

지속성 외래 복막투석환자에서 1.5%와 4.25% 투석액이 Gastric Myoelectrical Activity에 미치는 영향

인하대학교 의과대학 내과학교실 신장내과

이승우 · 송준호 · 이경주 · 김문재

요 약

위 배출운동은 근위 체부에서 원위 전정부로 분당 3 cycle의 빈도로 전달되는 위 평활근의 근전기적인 활동(myoelectrical activity)에 의해 조절된다. 위 배출운동의 평가에 핵의학검사가 표준방법으로 인정되고 있으나, 장비와 시간이 제약적이다. 이에 비해 최근에는 복부 표면에 전극을 부착하는 위전도검사(electrogastrography, EGG)와 같은 비침습적인 방법에 의해 비교적 간단하게 위 운동을 측정할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 지속성 외래 복막투석 환자에서 1.5% 및 4.25% 투석액 주입시 위의 근전기적 활동에 미치는 영향을 알기 위해 EGG를 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 주빈도(dominant frequency)는 1.5% 주입시 복강이 비어있을 때와 유사하였으나 4.25% 주입시 증가하는 경향을 보였다.

2) DP(dominant power)는 복강이 비어있을 때 보다 1.5% 주입시 감소하는 경향을 보였고, 4.25% 주입시 유의있게 감소하였다.

3) NSWF(normal slow wave frequency)와 서맥(bradycastria)의 퍼센트 역시 4.25% 주입시 유의있게 감소하였고, 빈맥(tachycastria)의 퍼센트는 유의있게 증가하였다.

연구결과 지속성외래 복막투석환자에서 복막투석액의 복강내 주입시 위 평활근의 근전기적인 활동이 영향을 받으며 비록 통계학적으로 유의있는 차이는 없었으나 1.5%에 비해 4.25%의 고포도당 투석액 주입시 EGG 변화가 더 심해 복강내 투석액 주입 자체와 투석액의 포도당 농도가 위 평활근의 근전기적인 활동에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

서 론

식욕부진, 오심 및 구토와 같은 상부 위장관 증세는 말기 신부전증 환자의 공통적인 특징이다. 요독증으로 인한 위장관 증세의 정확한 원인은 뚜렷하지 않지만 자율신경계이상이나 위의 평활근에 대한 요독의 직접적인 작용 등에 의한 위 배출운동의 장애가 기여할 것으로 추정된다. 투석전단계인 만성신부전증 환자에서 위 운동이 손상되어 있고, 만성 신부전환자에서

위 배출운동에 대한 연구에서 투석 전 만성 신부전환자에서 위 배출운동의 장애가 있음이 이미 보고된 바 있으며¹⁾, 혈액투석환자에서는 위 배출운동에 장애가 없다고 하였다^{2,3)}. 그러나 복막투석의 경우 혈액투석과는 달리 복강내 투석액 주입으로 인한 복부 팽만감 및 복압의 증가 등으로 식욕저하나 오심, 구토 등의 증세가 유발될 수 있어⁴⁾ 복막투석환자에서 위 배출운동의 장애 여부에 대해 연구자들의 관심이 집중되었고 복막투석환자의 50% 이상에서 위배출시간이 지연되어 있음이 보고되었다⁵⁻⁷⁾. 따라서 복강내 투석액을 주입하는 것이 복막투석환자에서 위 배출운동이 지연된 것의 위험 인자일 것으로 의심되었고 이는 Kim 등⁸⁾의 연구에 의해서도 보고되고 있다. 즉 Kim

* 본 연구는 1998년 인하대학교 임상교수연구비로 이루어졌음.
책임저자: 김문재 인천광역시 중구 신흥동 3가 7-206
인하대학교병원 신장센터
Tel: 032)890-2538, Fax: 032)890-2534

등은 복막투석환자에서 복강내 투석액을 주입할 경우 위 배출시간이 복강이 비어있을 때에 비해 의의있게 길어짐을 발견하였다.

