위험성이 있는지; 임상적으로 의미있는 수준의 양을 제거할 수 있는지; 약물을 제거하는 것이 환자의 치료경과에 도움을 주는지; 치료에 따른 위험성은 없는지; 중독물질의 흡수를 제한하고 효과적으로 치료를 할 수 있는 다른 방법이 있는지를 고려하여야 한다.

이에 저자들은 위장관 정화방법들에 대한 개략적인 면을 살펴보고자 한다.

#### 구토제 : Syrup of Ipecac

##### 1. 적응증

Ipecac 시럽은 위장관의 peripheral sensory receptor를 활성화하고 central vomiting center를 자극시켜 구토를 일으키는데<sup>3)</sup> 구토가 위장으로부터 약물의 제거에 도움이 되는 의식이 명료한 환자에게 투여하며, 독소 자체의 흡수가 지연되는 경우나 위장 내 음식물, 약물(anticholinergics, narcotics, ganglionic blockers, aluminum hydroxide), 또는 환자의 임상 상태(통증, 궤양, 장마비, 급성 복증, 외상, 심근경색)에 따라 약물의 흡수나 이동이 지연되는 경우가 아니면 중독 물질을 먹은지 4~6 시간 후에는 효과가 없다.

##### 2. 투여 방법

6~12개월의 영아는 5~10 mL에 15 mL/kg 정도의 물을 더해 주고 12개월에서 12세까지의 어린이는 15 mL에 물을 240 mL 더해 투여한다. 12세 이상에서는 ipecac 시럽 30 mL에 240~480 mL의 물을 더해 주고 구토가 충분하지 않으면 20~30분 내에 다시 투여한다.

##### 3. 금기증

경련유발 약물, 빠르게 흡수를 유도하는 약물, 서서히 유리되는 theophylline, 흡수가 잘 안되는 hydrocarbon

책임저자: 최 승 옥

강원도 원주시 일산동 162

연세대학교 원주의과대학 내과학교실

Tel: 033) 741-1241, Fax: 033) 731-5884

E-mail: kidney77@wonju.yonsei.ac.kr

등의 중독이거나 임신, 출혈성향, 과도한 구토, 심각한 심장질환 등이 있을 경우는 가급적 ipecac 시럽을 사용하지 않는 것이 좋으며 중독 후 너무 많은 시간이 경과 했거나 환자가 이미 구토를 하고난 경우, 섭취한 약물이 서맥의 원인이 될 수 있는 경우(digitalis, beta blocker, calcium channel blocker), 환자가 너무 어리거나 너무 고령인 경우도 피하는 것이 좋다<sup>4)</sup>.

절대적 금기증으로 6개월 미만의 영아, 혼수상태나 경련중인 환자, 부식성 물질, 연하반사의 장애가 있는 경우, 날카로운 고형물질을 같이 섭취한 경우이며 독성이 강하지 않은 철분이 없는 비타민, 소량의 acetaminophen, 일부 항생제, 락스의 섭취, 그리고 의식 수준을 변화시킬 수 있는 항히스타민제, opioid, benzodiazepine, ethanol, TCA, phenothiazine 등의 약물을 섭취한 경우에도 금기증이다.

## 위 세척 : Gastric Lavage

### 1. 적응증

위세척의 효과는 중독물질의 섭취와 세척사이의 시간 경과, 섭취한 양, 중독물질 본래의 특성, 그리고 흡수 속도에 달려 있다. 위세척은 중독물질에 노출된 후 즉시 시행되었을 때는 ipecac 시럽보다 더 효과적이거나<sup>5,6)</sup> 섭취 1시간 정도 후에 시행했을 경우에는 약물의 흡수를 감소시키기 위해 시행되는 구토 유발과 위세척 사이에는 특별한 차이점이 없고 오히려 활성탄의 투여가 더 효과적인 것으로 알려져 있다<sup>7,11)</sup>. 위세척이 환자의 예후를 좋게 한다는 증거는 없으며 흡인성 폐렴과 같은 중요한 합병증을 초래할 수 있어 중독환자에게 관례적으로 사용해서는 안된다. 생명을 위협할 정도의 과다 용량을 섭취하였으나 의식이 명료하고 성취한지 1~2시간이 지나진 않은 환자를 대상으로 하되 시술 도중에 유발될 수 있는 기관지 내로의 흡인을 충분히 예방할 수 있는 준비가 필요하다.

