

足三里穴 전침 자극이 유문부 부분폐색이 된 흰 쥐의 위 배출능에 미치는 효능

홍인아, 윤상협

경희대학교 한의과대학 비계내과학교실

Effect of *Zusanli*(ST36) Electroacupuncture Stimulation on Delayed Gastric Emptying in Rats with Partial Pyloric Obstruction

In-a Hong, Sang-hyub Yoon

3rd Dept. of Internal Medicine, College of Oriental Medicine, Kyung-hee University

ABSTRACT

Objective : The aims of this study were to observe how body weight and gastric morphology were changed and whether gastric emptying was impaired in rats with partial pyloric obstruction, and to evaluate whether electroacupuncture was able to restore delayed gastric emptying.

Methods : Partial pyloric obstruction was induced by wrapping a nonabsorbable rubber ring around the 1st portion of the duodenum for 2 weeks. Body gain and morphologic changes of stomach were investigated and compared with normal intact rats. Gastric emptying was measured by numbering expelled glass of beads in rats. Rats were divided into 4 groups(non-acupuncture, manual acupuncture, 3Hz-electroacupuncture, 60Hz-electroacupuncture). Stimulus intensity in two electroacupuncture groups was 1.2 times of pain threshold.

Results : Partial pyloric obstruction produced a significant loss of body weight and induced a significant increase of gastric surface area. The 60Hz electroacupuncture-stimulated group significantly restored the delayed gastric emptying compared to the other groups of rats with partial pyloric obstruction.

Conclusion : 60Hz electroacupuncture stimulation on *Zusanli*(ST36) showed significant restoration of delayed gastric emptying in rats with partial pyloric obstruction.

Key words : Electroacupuncture, Antropyloric Flow, Gastric Emptying, Pyloric Obstruction

1. 緒 論

鍼은 인체 내 氣血 운행의 통로인 經絡의 經穴을 자극하는 도구로, 鍼術은 한의학의 핵심적

치료기술이다. 經穴에 대한 침 자극은 經絡, 臟腑의 불균형 상태를 조절하여 항상성을 유지하게 한다. 그 중 足三里穴은 足陽明胃經의 合穴로서 소화기 질환을 치료하는 대표적 經穴이며 心下痞滿, 惡心, 嘔吐, 腹痛 등의 위장관 증상을 치료하는 데 이용되어 왔다.

足三里穴의 소화관에 대한 작용은 신경학적 작용, 호르몬 분비, 위산 분비 및 위 운동성에 관련하여 규명되어 왔다¹. 足三里穴의 자극은 위

· 교신저자: 윤상협 서울시 동대문구 회기동 1번지
경희의료원 한방 3내과
TEL: 02-958-9142 FAX: 02-958-9136
E-mail: sandrock58@nate.com

· 이 논문은 2009년 2월 경희대학교 일반대학원 한의학과 내과
학전공 석사학위 논문임

장관의 운동성을 흥분시켜 위 배출능을 증가시키고^{2,3}, 위 평활근의 전기적 활성을 개선시키며⁴, 위 MMC(migrating myoelectrical complex)를 촉진하여 Phase I을 단축시키고 Phase II,III을 연장시킬 뿐 아니라⁵, 손상된 위의 조절 능력(gastric accommodation)을 복원시키는 등의 효능이 있어⁶ 기능성 소화불량증(functional dyspepsia)이나 당뇨병성 위마비 등 위 운동성 질환에 활용되고 있다⁶.

위 유문부(pylorus)는 위-십이지장의 연결 부위로서, 최근 위장관 운동성 장애 연구 분야에서 주목을 받고 있다. 위 유문부는 위 배출(gastric emptying)을 조절하고, 십이지장에서 위로 음식물이 역류되는 것을 방지하는 주요한 기능을 가진 것으로 생각되고 있다⁷. Duplex Sonography 영상에서 기능성 소화불량증 환자의 위 유문부의 과도한 확장이나 기능 이상⁸⁻¹¹ 혹은 유문-십이지장의 상호협응(antropyloric coordination) 실조¹² 등의 장애가 확인됨으로써, 위 배출에 있어 유문부의 조절 기능에 대한 관심이 높아졌다.

