

팬텀을 이용한 다기능 위·십이지장관 코일 카테타의 유용성 평가

— Usefulness of Multi-functional Gastroduodenal Coil Catheter with Phantom —

아산재단 서울 아산병원 방사선과

임진오 · 김태형 · 정양화 · 최원찬 · 신지훈 · 송호영

— 국문요약 —

새로 개발된 다기능 위·십이지장관 코일 카테타의 유용성을 체외실험을 통하여 평가하고자 한다.

위·십이지장 코일 카테타는 전체길이가 150 cm되게 하여 두께 0.3 mm의 스테인레스 세선을 내경 1.3 mm 코일스프링으로 만들고 폴리에틸렌계의 열수축 튜브를 피복하였다. 카테타의 원위부 끝에서 20 cm 지점까지 금 표식자 7개를 부착하여 방사선 투시상 길이 측정이 가능하게 하였으며, 원위부 7 cm, 13 cm, 19 cm 지점에 조영제 분사가 가능하도록 측부 분사구를 제작하였다. 기존의 5 Fr. 혈관용 카테타와 새롭게 제작된 코일 카테타를 대상으로 방사선 불투과도와 조영제 분사능력을 평가하였다. 방사선 불투과도는 필름농도를 비교하였고, 조영제 분사능력은 아크릴을 이용하여 4개의 합을 제작하고 그 내부에 카테타를 위치시킨 후 자동주입기를 이용하여 생리식염수를 주입하여 카테타 내부에 안내철사를 삽입했을 경우와 하지 않았을 경우에서의 조영제 분사율을 측정하였다.

방사선 불투과도는 5 Fr. 혈관용 카테타에서 0.51, 새롭게 제작된 코일 카테타는 0.31이 측정되었고, 조영제 분사량은 5 Fr. 혈관용 카테타는 안내철사를 삽입한 경우와 삽입하지 않은 경우 동일하게 원위부에서만 99.5% 분사하였다. 코일 카테타는 안내철사를 삽입한 경우 원위부로부터 각각 1.17%, 18.8%, 41.8%, 38.2%가 분사되었고 안내철사를 삽입하지 않았을 경우 원위부로부터 각각 19.5%, 32.6%, 27.7%, 20.3%가 분사되었다.

새로 개발된 위·십이지장 카테타는 기존의 카테타와 비교하여 방사선 투시상 확인이 용이하여 길이 측정이 쉽고, 조영제 분사능력이 우수하여 위·십이지장의 중재적시술시 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

I. 서 론

카테타는 혈관의 진단과 중재적 시술에 절대 필요한 의료 기구로 알려져 있다¹⁻³⁾. 모든 혈관용 카테타의 모양은 각각의 혈관 분지모양과 각도에 따라 제작되어 관심

혈관에 진입하기 쉽게 제작되었다⁴⁻¹¹⁾. 카테타는 안내철사를 통하여 혈관에 진입하여 조영술을 시행하며, 혈관의 이상유무의 진단, 병변부위의 길이측정, 안내철사의 교체 등을 통한 혈관 및 비혈관의 진단과 중재적시술을 할 수 있도록 하는 역할을 한다.

본 논문은 2000년 보건복지부 보건의료기술연구개발사업(00-PJ1-PG3-31400-0055)의 연구비 지원으로 이루어졌음.

식도와 위·십이지장의 중재적 시술에서도 혈관용 카테타를 사용할 수 있지만 식도와 위유문부(antrum), 위유문부와 십이지장부 그리고 십이지장과 공장의 심한 해부학적 각도 때문에 몇 가지의 제한점이 있다. 식도와 위·십이지장협착의 중재적 시술시 협착부위의 정확한 길이와 위치를 파악하기 위해서 조영제를 주입해야 하며 혈관용 카테타를 사용하는 경우 조영제 주입은 안내철사를 제거후 카테타를 협착부위의 원위부에서 근위부까지 천천히 빼면서 주입하여 길이와 위치를 측정하고, 다음시술을 위해 안내철사를 재삽입해야 하는 과정이 반복되면서 시술시간이 길어진다. 또한, 위·십이지장협착의 중재적시술시 혈관용 카테타의 재질이 딱딱하여 위·십이지장의 해부학적인 각도를 극복하고 협착부위까지 진입하기 힘들고 위산에 의하여 안내철사의 표면이 손상되어 거칠어지는 현상이 발생하여 안내철사의 조정이 어려운 문제점이 있어 시술시간이 길어지는 현상이 발생한다(9-12)