### 2. 위세척 방법

1) 위세척이 적절한 치료라고 판단이 되면 경험이 있는 숙련된 의료진에 의해 환자를 안심시키고, 의식이 있는 경우에, 합병증 등을 최소화 하도록 해야 한다.

2) 환자가 의식이 있고 동의한다면 시술에 대해 설명해 주어야 한다. 그 시술을 사전에 경험해 보지 못한 환자들에게 관을 위에 넣는 이유와 방법, 그리고 시술이 힘들어도 빠른 치료를 위해 필요함을 설명해야 한다. 만약 환자

가 어떤 이유에서든 시술에 대한 동의를 거부하면 더 큰 합병증을 유발할지도 모르므로 강제적으로 시행해서는 안된다.

3) 시술을 행하기 전에 기관지에 존재하는 이물질에 대한 제거흡입술이 즉시 수행될 수 있도록 준비해야 한다.

4) 구역반사(gag reflex)가 없는 혼수 상태의 환자에서는 구강 내 또는 비강 내 기도삽관이 위세척 전에 시행되어야 한다.

5) 환자는 위세척이 용이하도록 머리쪽을 20도 낮춘 좌측와위를 취한다<sup>12)</sup>.

6) 필요한 관의 길이는 삽입 전에 측정하고 표시한다.

7) 성인은 커다란 구멍을 가진 36~40 Fr (직경:12~13.3 mm) 정도의 튜브를 사용하고 아이들에게는 16~28 Fr (직경:5.3~9.3 mm) 정도를 사용하는데 끝이 둥글고 위에 잘 도달하기 위해 충분한 강도를 가지고 있어야 하며 비강을 통해 넣는 튜브는 구멍이 작아 약물이 잘 통과할 수 없고 비강내 점막에 손상을 입힐 수 있어 가급적 사용을 하지 않는 것이 좋다.

8) 환자가 발버둥치면 강제로 관을 통과시키기 위해 힘을 주어서는 안된다. 관이 통과되면 정확한 삽입을 확인하기 위해 공기를 주입하고 청진하거나 내용물의 pH를 측정해서 확인한다.

9) 위세척은 적은 양의 용액을 사용하는데 성인의 경우 38도 정도의 따뜻한 생리식염수나 물을 200~300 mL 정도 사용하고 어린아이일 경우 체중 kg당 10~20 mL를 사용하는데 저나트륨혈증이나 수분중독을 피하기 위해 물은 피한다. 한번에 많은 양을 사용하면 위세척 동안 위 내용물이 십이지장으로 들어갈 수 있어 적은 양의 물을 사용한다. 따뜻한 용액은 아주 어리거나 노인에게 다량의 위세척 수액으로 인해 발생하는 저체온증의 위험을 감소시킨다.

10) 위 세척은 더 이상 이물질이 보이지 않고 배출되는 세척액이 깨끗해 질 때까지 계속 시행한다<sup>13)</sup>.

### 3. 위세척의 금기와 합병증

위세척은 의식이 저하되어 기관지 내로 흡입될 가능성이 있거나 출혈이나 천공의 위험이 있는 환자에서 절대적으로 금기이다. 또한 hydrocarbon, 부식성 약제 등의 섭취 시에도 하지 말아야 한다<sup>13)</sup>. 합병증으로 후두경련, 흡인성 폐렴, 서맥, 기계적인 위장관 손상 등이 발생할 수 있다.