최근 金 등¹³은 內消散이 유문부 부분폐색을 통한 흰쥐의 위 배출능 저하를 유의하게 개선시키는 작용이 있음을 보고하였다. 그러나 足三里穴 자극이 이 병태에 대해 어떠한 효능을 가지는 지에 대해서는 아직 확인된 바가 없다.

따라서, 저자는 흰 쥐의 유문 연결 부위인 십이지장 1st portion을 일정기간 부분폐색한 후 흰 쥐의 체중, 위의 형태, 위 배출능의 변화를 관찰하였고, 위 배출능에 대한 足三里穴의 전침 자극의 효능을 평가하였던 바, 몇 가지 유의한 결과를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 實 驗

1. 材 料

1) 동 물

동물로 체중 350-450g (10-20 週齡) Sprague-Dawley

종 수컷 흰 쥐(샘타코 바이오 코리아 Inc., Korea)가 사용되었다. 동물들은 고품사료(항생제 무첨가, 삼양사 사료 Co., Korea)와 물을 충분히 공급받으면서 12시간의 빛과 어둠 주기가 있는 실험실 환경에서 사육되었다.

2) 침과 전침 자극기

일반 침 및 전침 시술에는 지름 0.25mm, 길이 40mm의 stainless acupuncture needle(행림서원, Korea)를 사용하였다. 전침 자극기는 Pulse Generator PG-306(鈴木醫療器株式會社, 東京, Japan)을 사용하였다.

2. 方 法

1) 위 유문부 부분 폐색

Omura¹⁴의 유문부 부분 폐색법에 따라 흰 쥐를 24시간동안 물만 공급하고 금식시킨 뒤, thiopental sodium(30mg/kg, 중외제약, Korea)으로 복강 마취 후 개복술을 시행하였다. Nelaton catheter를 잘라서 직경 6mm, 너비 4mm, 두께 1mm의 불용성 고무 링을 만들어 한 곳을 수평 절개하고, 이것을 위와 십이지장의 연결부인 십이지장 1st portion에 넣은 후 복부를 다시 봉합하였다. 감염 방지를 위하여 gentamicin(대성미생물연구소 Co., Korea) 0.25mg/kg을 복강 주사한 후 cage로 옮겨 안정을 취할 수 있도록 하였다. 이후 약 2주간 충분한 사료와 물을 공급하면서 12시간 간격으로 빛과 어둠 주기가 교차하는 실험실 환경에서 사육하였다.

2) 쥐의 체중 변화 및 위 표면적 측정

흰 쥐의 체중 변화는 전자저울을 이용하여 부분 폐색 전과 2주 후의 체중의 증감으로 평가하였다. 2주 후에 흰 쥐를 희생시켜 위를 유문부(pylorus)에서 위저부(fundus)까지 대만부를 따라 절개하여 내부를 육안으로 관찰하였으며, 표면적은 모눈종이(1칸=0.5cm * 0.5cm)에 절개된 위를 펴서 사진을 찍은 후 CAD 프로그램(Auto CAD 2008, Autodesk Co.)을 이용하여 계산하였다(CAD 화면상에 레스터 이미지를 삽입하고 폐곡선 그리기를 하여 면적을 계산함). 정상 대조군은 같은 시기에 구입한 동

일 週齡의 정상 흰 쥐를 사용하였다.

3) Gastric Emptying 측정

Gastric emptying은 Miyata¹⁵ 방식을 약간 변형하여 사용하였다. 위 배출능 측정 전 24시간동안 흰 쥐에게 물만 공급하고 금식시킨 뒤 물 없이 glass beads(직경 1mm, Sigma-Aldrich Inc.) 100개만을 nelaton catheter로 경구 투여하고 2시간 후에 쥐들을 희생시켜 위를 적출, 위 속에 남아 있는 glass bead의 개수로 배출능을 평가하였다.