이러한 문제점을 극복하기 위하여 다기능 위·십이지장관 코일 카테타를 제작하였으며, 아크릴 팬텀과 위·십이지장 모델을 이용하여 안내철사의 유·무에 따른 조영제 분사량과 협착부위의 길이 측정 등, 비혈관용 위·십이지장관 코일 카테타의 유용성을 평가하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 다기능 위·십이지장 코일 카테타 제작

카테타는 역류방지용 손잡이(QOSINA, edgewood, 뉴욕, 미국), 스테인레스 코일 스프링(도원 이엔지, 충주, 대한민국)과 열 수축 튜브(LG 전선, 안산, 대한민국)로 구성되며 전체길이는 150 cm로 제작하였다. 역류 방지용 손잡이는 안내철사를 제거하지 않아도 측면의 구멍을 통하여 조영제를 주입할 수 있는 Y-형 손잡이를 이용하였다.

코일은 위와 십이지장이 이루고 있는 굴곡을 극복하기 위하여 유연성이 좋은 0.3 mm의 스테인레스 세선을 사용하였고 안내철사와 코일과의 공간을 충분히 하여 마찰을 적게하고 안내철사를 제거하지 않아도 조영제 주입이 가능하도록 내경을 1.3 mm 코일스프링으로 제작하였다. 금 표식자는 두께 0.1 mm, 넓이 2 mm로 하여 코일 스프링 원위부에서 5 cm 간격으로 2개, 1 cm간격으로 5개를 부착하여 방사선 투시상 길이 측정이 20 cm까지 가능하게 하였고, 조영제 분사는 코일의 원위부 7 cm, 13 cm,

19 cm 지점에서 코일을 2배로 늘여 3부분에서 분사될 수 있도록 제작하여 카테타의 움직임이 없어도 협착부위를 측정할 수 있도록 하였고, 무독성인 폴리에틸렌계의 열수축 튜브를 코일 끝 5 cm을 제외하고 피복하였다. 이때, 코일을 2배로 늘인 부분에 피복되는 열 수축튜브 측면에 균등한 조영제 분사가 가능하도록 원위부부터 각각 6개, 2개, 1개의 구멍을 크기가 달리 하여 코일을 피복 하였다(Fig. 1, 2).

2. 아크릴 팬텀 제작

아크릴(atoglas, Elf Atochem korea LTD, 서울, 대한민국) 팬텀은 가로 26 cm, 세로 3 cm, 높이 16 cm의 아크릴 통에 4개의 함을 제작하고 그 내부에 카테타가 위치할 수 있도록 구멍을 뚫어 제작하였다. 다기능 위·십이지장관 코일 카테타와 혈관용 5 Fr. 카테타(Cook, Bloominton, 인디애나, 미국.)를 구멍에 위치시킨 후 각각의 함에 주사되는 조영제의 양을 측정할 수 있도록 제작하였다.

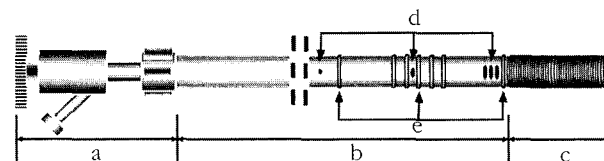


Figure 1. Schematic diagrams show the multi-functional gastroduodenal coil catheter. Hub part(a), Covered part for Shrinkable tube(b), Noncovered coil part(c), Multifunctional small round holes(d), Radiopaque marks(e).

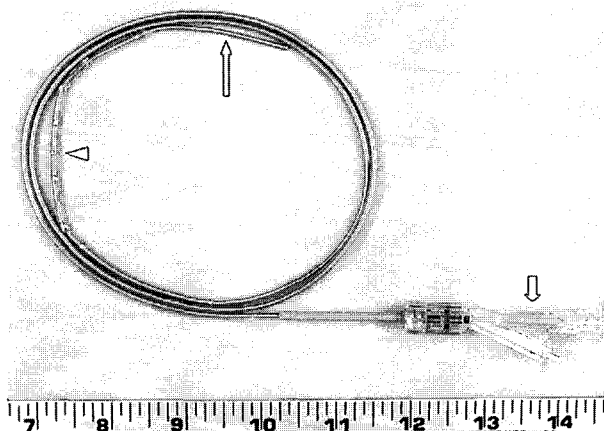
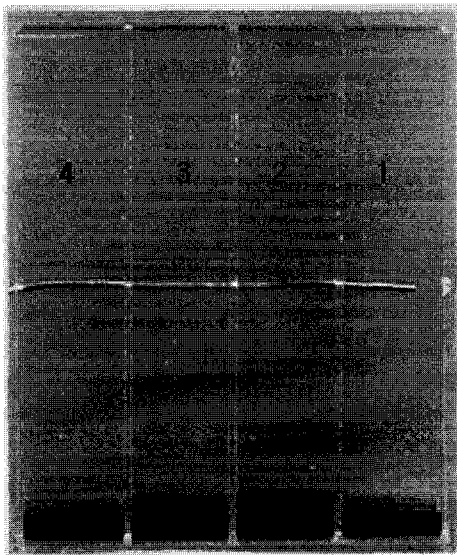