위 배출운동은 근위 체부에서 원위 전정부로 분당 3 cycle의 빈도로 전달되는 위 평활근의 근전기적인 활동(myoelectrical activity)에 의해 조절된다. 위 배출운동의 평가에 핵의학검사가 표준방법으로 인정되고 있으나, 장비와 시간이 제약적이다. 이에 비해 최근에는 복부 표면에 전극을 부착하는 위전도검사(electrogastrography, EGG)와 같은 비침습적인 방법에 의해 비교적 간단하게 위 운동을 측정할 수 있게 되었으며, EGG가 위의 slow wave의 정확한 측정방법임이 이미 여러 연구에서 증명된 바 있다⁹⁻¹³⁾. EGG에서 gastric slow wave의 빈도가 측정되며, 위 평활근의 수축과 관련된 spike는 파의 높이(amplitude)로 표시된다^{9, 14, 15)}. 많은 연구결과 EGG상의 비정상적인 소견이 위 운동장애 및 상부위장관 증세와 관련이 있음이 보고된 바 있고¹⁶⁻²⁰⁾, 복막투석환자에서도 EGG소견과 핵의학검사결과와 상관관계가 있음이 보고된 바 있다⁷⁾.

저자 등은 복막투석환자에서 EGG 연구결과 1.5% 투석액 사용시 투석액 주입 전에 비해 주입 후 tachygastrica가 증가함을 보고한 바 있다²¹⁾. 복막투석환자에서 1.5% 복막투석액을 쓸 때에 비해 4.25% 투석액을 주입했을 때 복강내 압력이 증가하게 되고 또한 고삼투압 투석액 자체가 위의 배출운동에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 지속성 외래 복막투석 환자에서 1.5% 및 4.25% 투석액 주입시 위의 근전기적 활동에 미치는 영향을 알기 위해 EGG를 이용하여 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

대상 및 방법

1. 대상

1998년 1월부터 2000년 1월까지 성남인하병원에서 3개월 이상 지속성 외래 복막투석 중인 13예의 비당뇨병성 말기 신부전증 환자를 대상으로 하였다. 당뇨병 환자, 뇌혈관질환으로 사지일부가 마비된 환자, 복부 수술을 한 환자, 갑상선 기능 항진증을 앓고 있는 환자, 최근 3개월이내 복막염을 앓았거나, 임원한 적이 있는 환자 그리고 검사에 동의하지 않는 환자는

제외하였다. EGG 검사 전 환자와 면담하여 상부위장관증세(오심, 구토, 상복부 동통, 조기 포만감, 소화불량)가 있는 경우 검사에서 제외하였다. 그리고 EGG 검사하기 2일 전에 위장관운동 조절약물이나 칼슘제제는 중단하였다.

이들 환자를 점심식사를 하지 않고 12시에 인공신장실에 오게 하여 복막투석액을 배액한 상태에서 EGG를 측정하고, 1.5% 투석액 2리터를 주입한 후 2시간째 다시 EGG를 측정하였다. 1주 후 같은 시간에 인공신장실에 오게 하여 4.25% 투석액 2리터를 주입한 후 2시간째 EGG를 측정하였다. 측정하는 날의 조건을 같게 하기 위하여 가능한 아침 식사 후부터는 계속 금식하도록 교육하였다.

2. EGG 측정방법

EGG는 Digitrapper EGG(Synectics Medical, Inc., Texas, USA)를 이용하여 앉은 자세로 30분간 검사하였다. 피부전극의 위치는 견상돌기(xiphoid process)와 제부(umbilicus)의 중앙점에 활동성 전극하나를 위치시키고 여기에서 왼쪽으로 5cm, 오른쪽으로 5cm, 늑골하면 1cm 하방에 또 다른 활동성 전극을 위치시킨 후 참고전극은 이들과 정삼각형이 되도록 아래쪽에 붙였다. 전극은 피부를 sand paper로 가볍게 문지른 후에 알코올 솜으로 닦아내고, Medtronic사의 일회용 전극을 부착한 후 EGG electrode set를 이용하여 Digitrapper EGG에 연결하였다. 측정된 EGG 자료는 컴퓨터로 전송되어 전용 프로그램(Electro-GastroGram version 6.30, Gastrosoft Inc., Synectics)을 이용하여 running spectral analysis 방법으로 분석하였다. EGG 기록시 sampling frequency는 4Hz, low frequency 0cpm, high frequency 15cpm, filter frequency 0.5cpm으로 하였고, EGG 데이터 중 다음 변수들, 즉 주빈도(dominant frequency, DF), 주빈도의 dominant power(DP), percentages of normal slow wave frequency(NSWF), 서맥(bradycastria), 빈맥(tachygastrica), 그리고 1.5%와 4.25% 투석액 사용시 복강내 투석액 주입 전과 주입 후의 DP ratio를 비교 분석하였다. 호흡 및 심장으로 인한 잡음은 적합한 여과장치로 제거하였고, 움직임에 의한 잡음은 측정하는 동안 환자가 말하거나 움직이지 않도록 하여 최소화하였으며 측정하는 동안 움직임이 있으면 비정상 리듬으로 판독되는 오류를 막기 위해 컴퓨터 분석