4) 침 자극

glass beads 100개를 투여한 후, 흰 쥐를 플라스틱 원통형 고정틀에 넣어 움직임을 제한하고, 앞서 언급한 stainless acupuncture를 사용하여 양 측 足三里穴 부위를 동시에 자극하였다. 足三里는 Wang의 보고¹⁶에 따라 흰 쥐 하지의 fibula의 small end로부터 아래로 5mm 지점을 취하였으며, 5mm 하방에 추가로 침을 놓아 전극을 연결할 수 있게 하였다. 각 군에 따라 일반침군에는 經穴 取穴 자극만을, 전침군에는 經穴 取穴 후 鍼柄에 전침기의 케이블 전극 단자를 연결하여 각각 3Hz 및 60Hz의 주파수로, 자극 강도는 통증 역치의 1.2배로 하여 20분간 자극을 주었다(Fig. 1).

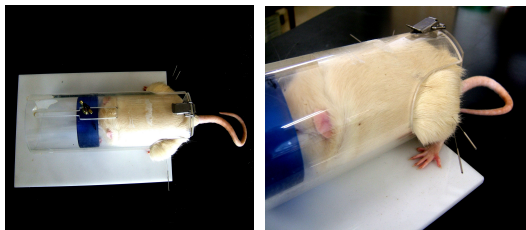


Fig. 1. Rat Stimulated by Acupuncture or Electroacupuncture in the Plastic Box.

5) 실험 protocol

(1) 병태 모형의 유효성을 검증하기 위해서, 정상군(Normal Intact, NI)과 유문부 부분 폐색군(partial Pyloric Obstruction, PO)의 위 배출능을 비교하였다.

(2) 병태군에 대한 일반침 및 전침의 효능을 평가하기 위해서, 유문부 부분 폐색 후 약 2주간 사육한 쥐들을 4군으로 무작위로 나누었다. 각 군은 8마리로 구성되었다.

- ① 무치치군(Non-Acupuncture, NA)
- ② 일반침군(Manual Acupuncture, MA)
- ③ 3Hz 전침군(Electroacupuncture-3Hz, EA-3)
- ④ 60Hz 전침군(Electroacupuncture-60Hz, EA-60)

3. 統計處理

모든 실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었고, 통계처리는 SPSS 12.0K for windows를 이용하였다. 각 실험군 간의 통계학적 분석은 세 군간 비교에서는 ANOVA test, 두 군간의 비교에서는 Mann-Whitney U test를 사용하였다. 모든 test에서 유의수준은 p<0.05로 하였다.

Ⅲ. 結果

1. 체중 및 위의 형태학적 변화

1) 체중의 변화

2주 간의 유문부 부분폐색은 흰 쥐의 체중을 유의하게 감소시켰다. 처치 전 정상군(NI)은 395.13 ± 25.82g, 유문부 부분폐색군(PO)은 403.50 ± 29.46g으로 비슷한 수준이었으나, 처치 2주 후 정상군(NI)은 442.88 ± 21.30g, 유문부 부분폐색군(PO)은 385.38 ± 22.90g이었다. 2주 동안 정상군의 체중은 약 47.74g 증가하였으며 유문부 폐색군의 체중은 약 18.13g 감소하여 유문부 폐색군의 체중이 유의하게 감소하였다(p=0.001, Fig. 2).

2) 위의 형태학적 변화

유문부 부분 폐색 흰 쥐의 위는 정상 흰 쥐에 비하여 유문동(pyloric antrum)이 확장되었고, 육안적으로 위 체부(body)와 전정부의 근육층과 점막층이 더 두껍고 넓게 발달하였다(Fig. 3).

위 내부의 표면적은 유문부 부분폐색군(PO)이 26.29 ± 4.07cm², 정상군(NI)이 17.74 ± 1.66cm²로 나

도삼리穴 전침 자극이 유문부 부분폐색이 된 흰 쥐의 위 배출능에 미치는 효능

타나, 유문부 부분폐색군(PO)의 표면적이 유의하게 증가하였다($p < 0.001$, Fig. 4).

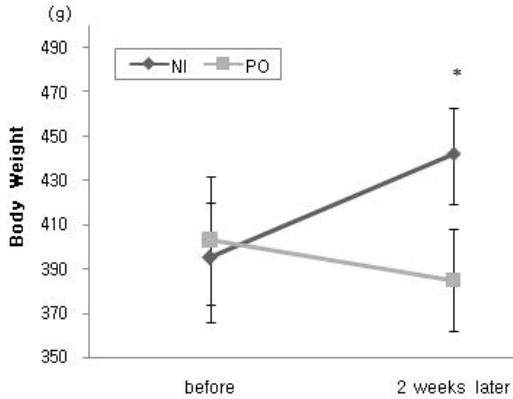


Fig. 2. Change of body weight for 2 weeks between Normal Intact Rats and Partial Pyloric Obstructed Rats.