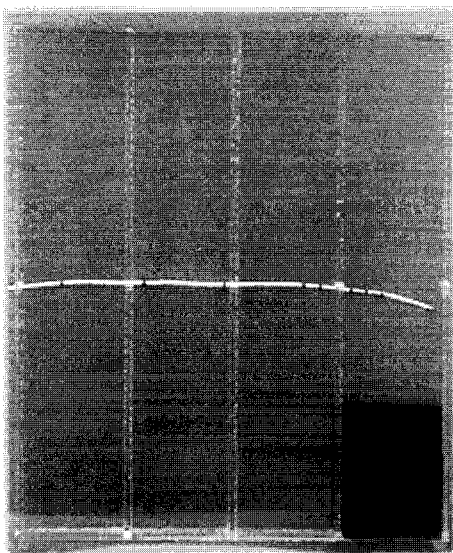
Figure 2. Photograph show the multi-functional gastroduodenal coil catheter. Hub part(short arrow), radiopaque marks(arrow head), coil part(long arrow).

3. 위·십이지장 모델 제작

위·십이지장 모델은 지점토(고려지점토, 서울, 대한민국)를 이용하여 하부 식도, 위 그리고 십이지장을 제작하고, 가로 22 cm, 세로 17 cm, 높이 28 cm의 사각형의 아크릴 틀에 넣어 중앙에 고정시켰다. 이때, 임상과 동일한 상황을 재현하고자 위저부와 십이지장 제2부위는 후방을 향하도록 하였고 위체부와 십이지장 제3부위는 전방을



a



b

Figure 3. Photographs of the amount of injected contrast media using a acryl phantom. Multi-functional gastro-ododenal coil catheter(a), angio maker catheter(b), chamber 1; Distal part, chamber 4; Proximal part.

향하도록 하였다. 지점토 형상이 고정된 아크릴 틀에 액상 실리콘(Shin-Etsu Chemical co., 동경, 일본)을 부어 건조시킨 후 실리콘에서 지점토를 제거하여 위·십이지장 모델을 제작하였다.

4. 체외 실험

1) 조영제 분사능력 실험

다기능 위·십이지장관 코일 카테타와 5 Fr. 혈관용 카테타를 아크릴 팬텀에 위치시킨 후 안내철사(Terumo, 동경, 일본)가 있는 상태와 없는 상태에서 식염수에 색소를 첨가한 물을 자동 주입기(Angiomat Illumena, 신시네티, 미국)의 실린지에 채워 5 ml/s, total 50 ml, 500 PSI 조건으로 각각 10회 실시하여 아크릴 팬텀 각각의 챔버에 떨어지는 물의 양과 PSI변화를 측정하여 평균값을 구하였다. 위·십이지장 모델에 다기능 위·십이지장관 코일 카테타와 혈관용 5 Fr. 카테타를 공장부위까지 위치시킨 후 같은 조건으로 조영제(Telebrix 30 Meglumine, Guerbet korea, 서울, 대한민국)를 주입하여 분사 범위와 PSI변화를 측정하여 평균값을 구하였다.

2) 방사선 불 투과도 실험

다기능 위·십이지장관 코일 카테타와 혈관용 5 Fr. 카테타에서 길이측정을 하기 위해 부착된 방사선 표식자를 나란히 위치시킨 후 50 kVp, 6 mAs의 조건으로 촬영(Shimadzu, 경도, 일본)하고 현상(FL-IM D Fujiphoto film co.LTD, 동경, 일본)하여 자동농도 측정기(X-Rite, Incorporated Grandille, 미시간, 미국)를 이용하여 10회 측정 후 평균값을 구하였다.

