

ORIGINAL ARTICLE

# 급성 위장관 출혈 환자에서 혈관조영술 및 색전술의 임상 성적: 출혈 부위 및 색전술 방식에 따른 분석

노수민, 신지훈<sup>1</sup>, 김하일, 이선호<sup>2</sup>, 장기주<sup>2</sup>, 송은미<sup>2</sup>, 황성욱<sup>2</sup>, 양동훈<sup>2</sup>, 예병덕<sup>2</sup>, 명승재<sup>2</sup>, 양석균<sup>2</sup>, 변정식<sup>2</sup>  
울산대학교 의과대학 서울아산병원 내과, 영상의학과<sup>1</sup>, 소화기내과<sup>2</sup>

## Clinical Outcomes of Angiography and Transcatheter Arterial Embolization for Acute Gastrointestinal Bleeding: Analyses according to Bleeding Sites and Embolization Types

Soo Min Noh, Ji Hoon Shin<sup>1</sup>, Ha Il Kim, Sun-Ho Lee<sup>2</sup>, Kiju Chang<sup>2</sup>, Eun Mi Song<sup>2</sup>, Sung Wook Hwang<sup>2</sup>, Dong-Hoon Yang<sup>2</sup>, Byong Duk Ye<sup>2</sup>, Seung-Jae Myung<sup>2</sup>, Suk-Kyun Yang<sup>2</sup> and Jeong-Sik Byeon<sup>2</sup>

Departments of Internal Medicine and Radiology<sup>1</sup>, Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine<sup>2</sup>, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

**Background/Aims:** The clinical outcomes of angiography and transcatheter arterial embolization (TAE) for acute gastrointestinal bleeding (GIB) have not been completely assessed, especially according to bleeding sites. This study aimed to assess the efficacy of angiography and safety of TAE in acute GIB.

**Methods:** This was a retrospective study evaluating the records of 321 patients with acute GIB who underwent angiography with or without TAE. Targeted TAE was conducted in 134 patients, in whom angiography showed bleeding sources. Prophylactic TAE was performed in 29 patients when the bleeding source was not detected but a specific vessel was strongly suspected by other examinations. The rate of technical success, clinical success, and complications were analyzed.

**Results:** The detection rate of bleeding source via angiography was 50.8% (163/321), which was not different according to the bleeding sites. The detection rate was higher if the probable bleeding source had already been found by another investigation (59.7% vs. 35.8%,  $p < 0.001$ ). TAE sites were upper GIB in 67, mid GIB in 74, and lower GIB in 22. The technical success rate was 99.3% (133/134), and the clinical success rate was 63.0% (104/163). The prophylactic embolization group showed lower clinical success rate than the targeted embolization group (44.8% vs. 67.9%,  $p = 0.06$ ). The TAE-related complication rate was 12.9% (21/163). Ischemia and/or infarction was more common after TAE for mid and lower GIB than for upper GIB (15.6% vs. 3.0%,  $p = 0.007$ ).

**Conclusions:** Angiography with or without TAE was an effective method for acute GIB. Targeted embolization should be performed if possible given that it has a higher clinical success rate. (Korean J Gastroenterol 2018;71:219-228)

**Key Words:** Angiography; Embolization, therapeutic; Gastrointestinal hemorrhage

## 서론

원인불명 위장관 출혈은 상부위장관 내시경, 대장 내시경 및 고식적 영상 검사로 출혈 원인을 찾지 못한 위장관 출혈을 의

미한다. 원인불명 위장관 출혈은 전체 위장관 출혈의 5% 정도를 차지하며, 소장 출혈이 가장 흔한 원인으로 생각된다. 2000년대 이후 캡슐 내시경, 이중 풍선 소장 내시경(double balloon enteroscopy), 전산화단층촬영(computed tomography, CT)/

Received July 26, 2017. Revised November 8, 2017. Accepted January 3, 2018.

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © 2018. Korean Society of Gastroenterology.