* : $p = 0.001$ by Mann-Whitney U test
 NI : Normal Intact
 PO : partial Pyloric Obstructed

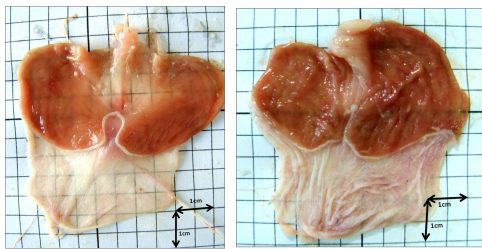


Fig. 3. The Morphologic Change of Gastric Wall between Normal Intact and partial Pyloric Obstructed Rats.

(A: Normal Intact, B: partial Pyloric Obstructed)
 : The enlargement of gastric surface area and the hypertrophy of mucosal and muscular layers in the antrum and corpus were significant in rats with partial pyloric obstruction.

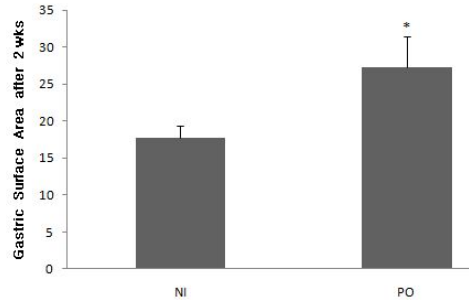


Fig. 4. Change of Gastric Surface Area for 2 weeks between Normal Intact and partial Pyloric Obstructed Rats. All data are given as mean values \pm SD.

* : $p < 0.001$ by Mann-Whitney U test
 NI : Normal Intact
 PO : partial Pyloric Obstructed

2. 위 배출능의 변화

1) 2주간 유문부 부분 폐색의 효과

2주간의 유문부의 부분폐색은 흰 쥐의 2시간 위 배출능을 유의하게 감소시켰다($p = 0.012$, Fig. 5). 정상군(NI)에서는 49.0 ± 25.3 개, 유문부 부분 폐색군(PO)에서는 15.9 ± 13.9 개의 구슬이 배출되어, 유문부 부분 폐색군의 위 배출능은 정상군에 비해 약 68% 감소되었다.

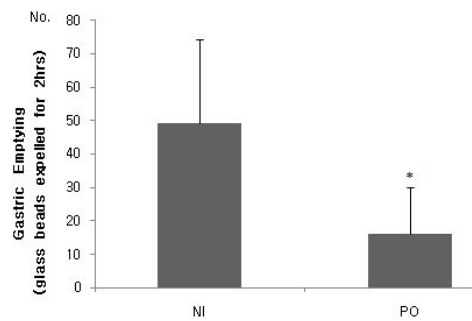


Fig. 5. Change of Gastric Emptying for 2 weeks Between Normal Intact and partial Pyloric Obstructed Rats. All data are given as mean values \pm SD.

* : $p = 0.012$ by Mann-Whitney U test
 NI : Normal Intact
 PO : partial Pyloric Obstructed

2) 2주간 유문부 부분폐색에 대한 침 자극의 효과
 足三里穴 전침 자극은 고빈도(60Hz) 자극군에서 유문부 부분 폐색에 의한 위 배출능 저하를 유의하게 개선시켰다. 일반침군 및 저빈도(3Hz) 자극군에서는 무처치군에 비해 다소 더 배출되는 경향은 보였으나 유의성은 없었다.

위 배출 구슬수는 각각 무처치군(NA)이 15.9±13.9개, 일반침군(MA)이 20.1±15.8개, 3Hz 전침군(EA-3)이 32.7±21.2개, 60Hz 전침군(EA-60)이 47.3±16.6개였다(p=0.005, Fig. 6).