III. 결 과

1. 조영제 분사능력 실험 결과

아크릴 팬텀의 조영제 분사율은 5 Fr. 혈관용 카테타에서 안내철사를 삽입한 경우와 삽입 하지 않은 경우 동일하게 원위부에서만 99.5% 분사되었으나 코일 카테타는 안내철사를 삽입한 경우 원위부로부터 각각 1.17%, 18.8%, 41.8%, 38.2%가 분사되었고 안내철사를 삽입하지 않았을 경우 원위부로부터 각각 19.5%, 32.6%, 27.7% 20.3%가 분사되었다(Table 1, 2, Fig. 3). 위·십이지장 팬텀에서 5 Fr. 혈관용 카테타는 안내철사를 삽입하지 않은 경우와

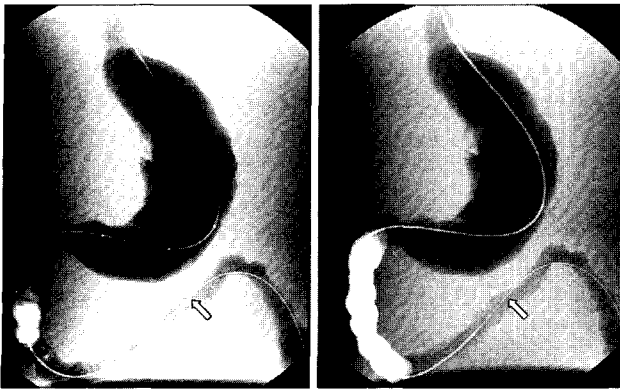


Figure 4. Photographs of the amount of injected contrast media using a gastroduodenal model. Marker catheter(a), multi-functional gastroduodenal coil catheter(b), 0.035 inch terumo guide wire(arrows).

Table 1. Ejection rate of saline using a each chamber in the acryl phantom.

acryl chamber		1*	2	3	4**	PSI
5Fr. Cathether	guide wire (o)	99.5 %	0 %	0 %	0 %	500
	guide wire (x)	99.5 %	0 %	0 %	0 %	15.3
Coil catheter	guide wire (o)	19.5 %	32.6 %	27.7 %	20.3 %	214.3
	guide wire (x)	1.17 %	18.8 %	41.8 %	38.2 %	3.6

* chamber 1; Distal part, **chamber 4; Proximal part.

Table 2. Amount of ejected contrast media using a gastroduodenal model.

contrast media injection		ml/s	total ml	PSI
5Fr. Cathether	guide wire (O)	0.4 ml/s	9.6 ml	500
	guide wire (X)	5 ml/s	50 ml	124
Coil catheter	guide wire (O)	5 ml/s	50 ml	208
	guide wire (X)	5 ml/s	50 ml	78

코일 카테타의 안내철사를 삽입할 때와 하지 않았을 때는 동일하게 5 ml/s, 10초간 총 50 ml가 주사되었고 PSI는 각각 124, 208, 78이 측정되었고 5 Fr. 카테타에 안내철사를 삽입한 경우에는 조영제 분사량은 0.4 ml/s, 총 9.6 ml, 500 PSI가 측정되었다(Table 1, 2, Fig. 4).

2. 방사선 불투과도 실험 결과

방사선 불투과도는 5 Fr. 혈관용 카테타에서 0.51, 다기능 위·십이지장 코일 카테타는 0.31이 측정되었고 이때 Fog 농도는 0.15로 측정되었다.

IV. 고찰 및 결론

악성 십이지장 협착은 췌장두부암의 침습에 의해 가장 흔하게 발생되며, 그 외 담낭암 등의 림프절 전이에 의한 압박 또는 원발성 십이지장암에 의해서도 발생된다. 췌장암의 경우 발견 당시에 근치적 절제술이 불가능한 경우가 80~95%까지 보고되고 있다¹³⁾.

수술이 불가능한 환자에서 스텐트 설치술은 담도계와 식도에서는 시술의 안전성과 치료가 정립되어 있으며, 최근에는 수술이 불가능한 결장암 위·십이지장의 악성 협착에서도 이 시술이 늘어나고 있다¹⁴⁾.