교신저자: 변정식, 05505, 서울시 송파구 올림픽로 43길 88, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 소화기내과

Correspondence to: Jeong-Sik Byeon, Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea. Tel: +82-2-3010-3905, Fax: +82-2-476-0824, E-mail: jsbyeon@amc.seoul.kr

Financial support: None. Conflict of interest: None.

magnetic resonance (MR) 소장조영술(enterography)과 같은 새로운 소장 검사법이 도입되면서 과거에 비해 높은 소장 출혈 병소 진단율을 보여주고 있다.<sup>1</sup> 따라서, 전통적으로 상부 및 하부 출혈의 두 유형으로 분류되던 위장관 출혈이 최근에는 식도부터 바터팽대부(ampulla of Vater)까지를 상부, 바터팽대부에서 말단 회장까지를 중부, 말단회장 이하 대장까지를 하부위장관 출혈로 구분하여 접근하고 있다.<sup>2</sup>

위장관 출혈, 특히 토혈, 혈변 또는 흑색변을 보이는 급성 위장관 출혈에 있어 내시경은 가장 중요한 진단적 역할을 할 뿐 아니라 내시경 지혈술을 통해 수술 등 보다 침습적 치료 없이 내과적 치료로 경과를 호전시키는 데 크게 기여한다. 그러나 급성 위장관 출혈 환자의 일부는 내시경으로 출혈 부위를 찾지 못하며, 원인 병소를 찾더라도 내시경 지혈술로 지혈에 실패하거나 지혈 후 재출혈이 발생하기도 한다. 특히 재출혈은 환자의 예후를 결정하는 중요한 인자로 알려져 있다.<sup>3-5</sup> 따라서, 내시경으로 출혈 병소를 찾지 못하거나 내시경 지혈술이 어려운 경우 다른 진단 및 지혈법을 고려해야 한다. 혈관조영술(angiography) 및 경도관 동맥색전술(transcatheter arterial embolization)은 이와 같이 내시경으로 진단 및 지혈에 실패한 경우 고려할 수 있는 중재시술이다. 그런데, 이러한 혈관조영술 및 색전술의 유용성 및 안정성은 상부위장관 출혈을 대상으로 한 연구에서 여러 차례 검토되었으며,<sup>6,7</sup> 중부위장관 이하의 출혈에 대해서는 연구결과가 충분하지는 않다. 우리나라 급성 위장관 출혈 환자를 대상으로 하였던 한 국내 연구가 식도 출혈 3명, 위십이지장 출혈 41명, 소장 출혈 38명, 대장 출혈 15명을 포함함으로써 상부, 중부, 하부위장관 출혈 환자를 비교적 골고루 대상으로 하여 초선택 동맥색전술(supraselective arterial embolization) 후 임상결과를 분석하여 혈관조영술 및 색전술의 유용성에 대하여 보고한 바 있다.<sup>8</sup> 그러나 이 연구에서도 여전히 위십이지장 출혈이 가장 주된 분석 대상이었고, 대장 출혈 증례는 많지 않았으며, 최근 원인불명 위장관 출혈 환자에서 소장 병소 확인을 위해 유용하게 사용되고 있는 캡슐 내시경과 이중 풍선 내시경 검사는 함께 분석되지 않은 제한점이 있다. 또한, 색전술 후 발생할 수 있는 소장 또는 대장 허혈이나 경색, 천공의 빈도와 경과 등 다양한 합병증의 빈도 및 치료 성적도 충분히 연구되어 있지 않다.

따라서 이 연구에서는 원인불명 위장관 출혈을 포함하는 급성 위장관 출혈 환자에서 혈관조영술 및 색전술의 유용성 및 안정성에 대해 알아보려고 하였으며, 특히 상부, 중부, 하부위장관 출혈 사이에 혈관조영술 및 색전술 성적에 차이가 있는지 확인해 보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상 환자

1999년 12월부터 2016년 8월까지 토혈, 혈변, 흑색변 등의 급성 위장관 출혈로 서울아산병원을 내원하여 혈관조영술 및 색전술을 시행하였던 환자를 대상으로 하였다. 영상의학과 중재시술팀의 혈관조영술 및 색전술 시술 명단을 통해 대상 환자를 확인하였다. 식도 및 위정맥류 출혈 환자는 제외하였다. 결과적으로 급성 비정맥류 위장관 출혈로 혈관조영술을 시행하였던 321명의 환자가 분석 대상이 되었다. 이 연구는 서울아산병원 임상연구심의위원회에 승인되었다(IRB number: 2017-0806).

### 2. 혈관조영술 및 색전술 방법

위장관 출혈 진단 및 치료 과정은 시기와 임상력에 따라 약간의 차이는 있었으나, 대체로 다음과 같은 원칙에 따라 진행되었다. 상부위장관 출혈이 의심되는 경우 상부위장관 내시경을, 하부위장관 출혈이 의심되는 경우 대장 내시경을 먼저 시행하였다. 내시경에서 출혈 병소가 확인되지 않은 경우 복부 CT, 적혈구 스캔, 캡슐 내시경 등을 시행하였고, 진단 및 치료 목적으로 필요 시 이중 풍선 소장 내시경 검사를 시행하였다. 혈관조영술은 이상의 검사들로 발견한 출혈 병소에 대하여 지혈 목적으로 또는 출혈 병소를 찾지 못하였는데 출혈이 지속되거나 대량 출혈로 활력징후가 불안정할 때 시행하였다.