## 활성탄 : Activated Chacoal

1980년대에 들어서 ipecac 시럽이나 위세척의 효과가

크게 인정받지 못하는 가운데 섭취 한시간 내에 활성탄을 투여하면 섭취한 약물의 흡수를 50%까지 감소시킨다는 인체 실험이 알려지면서 위장관 정화의 첫번째 수단으로 활성탄의 선택이 증가되었다<sup>14)</sup>. 또한 활성탄의 투여가 구토와 위세척 방법보다 부작용이 적다는 점을 들어 약물중독의 치료에서 우선적으로 선택되어야 한다는 주장도 있으며<sup>15-17)</sup>, 활성탄-위세척-활성탄의 방법이나 ipecac 시럽 60 mL 투여 5분 후에 활성탄을 투여하는 복합적인 방법도 시도되고 있다<sup>15,18-20)</sup>. 그러나 최근에 Merigian 등은 보존적 치료와 활성탄을 투여한 환자의 경과를 비교하여 활성탄의 투여가 오히려 구토를 더 유발시키고 응급실 치료 시간을 연장시켰다고 보고하였다<sup>2)</sup>.

### 1. 적응증

Theophylline 중독의 치료에 유용하며 치사량의 phenobarbital, carbamazepine, quinine, dapsone, aspirin 등을 섭취했을 때 투여를 고려해 볼 수 있다<sup>21)</sup>. 반면에 dapsone과 carbamazepine을 포함한 digoxin, digitoxin, phenytoin, sodium valproate, meprobamate, cyclosporine 등의 중독에서는 아직 효능이 확립되지 않았으며 cyclic antidepressants의 배설을 촉진하지 않는 것으로 알려져 있다.

### 2. 활성탄의 반복투여와 투여 용량

**Table 1.** Efficacy of multiple-dose activated charcoal in enhancing drug elimination

| Efficacy                 | Drug                              |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Effective                | Phenobarbital                     |
|                          | Theophylline                      |
|                          | Carbamazepine                     |
|                          | Salicylates                       |
|                          | Quinine                           |
|                          | Digitoxin                         |
|                          | Dapsone                           |
| Questionably effective   | Sustained-release pharmaceuticals |
|                          | Thyroid hormone                   |
|                          | Valproate                         |
|                          | Anticholinergic agents            |
|                          | Antihistaminic agents             |
| Unlikely to be effective | Tricyclic antidepressants         |
|                          | Phenothiazines                    |
|                          | Propoxyphene                      |
|                          | Aminoglycoside antibiotics        |
|                          | Calcium channel blockers          |

활성탄의 반복 사용으로 약물의 제거가 증가된다는 내용(Table 1)은 충분히 주목의 대상이 되지만 위장정화의 다른 방법과 비교하여 이환율이나 사망률을 감소시키지 못하는 것으로 알려져 있고 활성탄의 사용 간격보다는 총 투여량이 더 중요하다<sup>22)</sup>. 소아에서는 활성탄을 1~2 g/kg 정도 사용하며 성인의 경우 소화관을 채우기 위해서는 50~100 g (1 g/kg)이 필요하다.

### 3. 사용시 주의점

활성탄 사용의 단점으로 불쾌한 맛과 구토 유발, 변비 및 설사, 폐 흡인, 탈수 환자에서의 소화관 폐쇄 등이 있고 반복 사용으로 인한 장폐쇄의 원인이 될 수 있어 장음이 감소되어 있거나 장마비 또는 소장 폐쇄가 있으면 사용하지 말아야 하며<sup>23,24)</sup> 매번 하제와 같이 사용하면 소아에서는 전해질 불균형이나 심한 탈수가 일어날 수 있다<sup>25)</sup>.

## 하제 : Cathartics

### 1. 적응증

중독환자에서 사용되는 하제는 saline (magnesium citrate, magnesium sulfate, sodium sulfate, disodium phosphate)과 saccharides (sorbitol) 등 두가지가 있다. 위장관 내 용액의 삼투성 저류가 motility reflexes를 활성화시키고 배출을 증강시켜<sup>26,27)</sup> 장에서 약물의 통과시간을 줄이고 활성탄의 반복투여로 인한 변비를 감소시킬 수 있다.