현재, 식도와 위·십이지장 협착 환자에 사용하는 카테타는 혈관용카테타를 사용해 왔지만 몇 가지의 문제점들이 있다. 첫째, 위산에 의한 카테타 내막의 부식으로 안내철사의 조정이 힘들어 위·십이지장의 해부학적인 만곡을 극복하여 진입하기 어렵다. 둘째, 협착 부위의 길이를 측정하기 위해서는 안내철사를 제거하고 주입을 위해 카테타를 원위부에서 근위부 방향으로 제거하면서 조영제를 주입해야 하므로 병변길이를 측정 후 다시 안내철사를 삽입해야하는 번거로움이 있다. 셋째, 혈관용 카테타는 길이가 100 cm으로 십이지장 제2부위에서 제3부위까지 협착이 있는 환자의 경우 길이가 짧아 충분한 진입이 안되므로 단단한 안내철사로 교체할 때 카테타가 위저방향으로 밀리면서 협착부위에서 빠져나오는 문제점이 발생한다. 이러한 문제점으로 인해 스텐트 삽관기의 유도가 힘들어 시술시간이 길어지고 시술의 실패 가능성이 높다.

새롭게 제작된 다기능 위·십이지장관 코일 카테타는 내경 1.3 mm 스테인레스 스틸 코일로 제작하여 위산에 의한 카테타 내막의 부식을 방지하여 안내철사와의 마찰력을 줄일 수 있다. 금박을 이용한 방사선 표식자의 불투과도는 혈관용 카테타보다 낮아 방사선 투시하에서 육안으로 식별이 용이하다. 조영제 분사는 아크릴 팬텀의 실험에서 혈관용 카테타는 원위부에서만 분사되지만 다기능 위·십이지장관 코일 카테타는 안내철사를 제거하지 않아도 원위부로부터 각각 1.17%, 18.8%, 41.8%, 38.2%

가 분사되었고 안내철사를 제거했을 때는 원위부로부터 각각 19.5%, 32.6%, 27.7%, 20.3%가 분사되어 카테타를 이동하지 않아도 협착부위의 전, 후방을 충분히 조영할 수 있을 것으로 사료된다. 시술의 재현성을 높이기 위해 인체와 비슷한 모양의 위·십이지장 모델을 제작하여 조영제 분사 실험에서는 조영제양을 측정할 수는 없었지만 혈관용 카테타는 원위부에서만 조영제가 분사된 반면 다기능 위·십이지장관 코일 카테타는 십이지장 제1부위와 제2부위에서 조영제가 분사되어 임상에서 시술을 재현할 수 있을 것으로 예상된다. 아크릴 팬텀은 식염수를 사용하여 PSI가 낮게 측정된 반면, 위·십이지장 모델에 PSI가 높게 측정된 이유는 조영제 사용과 카테타의 굴곡 때문인 것으로 사료된다.

김¹⁵⁾ 등은 실리콘, 실리콘 튜브, 아크릴관, 고압의 수중 펌프를 이용하여 복부대동맥류의 모델은 혈액의 흐름을 재현하는 기능성 모델을 보고하였다. 본 연구에서 제작된 모델에서는 김등이 발표한 인체의 기능적 재현이 제한적이어서 차후의 연구에서 소화관의 연동운동을 재현할 수 있는 연구가 추가되어야 할 것으로 판단된다.