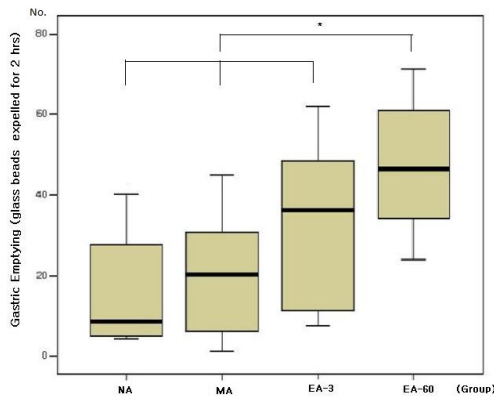


Fig. 6. Effect of Manual Acupuncture and Electroacupuncture on Gastric Emptying in Partial Pyloric Obstructed Rats. All data is mean±S.D.

* : p=0.005 by one-way ANOVA

NA : Rats which was not stimulated by Acupuncture

MA : Rats which was stimulated by Manual Acupuncture

EA-3 : Rats stimulated in 3Hz-frequency by Electroacupuncture

EA-60 : Rats stimulated in 60Hz-frequency by Electroacupuncture

IV. 考 察

經絡은 氣血운행의 생체반응계통으로서 내부로는 五臟六腑, 외부로는 體表와의 상관성을 갖는 생

리적, 병리적 반응통로¹⁷이며, 經絡線 상의 經穴은 氣가 聚集된 곳으로 질병의 반응점과 치료의 자극점이 된다¹⁸. 따라서 침, 뜸 등의 도구로 經穴을 자극함으로써 經絡, 臟腑에 발생된 불균형을 조절하여 치료 효과를 도모한다.

足三里穴은 足陽明胃經의 六腑下合穴로 調理脾胃 調氣血 扶正倍元 祛邪防病的 효능이 있어¹⁹ 소화기 질환, 운동계질환 및 피부 질환 등 다양한 질환에 사용되고 있다. 그 중에서도 소화기 질환의 대표적인 經穴로 급·만성 위장병, 腹脹, 泄瀉, 食欲不振 등의 증상에 널리 사용되는 등 그 임상적 유용성에 대해서는 이미 많은 연구들이 보고 된 바 있다^{2,3,4}.

실험적으로도 足三里穴은 위 배출능을 증가시키고^{2,3}, 위 평활근의 전기적 활성을 유의하게 개선⁴시키는 효과를 가지고 있어 기능성 소화불량증, 당뇨병성 위마비증⁶ 등의 위장관 운동성 질환에 자주 이용되고 있다.

足三里穴의 胃 운동성 개선의 기전은 아직 명확하지는 않지만, 鍼 자극의 신경생물학적 기전인 '체포 자극에 의한 자율신경반사'로 설명되고 있으며, 특히 미주 신경을 통한 vaso-vagal reflex가 주목받고 있다²⁰. 足三里穴의 자극이 구심성으로 체포와 근육의 지각 신경으로 통하게 되고, 이어 척수의 후각을 경유, 연수에 위치한 Nucleus Tractus Solitarius(NTS)로 전달된다²⁰. 자극으로 흥분된 NTS는 glutamate성 신경 섬유에의 glutamate의 분비를 촉진하여 Dorsal Motor Nucleus of Vagus(DMV)를 흥분시키고, 이어서 흥분된 DMV가 미주 신경의 胃 가지를 통하여 위장관 운동 기능을 촉진²¹시키며, 미주 신경의 운동핵이 胃 운동의 중추가 된다²²는 것이 개략적인 기전이다. Opioid pathway 및 위장관 호르몬도 다소 영향을 미치나⁶ 그 효과는 미미하다고 알려져 있다.

胃 운동성에 대한 기존의 실험 연구는 그 병태 모델의 설정이 어려워, 정상 쥐 혹은 약물 유발 병태 쥐를 사용한 것이 대부분이었으나, 최근 金 등¹⁴이 흰 쥐의 유문부(십이지장 1st portion)를 부분

폐색하여 그 胃 배출능이 유의하게 저하됨을 확인한 바, 비정상적인 위-십이지장 흐름(antropyloric flow) 병태에 간접적으로나마 접근할 수 있게 되었다.