### 2. 용량

Sorbitol은 saline 하제보다 더 효과적으로 많이 사용되며 활성탄의 좋지 않은 맛을 감소시킨다. 상용량은 체중 1 kg당 70% sorbitol용액 1~2 ml인데 성인에서는 1 g/kg, 소아에서는 0.5 g/kg를 사용한다. Magnesium citrate (10% solution)는 소아에서 4 mL/kg, 성인에서 250 mL을 투여하며 magnesium sulfate는 소아에서 250 mg/kg, 성인에서 15~20 g을 사용한다.

### 3. 금기증

부식제를 음독했거나 심한 설사, adynamic 또는 dynamic ileus, 심한 전해질 이상, 최근 장수술을 한 경우 하제의 투여를 피해야 하며 장음이 들리지 않을 경우 주의

해야 한다. 탈수가 동반된 환자는 가급적 주지 말아야 하며 고마그네슘혈증의 발생도 주의해야 한다<sup>28)</sup>.

### 전장관 세척 : Whole-bowel Irrigation (WBI)

WBI는 위장관을 비우는데 효과적이고 빠른 방법이다. 1980년대부터 사용된 high-molecular-weight polyethylene glycol (PEG-3350)과 isosmolar electrolyte solution (PEG-ELS)은 위장관을 정화하는데 안전하고 효과적으로 사용되고 있고<sup>29)</sup> 배변을 유발하는 하제보다 더 많은 내용물을 제거하여 전체 소화관을 깨끗하게 한다. 새로운 장세척액으로 GoLyte와 Colyte 등이 실용화되어 있고 WBI에서 PEG-ELS 용액의 사용은 혈청 전해질이나 혈청 삼투압, 체중, 헤마토크릿에 중요한 변화를 일으키지 않는다<sup>30)</sup>. PEG-3350은 mannitol과 같이 복부팽만을 유발하지 않으며 divalent sulfate 이온이 sodium의 active transport를 방해하고 용액의 등장성을 유지함으로써 장벽에서 체액의 이동을 막으며 염증성 장질환이 있는 경우라도 소화관 내에서 거의 흡수되지 않는다<sup>31)</sup>.

#### 1. 적응증

WBI의 주요 적응증은 고독성 물질을 과량 섭취했을 경우; 과량을 복용 후 4시간 이상 지연되어 도착했을 경우; 합병증과 치사율이 높고 지속적으로 분비(sustained-release)되는 약물을 과량 섭취했을 경우; 포장된 채로 약물을 섭취했을 경우; 활성탄으로 흡착되지 않는 물질을 섭취했을 경우; 방사선 검사로 발견할 수 있는 물질(arsenic, carbon tetrachloride, mercury, thallium)을 섭취했을 경우이다<sup>32-35)</sup>. 또한 활성탄으로 흡착이 되지 않는 철분 정제를 다량 섭취하고 이미 위 유문부를 통과했을 경우나 소형 장난감의 배터리 등을 먹었을 경우에도 WBI가 안전하고 효과적인 방법이다<sup>36-38)</sup>.

활성탄은 powdered PEG를 흡착시키므로 활성탄을 반복하여 투여하면 WBI의 효율을 감소시키고, WBI를 하기 전에 활성탄을 먼저 주는 것은 효율성을 감소시키지는 않는다<sup>39,40)</sup>.

#### 2. 방법

우선 환자를 변기에 앉게 한 후 위장까지 튜브를 넣은 후 PEG-ELS 용액을 넣거나 입으로 먹게 하는데 활성탄을 WBI 전에 주기도 한다. 오심이나 구토를 줄이기 위해 정

맥으로 metoclopramide를 투여할 수 있고 수액은 보통 성인의 경우 2 L/hr, 소아의 경우 0.5 L/hr (25~40 mL/kg)의 속도로 준다. PEG-ELS 용액은 저체온증을 막기 위해 상온에서 주는데 투여한 액과 직장을 통해 배출되는 용액의 성상이 비슷할 때까지 보통 2~6시간 정도에 걸쳐 투여한다.