결론적으로, 새로 개발된 다기능 위·십이지장 코일 카테타는 기존의 카테타와 비교하여 방사선 투시상 확인이 용이하여 길이측정이 쉽고, 조영제 분사능력이 우수하여 위 십이지장의 중재시술시 유용하게 사용될 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. Arthur C. Waltman, W. Robert Courey, Christos Athanasoulis, Stanley Baum. Technique for left gastric artery catheterization. *Radiology* 1973; 109:732-734.
2. George S. Grable, Douglas C. Smith. The use of the simmons "Sidewinder" catheter in percutaneous transluminal angioplasty of the renal arteries. *Radiology* 1980;137:541-543.
3. Hinck VC, Judkins MP, Paxton HD. Simplified selective femorocerebral angiography. *Radiology* 1967;89:1048-1052.
4. Kang SG, Lee DY, Maeda M, Kim ES, Choi D, Kim BO, Yoon HK, Sung KB, Song HY. Aortic dissection: percutaneous management with a separating stent-graft-preliminary results. *Radiology* 2001;200:533-539.
5. Yoon HK, Sung KB, Song HY, Kang SG, Kim MH, Lee SG, Lee SK, Auh YH. Benign biliary strictures associated with recurrent pyogenic cholangitis: treatment with expandable metallic stent. *ARJ* 1997;169:1523-1527.
6. Song HY, Shim TS, Kang SG, Jung GS, Lee DY, Kim TH, Park S, et al. Tracheobronchial Strictures: treatment with apolyurethane-covered retrievable expandable nitinol stent Initial experience. *Radiology* 1999;213:905-912.
7. Song HY, Cho KS, Sung KB, Han YM, Kim YG, Kim CS. Self-expandable metallic stents in high risk patients with benign prostatic hyperplasia: long term follow-up. *Radiology* 1995;195:655-660.
8. Song HY, Do YS, Han YM, et al. Covered expandable esophageal metallic stent tubes: experiences in 119 patients. *Radiology* 1994;193:689-695.
9. Song HY, Jung HY, Park SI, et al. Covered retrievable expanable nitinol stents in patients with benign esophageal strictures: initial experience. *Radiology* 2000;217:551-557.
10. Jung GS, Song HY, Kang SG, Huh JD, Park SJ, Koo JY, Cho YD. Malignant gastroduodenal obstructions: Treatment by means of a Covered Expandable Metallic Stent-initial experience. *Radiology* 2000;216:758-763.
11. Jung GS, Song HY, Seo TS, Park SJ, Koo JY, Huh JD, Cho YD. Malignant Gastric Outlet Obstructions: Treatment by Means of Coaxial Placement of Uncovered and Covered Expandable Nitinol Stents. *J Vasc Interv Radiol* 2002;13:275-283.
12. de Baere T, Harry G, Ducreux M et al(1997) Self-expanding metallic stents as palliative treatment of malignant gastroduodenal stenosis. *AJR Am J Roentgenol* n 1997;169:1079-1083.
13. Wade TP, Neuberger TJ, Virgo KS, Johnson FE. Pancreatic cancer palliation: using tumor stage to select appropriate operation. *Am J Surg* 1994; 167:208-213.
14. 김현철, 정규식, 송호영, 이상희, 김정민, 오경승, 허진도, 조경덕. 악성 십이지장 협착: 피복형 팽창성

- 나이티놀 스텐트 설치술을 이용한 고식적 치료. *대한 방사선의학회지* 2002;46:329-334.
15. 김태형, 성규보, 고기영, 김시훈, 이종현, 신동익, 임 진오, 송호영. 인조혈관스텐트 삽입술용 복부대동맥류 모델의 개발. *대한방사선의학회지* 2002;46:207-211.

• Abstract

Usefulness of Multi-functional Gastroduodenal Coil Catheter with Phantom

Jin-Oh Lim · Tae-Hyung Kim · Yang-Hwa Jung
Won-Chan Choi · Ji-Hoon Shin, M.D. · Ho-Young Song, M.D.

Department of Radiology, Asan Medical Center

To evaluate the newly designed gastroduodenal coil catheter : in-vitro test.

The coil catheter that we made in our laboratory was 150 cm. The coil that is made of stainless steel wire was composed 1.3 mm inner diameter and this coil spring was covered with heat-shrinkable polyethylene tube. To measure the length under fluorocopy, 8 radiopaque marks were attached at 5 cm, 10 cm, 11 cm, 12 cm, 13 cm, 14 cm, 15 cm, 20 cm apart from distal end of the catheter and 6, 2, 1 pores were made at 7 cm, 13 cm, 19 cm apart from the distal end. Radio-opacity and the amount of injected contrast was investigated in formerly used 5 Fr. vessel catheter, which is possible in measuring length, and newly designed coil catheter. Film density was tested for radio-opacity with autodensitometer. For measuring the volume of injected saline, the catheter was located in the acryl box(26 cm, 3 cm, 16 cm) that divided into 4 chambers. After injection 50 cc of contrast with autoinjector, the contrast's quantity in each chamber was measured with and without over the guide wire.

Radio-opacity was 0.51 in 5 Fr. vessel catheter, 0.31 in newly made catheter. The amount of injected contrast was measured. In case of 5 Fr. vessel catheter, the amount was 99.5% from the distal part, there was no difference between with and without the guide wire. Otherwise, using a coil catheter, the percentage the ejected saline was 1.17%, 18.8%, 41.8%, 38.2% from the distal part with the guide wire, 19.5%, 32.6%, 27.7%, 20.3% without the guide wire.

Compare with formerly established catheter, this new coil catheter is easy to measure the length thanks to easy confirming under fluoroscopy and excellent in injecting contrast. Therefore, newly designed gastrointestinal catheter seems to be useful in gastrointestinal intervention procedure.

key wards : Phantom, Model, anatomical Gastrointestinal, Interventional Procedure