혈관조영술은 대퇴동맥을 통한 Seldinger 기법으로 시행되었다. 복강동맥, 상장간막동맥과 하장간막동맥조영술을 시행하여 출혈 부위를 확인하였다. 색전술은 혈관조영술에서 분지동맥(branch artery) 이하의 혈관으로부터 직접적인 조영제의 유출(extravasation)이 있거나 출혈 원인이 되는 가상동맥류(pseudoaneurysm)가 발견되었을 때 시행하였으며, 해당 혈관 부위를 초선택(superselction)하여 선택적 색전술(targeted embolization)을 시행하였다. 색전 물질은 microcoils (MicroNester or Tornado; Cook Medical Korea, Seoul, Korea) 또는 gelatin sponge particles (Spongostan; Johnson & Johnson Medical Korea Ltd., Seoul, Korea) 또는 둘을 함께 사용하였다. 일부 환자에서는 혈관조영술에서 출혈 병소를 찾지 못하였더라도, 혈관조영술 전에 시행한 상부/하부위장관 내시경, 복부 CT, 적혈구 스캔, 캡슐 내시경 또는 소장 내시경에서 출혈 원인 병소로 강력히 의심되는 병변이 있었던 경우 해당 부위 혈관에 대해 예방적 색전술(prophylactic embolization)을 시행하였고, 혈관조영술에서 출혈 혈관을 확인하였는데 색전술 시행할 당시에는 출혈이 멈춘 경우에도 혈관조영술 당시 출혈이 있던 혈관 부위를 추정하여 예방적 색전술을 시행하였다. 혈관조영술 및 색전술은 6-27년간 혈관조영술 및 색전술 시행 경험이 있는 7명의 중재 영상의학 전문의에 의하여 수행되었다.

### 3. 임상 경과 분석

대상 환자들의 의무기록과 혈관조영술 및 색전술 검사 결과, 영상을 확인하고 검토하였다. 혈관조영술 시행 이유를 조사하였고 혈관조영술에서 출혈 병변 발견율을 조사하였다. 색전술을 통한 지혈 성공 여부를 확인하였다. 기술적 성공(technical success)은 색전술 시행 후 혈관조영술에서 기존에 관찰되던 조영제의 누출 또는 가성동맥류가 사라져 보이지 않는 경우로 정의하였으며, 따라서, 출혈 혈관 또는 가성동맥류에 대해 선택적 색전술을 시행한 환자들에 대해서만 조사하였다. 임상적 성공(clinical success)은 색전술 시행 후 토혈, 혈변, 흑색변 등의 임상 증상이 소실되고, 이후 30일 동안 재출혈이 없어 수술이나 추가 시술이 필요하지 않았던 경우로 정의하였다. 따라서, 색전술 후 출혈이 지속되거나 30일 이내에 재출혈이 발생한 경우는 임상적 실패(clinical failure)로 간주하였다. 합병증 중 장허혈 또는 경색은 장으로 충분한 혈액이 공급되지 못하는 상태를 일컫는 것으로, 장허혈은 점막층을 중심으로 장벽 내측 표층에 허혈 손상이 국한된 경우, 장경색은 장벽 전층으로 허혈 괴사(transmural bowel infarction)가 진행한 경우로 정의하였다.<sup>9-11</sup> 임상적으로 장허혈 및 경색은 색전술 후 복통, 혈변, 발열 등의 증상을 보일 경우 조영증강 감소 또는 소실을 보이는 복부 CT 소견이나 부종, 출혈, 괴사를 보이는 내시경 검사 소견을 통하여 진단하였다.

이상의 임상 경과를 전체 급성 위장관 출혈 환자를 대상으로 분석하였고, 상부, 중부, 하부위장관 출혈로 구분하여 비교 분석도 시행하였다. 상부, 중부, 하부위장관 출혈 분류는 전술한 바와 같이 바터팡대부와 말단 회장을 경계로 출혈 병변의 위치에 따라 정의하였다.

### 4. 통계 처리

통계 처리는 SPSS for Window TM Release (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 혈관조영술 이전 출혈병소 발견 여부와 혈관조영술 시행하여 출혈병소 발견과의 관련성, 선택적 또는 예방적 동맥색전술의 임상결과, 출혈 병소에 따른 색전술 결과를 확인하기 위하여 Pearson  $\chi^2$  test, Fisher's exact test를 실시하였다. 나이, 성별, 색전술 시행 당시 환자의 활력징후 변수를 보정하여 분석하였으며, p값 0.05 미만을 통계적으로 의미 있다고 평가하였다.