이것은 위-십이지장의 상호협응(antropyloric coordination) 실조¹³가 기능성 소화불량증의 병태에 중요한 의의를 가진다는 사실에 근거해서 도입된 방식이다. 金 등¹⁴은 병태군에 內消散을 투여하여 胃 배출능을 개선시킬 수 있다는 결과를 도출함으로써 새로운 병태 모델 설정 및 한의학적 접근의 가능성을 제시하였다. 이에 저자는 足三里穴의 胃 운동성 개선 효과라는 사실에 근거해, 새로운 병태 모델에 대한 足三里穴 자극의 효과를 검증해보고자 하였다.

십이지장의 부분 폐색은 Omura¹⁵의 방법을 사용한 金의 연구¹⁴와 동일한 방식으로 진행되었으며, 수술 후 사육기간만 8주에서 2주로 줄여 폐색 초기의 변화를 관찰하고자 하였다. 그 결과 정상군은 사육 2주 후 체중이 47g 증가한데 반해, 부분폐색군은 폐색 2주 후 체중이 18g 감소하였다. 반면 金의 연구에서는 폐색군이 정상군에 비해서는 현저한 체중 감소를 보였으나, 폐색 8주 후 전에 비하여 31g의 체중 증가를 나타냈다. 영양 섭취가 원활히 이루어지지 못하는 본 병태군에서 체중 감소가 유발되는 것이 당연하지만, 폐색 8주 후에 오히려 체중이 일정부분 증가했다는 점은 시사하는 바가 크다. 이것은 병태 유발 후 시간이 경과함에 따라 위장관이 적응(adaptation)하고 있음을 나타내는 현상으로, antropyloric flow 장애로 인한 기능성 소화불량증 환자에서 병태시기를 판별하는 데 유효한 참고자료가 될 것이라 사료된다.

유문부 부분 폐색 2주 후, 흰 쥐의 위 내부 소견 및 표면적 변화를 관찰한 결과, 위 내부 소견은 정상 흰 쥐에 비하여 체부(body)와 유문동(antrum)의 점막층과 근육층이 두드러지게 비후해졌으며 위장 전체의 표면적 또한 유의하게 증가하였다. 이러한 변화는 유문부의 연동운동의 장애 또는 십이지

장의 저항성 증가로 음식물이 정상적으로 배출되지 못해¹³ 위 운동이 항진되어 나타난 현상으로 여겨진다. 위 배출능 역시 2주간 유문부 부분폐색 쥐가 정상 흰 쥐에 비하여 유의하게 감소하여, 위-십이지장 흐름이 원활하지 못한 것을 확인할 수 있었다.

유문부 부분폐색군에 足三里穴을 침 및 전침의 효과를 알아보기 위하여 병태군을 무작위로 무처치군, 일반침군, 3Hz 전침군, 60Hz 전침군의 4군으로 분류하여 각각 처치를 시행하였다. 그 결과, 일반침 및 3Hz 전침군은 무처치군에 비하여 위 배출능을 증가시키기는 하였으나 통계적 유의성은 발견되지 않았다. 반면 60Hz 전침군은 여타 다른 군에 비하여 위 배출능을 현저히 증가시켰다.

이러한 결과는 위장관의 운동성과 관련하여 저빈도 자극의 전침이 유효하다고 보고해 온 기존의 결과^{21,23}들과는 다소 배치된다. 저자 역시 저빈도 자극이 胃 배출능에 더 유의한 효과를 가질 것이라 예상하였다. 그러나 결과적으로 본 병태에서는 고빈도의 자극만이 다른 자극에 비해 胃 배출능을 유의하게 증가시켰다.

이러한 결과가 나타난 것은 병태에 대한 신경 섬유의 반응성 차이로 생각해 볼 수 있다. 현재까지 위장관 운동성에 관련된 연구들은 대개 차단제를 사용하거나 Vagotomy를 시행, 위장관 전체의 운동성을 떨어뜨린 병태인데 반해, 본 연구에서는 여타 다른 기능은 정상인 상태로 위-십이지장 흐름만을 물리적으로 막아 놓은 병태를 대상으로 하였다. 이러한 병태의 특이성이 기존의 결과와 다소 배치되는 현상을 가져오지 않았을까 추정해 볼 수 있다.