Table 1. Patient Characteristics

n	13
Sex(M:F)	1:1.8
Body weight(kg)	58.5±8.9
Duration of dialysis(months)	39.6±28.2
Hematocrit(%)	20.8±4.7
Serum albumin(g/dL)	3.4±0.4
Primary disease	
Chronic GN	6
Chronic PN	1
Obstructive uropathy	1
Unknown	5

GN : Glomerulonephritis, PN : Pyelonephritis

전에 그 부분을 삭제하였다. EGG상 주빈도가 2-4 cpm일 때를 NSWF로 간주하고, 주빈도가 2cpm 미만일 경우 서맥, 4-9cpm일 때 빈맥으로 정의하였다. DP는 진폭 및 리듬의 규칙성을 반영하여 진폭이 증가할수록 또한 리듬이 규칙적일수록 주빈도의 power는 증가하게 된다.

3. 통계처리

EGG 분석결과를 복강이 빈 상태를 기준으로 1.5%와 4.25% 투석액을 주입했을 때 EGG 데이터의 변화를 ANOVA로 비교하였다. p값은 0.05 미만을 통계학적인 의미가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 대상환자들의 특성

대상환자의 평균연령은 47.0±13.3세였고, 남녀비는 1:1.8, 평균 체중은 58.5±8.9kg이었으며, 평균 복막투석기간은 39.6±28.2개월이었다(Table 1). 기저질환은 만성사구체신염 6예, 폐쇄성 요로질환 1예, 만성신우염 1예, 그리고 원인불명 5예이었다. 이들 환자의 평균 헤마토크릿은 20.8±4.7%, 혈청 알부민은 3.4±0.4g/dL이었다.

2. 1.5% 및 4.25% 투석액 사용시 EGG 검사결과와의 비교

주빈도는 1.5% 주입시 복강이 비어있을 때와 유사하였으나 4.25% 주입시 증가하는 경향을 보였다(Table 2). DP는 복강이 비어있을 때 보다 1.5% 주입시 감소하는 경향을 보였고, 4.25% 주입시 유의하게 감소

Table 2. Comparison of EGG Parameters Between 1.5% and 4.25% Dialysate Infusion in CAPD Patients

DF(cpm)	Baseline	1.80±1.44
	1.50%	1.91±1.32
	4.25%	1.97±1.57
DP(db)	Baseline	426.5±324.6
	1.50%	273.4±250.3
	4.25%	234.4±220.8*
NSWF(%)	Baseline	53.5±36.7
	1.50%	49.9±36.2
	4.25%	39.6±41.1*
Tachygastria(%)	Baseline	2.8±4.5
	1.50%	11.4±15.8
	4.25%	33.3±51.6*
Bradycastria(%)	Baseline	43.7±36.5
	1.50%	38.7±31.2
	4.25%	27.0±34.4

DF : Dominant frequency, DP : Dominant power, NSWF : Normal slow wave frequency
*p<0.05 vs baseline

하였다. NSWF와 서맥의 퍼센트 역시 4.25% 주입시 유의하게 감소하였고, 빈맥의 퍼센트는 유의하게 증가하였다. 1.5% 주입시와 4.25% 주입시 EGG 데이터에는 4.25% 주입시 1.5% 주입시에 비해 변화가 좀더 뚜렷해지는 경향이 있었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