#### 3. 주의점과 금기증

경한 오심, 구토, 복부 팽만, 복통, 수면 장애, 항문 자극 등을 호소할 수 있으며, 기도가 적절히 보호되지 않았거나 위장관 계통에 폐쇄, 마비, 출혈, 천공 등과 같은 질병이 동반되어 있거나 기능상 문제가 있는 경우에는 피해야 한다.

앞에서 살펴본 바와 같이 약물 중독에 의한 응급 처치 방법은 응급실에서 주어진 환경에 따라 다양한 치료 방법을 동원할 수 있으나 원인 물질의 종류와 성격, 중독량, 중독 상태의 경과 시간, 환자의 임상적 상태에 따라 적절한 위장관 정화방법을 선택하여 사용할 수 있겠으며 적응증과 금기증을 판별하고 부작용에 대한 주의 깊은 관심이 수반되어야 하겠다.

### 참고문헌

1. Merigian KS, Blaho KE. Diagnosis and management of the drug overdose patient. *Am J Ther* 1997; 4: 99-113.
2. Merigian KS, Blaho KE. Single dose oral activated charcoal in the treatment of the self-poisoned patient: a prospective, randomized, controlled trial. *Am J Ther* 2002; 9: 301-8.
3. Stewart J. Effect of emetic and cathartic agents on the gastrointestinal tract and the treatment of toxic ingestion. *J Toxicol Clin Toxicol* 1983; 20: 199-253.
4. Wrenn K, Rodewald L, Dockstader L. Potential misuse of ipecac. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 1408-12.
5. Tandberg D, Diven BG, McLeod JW. Ipecac-induced emesis versus gastric lavage: A controlled study in normal adults. *Am J Emerg Med* 1986; 4: 205-9.
6. Auerbach PS, Osterloh J, Braun O, Hu P, Geehr EC, Kizer KW et al. Efficacy of gastric emptying: Gastric lavage versus emesis induced with ipecac. *Ann Emerg Med* 1986; 55: 692-8.
7. Tenenbein M, Cohen S, Sitar DS. Efficacy of ipecac-induced emesis, orogastric lavage, and activated charcoal for acute drug overdose. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 838-41.
8. Danel V, Henry JA, Glucksman E. Activated charcoal, emesis, and gastric lavage in aspirin overdose. *Br Med J* 1988; 296:1507.
9. Watson WA, Leighton J, Guy J, Bergman R, Garriott JC.