胃 운동성을 촉진시키는 足三里穴의 저빈도 자극은 주로 A δ fiber나 C fiber를 경유하여 뇌로 신호를 전도시킨다²⁴. 본 병태의 경우에서 60Hz가 3Hz보다 이들 신경섬유를 더욱 흥분시켰을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 3Hz 자극군 역시 60Hz만큼의 유의성을 갖지 못했을 뿐, 일정부분 胃 배출능을 증가시켰다는 사실도 저빈도 자극에서도 일정부분 섬유가 흥분되었다는 점을 나타내고 있다. 추가 실험

을 통해 자극량을 다양화하여 그에 따른 반응성의 차이를 규명해볼 수 있을 것이다.

최근 金 등²⁵은 기능성 소화불량증 환자에게 일률적으로 똑같은 침 자극을 가했다 하더라도 위 운동의 병태에 따라 반응이 달라질 수 있다는 점을 밝힌 바 있다. 이러한 자료들은 병태기전에 따라 자극의 방식이 달라져야만 함을 시사한다.

본 연구는 어떠한 기전에 의하여 이러한 결과도 출되었는지 밝히기에는 미흡한 점이 많아, 차단제를 사용하는 등 그 기전을 규명하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다. 그러나 유문부 부분폐색 병태군에 있어 전침 자극량에 따른 위 배출능의 차이를 최초로 밝혔다는 점에 큰 의의가 있다.

끝으로 고빈도의 자극이 유문부 부분폐색 병태군의 위 배출능을 유의하게 개선시킨다는 본 실험의 결과를 기초로 하여, 향후 위장관 운동성 질환의 다양한 병태에 대한 이해 및 전침의 기전에 대한 심도 있는 연구가 진행되기를 기대해본다.

V. 結 論

흰 쥐의 유문 연접 부위인 십이지장 1st portion 을 2주간 부분 폐색시켜 이로 인한 흰 쥐의 체중, 위의 형태, 위 배출능의 변화를 관찰하고, 위 배출능에 대한 足三里穴의 전침 자극의 효능을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2주간의 유문부 부분폐색은 흰 쥐의 체중 ($p=0.001$) 및 2시간 위 배출능($p=0.012$)을 유의하게 감소시켰다 .
2. 유문부 부분폐색 흰 쥐의 위는 정상 흰 쥐에 비하여 위 체부(body)와 전정부의 근육층과 점막층이 더 두껍고 넓게 발달하였고, 내부 표면적이 유의하게 증가하였다($p<0.001$).
3. 족삼리혈 전침 자극은 고빈도(60Hz) 자극에서만 유문부 부분폐색에 의한 위 배출능 저하를 유의하게 개선시켰다.

參考文獻

1. Niu WX, He GD, Liu H, Qin XY. Effects and probable mechanisms of electroacupuncture at the Zusanli point on upper gastrointestinal motility in rabbits. *J Gastroenterol Hepatol.* 2007;22(10):1683-9.
2. Iwa M, Nakade Y, Pappas TN, Takahashi T. Electroacupuncture elicits dual effects: stimulation of delayed gastric emptying and inhibition of accelerated colonic transit induced by restraint stress in rats. *Dig Dis Sci.* 2006;51(8):1493-500.
3. Ouyang H, Yin J, Wang Z, Pasricha PJ, Chen JD. Electroacupuncture accelerates gastric emptying in association with changes in vagal activity. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2002;282(2):G390-6.
4. 유종민, 윤상협, 장선영, 김현경, 이준석, 엄국현 등. 한방치료가 기능성 소화불량증 환자의 위전도 소견에 미치는 효과. 2005;26(2):360-8.
5. Qian L, Peters LJ, Chen JD. Effects of electroacupuncture on gastric migrating myoelectrical complex in dogs. *Dig Dis Sci.* 1999;44(1):56-62.
6. Ouyang H, Xing J, Chen J Electroacupuncture restores impaired gastric accommodation in vagotomized dogs. *Dig Dis Sci.* 2004;49(9):1418-24.
7. Mochiki E, Kuwano H, Nakabayashi T, Garcia M, Haga N, Asao T. Pyloric relaxation regulated via intramural neural pathway of the antrum. *Dig Dis Sci.* 2001;46(11):2307-13.
8. Haruma K, Kusunoki H, Manabe N, Kamada T, Sato M, Ishii M et al. Digestion. Real-time assessment of gastroduodenal motility by ultrasonography. *Digestion.* 2008;77 Suppl 1:48-51.
9. Kusunoki H, Haruma K, Hata J, Tani H, Okamoto E, Sumii K, Kajiyama G. Real-time