고 찰

복막투석 환자에서 위 배출운동이 지연되어 있음은 보고된 바 있으며, 더욱이 Kim 등⁸⁾은 복강이 비어있을 때 보다 투석액 주입 후 위 배출운동이 더 지연됨을 보고하였으나, 투석액의 농도에 따라 EGG 검사결과를 분석한 연구는 적다. 본 연구결과 지속성외래 복막투석 환자에서 복막투석액의 복강내 주입시 위 평활근의 근전기적인 활동이 영향을 받으며 이는 1.5%에 비해 4.25%의 고포도당 투석액 주입시 더 심해짐을 알 수 있었다. 즉 투석액 농도가 고삼투성일수록 위 평활근의 수축의 강도가 약해지면서 빈맥이 증가

하였다. 그러나 1.5% 주입시와 4.25% 주입시 통계학적으로 유의 있는 차이는 없었다.

위 배출운동은 위 평활근의 근전기적인 활동에 의해 조절되며 위의 serosa에서의 근전기적인 활동을 측정하는 것이 위 평활근의 근전기적인 활동 측정의 표준방법으로 생각되고 있다. 위 serosa와 복부 피부에 전극을 부착하고 동시에 위 평활근의 근전기적인 활동을 측정할 결과 두 방법이 결과가 일치함을 알았^{9, 11, 12)}, 따라서 EGG가 최근 위 배출운동의 연구에 이용되고 있다.

EGG 결과 중 자극 후 DP의 변화는 임상적인 의미가 크다. 많은 연구결과 식사 후 DP가 증가함이 관측되었으며, Smout 등⁹⁾과 Stern 등²²⁾은 DP의 상대적인 변화가 위의 수축운동과 관련이 있으며, 수축이 일어날 때 DP가 증가한다고 하였다. Chen과 McCallum 23도 식후 DP의 증가가 위의 팽창과 수축운동의 증가로 일어난다고 하였다. 따라서 어떤 자극 후 DP의 증가는 정상적인 위의 운동 반응으로 생각되며, 자극 후 DP의 증가가 없거나 오히려 감소하는 것은 비정상적인 반응으로 생각된다. 본 연구결과 복막투석 후 DP는 점차 감소하여 4.25% 주입 후에는 복강이 비어 있을 때에 비해 유의 있게 감소하였다. 이는 복강내 투석액을 주입하는 것이 위 배출운동에 장애를 유발할 수 있음을 암시한다고 본다. 더구나 빈맥이 위의 배출운동저하와 관련이 있음이 보고된 바 있^{19, 24, 25)} 투석액 주입 후 빈맥의 증가는 이러한 가능성을 좀더 시사하는 것으로 본다. 최근 Fernstrom 등⁷⁾의 보고에 의하면 복막투석 환자에서 투석액의 농도와 위배출시간과는 상관관계가 없었다고 하였으며 본 연구결과 1.5%와 4.25% 주입시 결과와 유사하나, Fernstrom 등은 위 배출운동 검사시 복강내에 투석액을 주입한 상태에서 검사를 진행한 점과 서양인과 동양인간의 체격의 차이 등을 고려해야 할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 4.25% 주입시 좀 더 변화가 뚜렷한 점으로 보아 좀 더 많은 환자를 대상으로 한 연구시 투석액 농도에 따라 위 배출운동에 차이가 있을 것으로 생각된다.

과연 어떤 기전으로 복막투석이 위 배출운동에 영향을 미치며, 더구나 1.5% 보다 4.25% 주입시 좀더 현저한 EGG의 변화가 일어났는 지에 대해 가능한 설명으로는 복막투석액 주입으로 인한 복압의 증가가 위 운동에 기계적인 압박을 일으키거나 자율신경계의

반사 작용에 영향을 주는 것으로 보는 견해가 있으며²⁶⁾, 더구나 체격이 적은 경우 이러한 가능성이 증가할 것으로 본다⁸⁾. 이외에 CAPD시 고인슐린혈증이 위 배출운동에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되며²⁷⁾, 정상인에서는 정상 식후 혈당범위내의 혈당의 증가가 위 배출운동을 의미 있게 감소시켰다는 보고도 있다²⁸⁾. 이상의 결과를 보면 비록 본 연구에서 측정하지는 않았지만, 4.25% 주입시 유발되는 고삼투압으로 인한 한외여과의 증가로 복압이 증가하여 영향을 주었거나, 4.25% 주입으로 인한 고혈당, 고인슐린혈증에 의한 가능성도 있을 것으로 본다.