- Recovery of cyclic antidepressants with gastric lavage. *J Emerg Med* 1989; 7: 373-7.
10. Comstock EG, Boisabuin EV, Comstock BS, Faulkner TP. Assessment of the efficacy of activated charcoal following gastric lavage in acute drug emergencies. *J Toxicol Clin Toxicol* 1982; 19: 149-65.
  11. Hodgkinson DW, Jellett LB, Ashby RH. A review of the management of oral drug overdose in the accident and emergency department of the Royal Brisbane Hospital. *Arch Emerg Med* 1991; 8: 8-16.
  12. Burke M. Gastric lavage and emesis in the treatment of ingested poisons: A review and a clinical study of lavage in ten adults. *Resuscitation* 1972; 1: 91-105.
  13. Krenzelok E, Vale A. Position statement: gut decontamination. American Academy of Clinical Toxicology, European Association of Poisons Centres and Clinical Toxicologists. 1997; 35: 675-786.
  14. Tenenbein M, Cohen S, Sitar DS. Efficacy of ipecac-induced emesis, orogastric lavage, and activated charcoal for acute drug overdose. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 838-41.
  15. Albertson TE, Derlert RW, Foulke GE, Minguillon MC, Tharratt SR. Superiority of activated charcoal alone compared with ipecac and activated charcoal in the treatment of acute toxic ingestions. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 101-4.
  16. Merigian KS, Woodard M, Heges JR, Robert JR, Stuebing R, Rashkin MC. Prospective evaluation of gastric emptying in the self-poisoned patient. *Am J Emerg Med* 1990; 8: 479-83.
  17. Olson KR. : Is gut emptying all washed up? *Am J Emerg Med* 8:560-1, 1990.
  18. Kornberg AE, Dolgin J. Pediatric ingestions: Charcoal alone versus ipecac and charcoal. *Ann Emerg Med* 1991; 20: 648-51.
  19. Palatnick W, Tenenbein M. Activated charcoal in the treatment of drug overdose: An update. *Drug Saf* 1992; 7: 3-7.
  20. Kulig K. Initial management of ingestions of toxic substances. *N Engl J Med* 1992; 326: 1677-81.
  21. Tenebein M. Multiple doses of activated charcoal: Time for reappraisal? *Ann Emerg Med* 1991; 20: 529-31.
  22. Vale JA, Proudfoot AT. How useful is activated charcoal? Studies have left many unanswered questions. *Br Med J* 1993; 308: 78-9.
  23. Atkinson SW, Young Y, Trotter GA. Treatment with activated charcoal complicated by gastrointestinal obstruction requiring surgery. *Br Med J* 1992; 305: 563.
  24. Flores F, Battle WS. Intestinal obstruction secondary to activated charcoal. *Con Surg* 1987; 30: 57-9.
  25. Farley TA. Severe hypernatremic dehydration after use of an activated charcoal-sorbitol suspension. *J Pediatr* 1986; 109: 719-22.
  26. Harvey RF, Read AE. Mode of action of the saline purgatives. *Am Heart J* 1975; 89: 810-3.
  27. Cooke AR.: Control of gastric emptying and motility. *Gastroenterology* 1975; 68: 804-16.
  28. Mordes JP, Wacker WEC. Excess magnesium. *Pharmacol Rev* 1978; 29: 273-300.
  29. Goltzarian J, Scott HW, Richards WO. Hypermagnesemia induced paralytic ileus. *Dig Dis Sci* 1994; 39: 1138-42.
  30. Tenenbein M, Cohen S, Sitar D. Whole bowel irrigation as a decontamination procedure after acute drug overdose. *Arch Intern Med* 1987; 147: 905-7.
  31. Brady CE III, DiPalma JA, Morawski SG, Santa Ana CA, Fordtran JS. Urinary excretion of polyethylene glycol 3350 and sulfate after gut lavage with a polyethylene glycol electrolyte lavage solution. *Gastroenterology* 1986; 90: 1914-8.
  32. Tenenbein M. Whole bowel irrigation as a gastrointestinal decontamination procedure after acute poisoning. *Med Toxicol* 1988; 3: 77-84.
  33. Kirshenbaum LA, Mathews SC, Sitar DS, Tenenbein M. Whole-bowel irrigation versus activated charcoal in sorbitol for the ingestion of modified-release pharmaceuticals. *Clin Pharmacol Ther* 1989; 42: 264-71.
  34. Buckley NA, Dawson AH, Reitz DA. Controlled release drugs in overdose: Clinical considerations. *Drug Saf* 1995; 12: 73-86.
  35. Hoffman RS, Smilkstein MR, Goldfrank LR. Whole bowel irrigation and the cocaine body-packer: A new approach to a common problem. *Am J Emerg Med* 1990; 8: 523-7.
  36. Tenenbein M. Whole bowel irrigation in iron poisoning. *J Pediatr* 1987; 111: 142-5.
  37. Tenenbein M. Whole bowel irrigation for toxic ingestions. *Clin Toxicol* 1985; 23: 177-1847.
  38. Sondheimer JM, Sokol RJ, Taylor SF, Silverman A, Zelasney B : Safety, efficacy, and tolerance of intestinal lavage in pediatric patients undergoing diagnostic colonoscopy. *J Pediatr* 1991; 110: 148-52.
  39. Hoffman RS, Chiang WK, Howland MA, weisman RS, Goldfrank LR. Theophylline desorption from activated charcoal caused by whole bowel irrigation solution. *J Toxicol Clin Toxicol* 1991; 29: 191-201.
  40. Kirshenbaum LA, Sitar DS, Tenenbein M. Interaction between whole-bowel irrigation solution and activated charcoal: Implications for the treatment of toxic ingestions. *Ann Emerg Med* 1990; 19: 1129-32.