- ultrasonographic assessment of antroduodenal motility after ingestion of solid and liquid meals by patients with functional dyspepsia. *J Gastroenterol Hepatol.* 2000;15(9):1022-7.
10. Kamino D, Manabe N, Hata J, Haruma K, Tanaka S, Chayama K. Long-term Ultrasonographic Follow-up Study of Gastric Motility in Patients with Functional Dyspepsia. *J. Clin Biochem Nutr.* 2008;42(2):144-9.
 11. 이광재. 기능성 소화불량증의 병태생리와 치료. *대한소화관운동학회지.* 2003;9:85-91.
 12. Sielaff S. Gastroduodenal motility in chronic dyspepsia. 2. Postprandial motility. *Dtsch Z Verdau Stoffwechselkr.* 1988;48(3-4):162-72.
 13. 김진석, 윤상협. 내소산의 정상 및 위 유문부 확장 흰 쥐의 위 운동성에 대한 효능. *대한한방내과학회지.* 2008;29(1):117-29.
 14. Omura N, Kashiwagi H, Aoki T. Changes in gastric hormones associated with gastric outlet obstruction. An experimental study in rats. *Scand J Gastroenterol.* 1993;28:568-72.
 15. Miyata K, Yamano M, Kamato T, Akuzawa S. Effect of Serotonin(5-HT)₃-receptor antagonists YM060, YM114(KAE-393), ondansetron and granisetron on 5-HT₄ receptors and gastric emptying in rodents. *Jpn J Pharmacol.* 1995; 68:205-14.
 16. Wang JJ, Ming Q, Liu XD, etc. Electroacupuncture of Foot YangMing regulates gastric activity possibly through mediation of the dorsal vagal complex. *Am J Chin Med.* 2007;35(3):455-64.
 17. 임종국. *침구치료학.* 서울: 집문당; 1983, p. 114, 166-167, 233-5.
 18. 최민섭, 고희균, 김창환. 경혈 및 경락의 객관화에 대한 소고. *대한침구학회지.* 1991;8(1):71-83.
 19. 변재영, 손인철, 엄태식, 죽삼리혈 및 관원혈의 혈성에 관한 문헌적 고찰. *대한침구학회지* 1992;9(1):173-8.
 20. Troncon LE, Thompson DG, Ahluwalia NK, Barlow J, Heggie L. Relations between upper abdominal symptoms and gastric distension abnormalities in dysmotility like functional dyspepsia and after vagotomy. *Gut.* 1995 ;37(1):17-22.
 21. Iwa M, Nakade Y, Pappas TN, Takahashi T. Electroacupuncture improves restraint stress-induced delay of gastric emptying via central glutaminergic pathways in conscious rats. *Neurosci Lett.* 2006;15:399(1-2):6-10.
 22. Wang JJ, Liu XD, Qin M, Chen LW, Qiu JY, Duan L, Cao R, Rao ZR, Huang YX. Electroacupuncture of Tsusanli and Shangchuhsu regulates gastric activity possibly through mediation of the vagus-solotary complex. *Hepatogastroenterology.* 2007;54(78):1862-7.
 23. Sugai GC, Freire Ade O, Tabosa A, Yamamura Y, Tufik S, Mello LE. Serotonin involvement in the electroacupuncture- and moxibustion-induced gastric emptying in rats. *Physiol Behav.* 2004;15:82(5):855-61.
 24. Li YQ, Zhu B, Rong PJ, Ben H, Li YH. Neural mechanism of acupuncture-modulated gastric motility. *World J Gastroenterol.* 2007 ;7:13(5):709-16.
 25. 김유승, 윤상협. 기능성 소화불량증 환자의 위 미주신경 활성화 및 유문부 기능에 대한 죽삼리 전침과 일반 체침 자극의 복합 효능. *대한한방내과학회지.* 2008;29(3):621-8.