이상의 결과를 요약하면 본 연구결과 지속성 외래 복막투석 환자에서 투석액 주입시 위 평활근 운동에 영향을 줄 수 있으며 이는 투석액의 포도당 농도에 따라 차이가 날 수 있음을 암시한다. 그러나 대상 환자수가 적고, 이러한 영향이 실제 환자의 음식물 섭취에 영향을 미쳐 영양상태를 악화시킬 수 있는지에 대해서는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

= Abstract =

Effect of 1.5 and 4.25% Dialysate on Gastric Myoelectrical Activity in CAPD Patients

Seoung Woo Lee, M.D., Joon Ho Song, M.D.
Kyong Ju Lee, M.D. and Moon-Jae Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, Inha University
College of Medicine, Incheon, Korea

Gastric motility is controlled by gastric myoelectrical activity, which propagates from the proximal body to the distal antrum at a frequency of 3 cycles per minute(cpm). Peritoneal infusion of dialysate may influence on gastric motility in continuous ambulatory peritoneal dialysis(CAPD) patients. To investigate the concentration of dialysate affects the gastric myoelectrical activity in CAPD patients, we performed electrogastrographic studies(EGG) in 13 non-diabetic CAPD patients. EGG was measured noninvasively using abdominal surface electrodes at the fasting state at empty and 2 hours after 1.5% and 4.25% 2,000mL dialysate, respectively. The dominant power (DP) and the percentage of normal slow-wave frequency(NSWF) had significantly decreased after 4.25% infusion than the baseline. Tachygastria had significantly increased after 4.25% infusion. Changes in the gastric myoelectrical activity after 1.5% was less

prominent than that of 4.25%. In conclusion, peritoneal dialysis may influence on gastric myoelectrical activity and higher osmolar solution may more aggravate gastric myoelectrical activity than lower one.

Key Words : Gastric myoelectrical activity, Continuous ambulatory peritoneal dialysis, Electrogastrography

참 고 문 헌

- 1) Kao CH, Hsu YH, Wang SJ : Delayed gastric emptying in patients with chronic renal failure. *Nucl Med Commun* 17:164-167, 1996
- 2) Wright RA, Clemente R, Wathen R : Gastric emptying in patients with chronic renal failure receiving hemodialysis. *Arch Intern Med* 144:495-496, 1984
- 3) Soffer EE, Geva B, Helman C, Avni Y, Bar-Meir S : Gastric emptying in chronic renal failure patients on hemodialysis. *J Clin Gastroenterol* 9: 651-653, 1987
- 4) Bergstrom J : Anorexia in dialysis patients. *Semin Nephrol* 16:222-229, 1996
- 5) Bird NJ, Streather CP, O'Doherty MJ, Barton IK, Gaunt JI, Nunan TO : Gastric emptying in patients with chronic renal failure on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Nephrol Dial Transplant* 9:287-290, 1993
- 6) 강제영, 문경협, 송인숙, 류진숙, 이종수, 이상구 : 지속성 복막투석 환자의 위배출 시간. *대한신장학회지* 17:440-445, 1998
- 7) Fernstrom A, Hylander B, Gryback P, Jacobsson H, Hellstrom PM : Gastric emptying and electrogastrography in patients on CAPD. *Perit Dial Int* 19:429-437, 1999
- 8) Kim DJ, Kang W-H, Kim HY, Lee BH, Kim B, Lee SK, Oh DJ, Huh W, Oh H-Y : The effect of dialysate dwell on gastric emptying time in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 19(Suppl 2):S176-S178, 1999
- 9) Smout AJPM, van der Schee FJ, Grashuis JL : What is measured in electrogastrography? *Dig Dis Sci* 25:179-187, 1980
- 10) Abell TI, Malagelada JR : Glucagon-evoked gastric dysrhythmia in humans shown by an improved electrogastrographic technique. *Gastroenterology* 88:1932-1940, 1985
- 11) Hamilton JW, Bellahsene B, Reichelderfer M, Webster JG, Bass P : Human electrogastrograms : Comparison of surface and mucosal recordings. *Dig Dis Sci* 31:33-39, 1986
- 12) Familoni BO, Bowes KL, Kingma YJ, Cote KR : Can transcutaneous recordings detect gastric electrical abnormalities? *Gut* 32:141-146, 1991
- 13) Chen J, Schirmer BD, McCallum RW : Serosal and cutaneous recordings of gastric myoelectrical activity in patients with gastroparesis. *Am J Physiol* 266:G90-G98, 1994
- 14) Geldof H, van der Schee EJ, Grashuis JL : Electrogastrographic characteristics of interdigestive migrating complex in humans. *Am J Physiol* 250:G165-G171, 1986
- 15) Chen J, Richards RD, McCallum RW : Identification of gastric contraction from the cutaneous electrogastrogram. *Am J Gastroenterol* 89:79-85, 1994
- 16) Bortolotti M, Sarti P, Barara L, Brunelli F : Gastric myoelectrical activity in patients with chronic idiopathic gastroparesis. *J Gastrointest Motil* 2:104-108, 1990
- 17) Kim CH, Zinsmeister AR, Malagelada JR : Effect of gastric dysrhythmias on postcibal motor activity of the stomach. *Dig Dis Sci* 33:193-199, 1988
- 18) You CH, Lee KY, Chey WY, Menguy R : Electrogastrographic study of patients with unexplained nausea, bloating, and vomiting. *Gastroenterology* 79:311-314, 1980
- 19) You CH, Chey WY, Lee KY, Menguy R, Bortolotti A : Gastric and small intestinal myoelectric dysrhythmia associated with chronic intractable nausea and vomiting. *Ann Intern Med* 95:449-451, 1981
- 20) Geldof H, van der Schee EJ, van Blankenstein M, Grashuis JL : Electrogastrographic study of gastric myoelectrical activity in patients with unexplained nausea and vomiting. *Gut* 27:799-808, 1986
- 21) 이승우, 김경아, 송준호, 양해주, 이경주, 김문채 : 말기신부전증 환자에서 투석 방법이 위평활근의 전기활성도(gastric myoelectrical activity)에 미치는 영향. *대한신장학회지* 18:S191, 1999
- 22) Stern RM, Crawford HE, Stewart WR, Vasey MW, Koch KL : Sham feeding : Cephalic-vagal influences on gastric myoelectric activity. *Dig Dis Sci* 34:521-527, 1989
- 23) Chen J, McCallum RW : The response of electrical activity in normal human stomach to water and solid meals. *Med Biol Eng Comput* 29:351-357, 1991
- 24) Chen J, Richards R, McCallum RW : Frequency components of the electrogastrogram and their correlations with gastrointestinal motility. *Med Biol Eng Comput* 31:60-67, 1993
- 25) Telander RL, Morgan KG, Kreulen DL, Schemalz

- PF, Kelly KA, Szurszewki JH: Human gastric atony with tachygastria and gastric retention. *Gastroenterology* 75:495-501, 1978
- 26) Brown-Cartwright D, Smith HJ, Feldman M: Gastric emptying of an indigestible solid in patients with end-stage renal disease on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Gastroenterology* 95:49-51, 1988
- 27) Eliasson B, Bjornsson E, Urbanavicius V, Andersson H, Fowelin J, Attvall S, Abrahamsson H, Smith U: Hyperinsulinaemia impairs gastrointestinal motility and slows carbohydrate absorption. *Diabetologia* 38:79-85, 1995
- 28) Schvarcz E, Palmer M, Aman J, Horowitz M, Stridsberg M, Berne C: Physiological hyperglycemia slows gastric emptying in normal subjects and patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Gastroenterology* 113:60-66, 1997
-