## 결 과

### 1. 환자군의 임상적 특성

급성 위장관 출혈로 혈관조영술을 시행하여 이 연구의 분석 대상이 된 321명의 연령은 평균 58.9세였으며, 연령 범위는 18-94세였다. 남성 환자가 216명(67.3%)이었다. 내시경,

영상 검사 및 혈관조영술 등 다양한 검사를 통해 상부위장관 출혈로 확인된 환자가 99명, 중부위장관 출혈은 150명, 하부위장관 출혈은 48명이었고, 여러 검사를 종합한 후에도 출혈 부위가 명확하지 않은 환자가 24명이었다(Table 1). 진단 또는 치료 목적으로 혈관조영술을 시행하게 된 상부위장관 출혈의 가장 흔한 원인은 소화성 궤양이었고, 중부위장관 출혈의 가장 흔한 원인은 수술 문합부 출혈, 하부위장관 출혈의 가장 흔한 원인은 계실 출혈이었다. 출혈 부위별 출혈 원인은

**Table 1.** Patient Demographic Data and Clinical Parameters (n=321)

Variable	No. of patients
Male	216 (67.3)
Age (yr)	
18-60	154 (48.0)
61-80	146 (45.5)
≥81	21 (6.5)
Medications <sup>a</sup>	82 (25.5)
Coagulopathy <sup>b</sup>	87 (27.1)
Hemodynamic instability <sup>c</sup>	165 (51.4)
Bleeding site	
UGI	99 (30.8)
Peptic ulcer disease	36
Malignant	22
Acute gastroduodenal lesion	6
Dieulafoy's lesion	4
Others <sup>d</sup>	17
No source identified	14
MGI	150 (46.7)
No source identified	46
Postoperative anastomotic bleeding	19
Malignant	18
Angioectasia	17
Inflammatory bowel disease	15
Others <sup>e</sup>	35
LGI	48 (15.0)
Diverticulosis	16
Post operation bleeding	4
Angioectasia	4
Others <sup>f</sup>	21
No source identified	3
Unknown	24 (7.5)

Values are presented as n (%).

UGI, upper gastrointestinal; MGI, mid gastrointestinal; LGI, lower gastrointestinal; NSAIDs, nonsteroidal anti-inflammatory drugs; PT, prothrombin time; INR, international normalized ratio; CMV, cytomegalovirus.

<sup>a</sup>Antiplatelet agents/anticoagulants/NSAIDs or steroid; <sup>b</sup>Prolonged PT (INR >1.5) or thrombocytopenia (<50,000  $\mu$ L); <sup>c</sup>During or before the procedure, heart rate>120 beats per minute or systolic blood pressure <90 mmHg; <sup>d</sup>Isotrogenic, angiodysplasia, diverticular, fistula, Crohn's disease, vasculitis, esophageal hematoma, pseudoaneurysm, esophagitis; <sup>e</sup>Diverticulum, NSAIDs induced ulcer, vasculitis, trauma, radiation enteritis, salmonellosis, portal enteropathy, pseudoaneurysm, post procedure; <sup>f</sup>Rectal ulcer, post polypectomy bleeding, neoplasia, inflammatory bowel disease, CMV infection, ischemic colitis, stercoral ulceration, NSAIDs induced colopathy, fistula, Dieulafoy's lesion, iliac artery aneurysm.

**Table 2.** Indications and Diagnostic Yields of Angiography

	Angiography after detection of bleeding focus by other investigations (n=201)	Angiography with unknown bleeding focus (n=120)	p-value
Diagnostic studies detecting bleeding focus prior to angiography	Upper and/or lower gastrointestinal endoscopy (n=90) Abdominopelvic CT scan (n=37) Bleeding scan (n=31) CT enterography (n=25) Enteroscopy (n=14) Others <sup>a</sup> (n=4)		
Diagnostic yield			
Overall detection rate	120 (59.7%)	43 (35.8%)	<0.001
UGI lesion detection rate	39/74 (52.7%)	14/25 (56.0%)	0.775
MGI lesion detection rate	59/91 (64.8%)	25/59 (42.4%)	0.007
LGI lesion detection rate	22/33 (66.7%)	4/15 (26.7%)	0.014

UGI, upper gastrointestinal; MGI, mid gastrointestinal; LGI, lower gastrointestinal, CT, computed tomography.

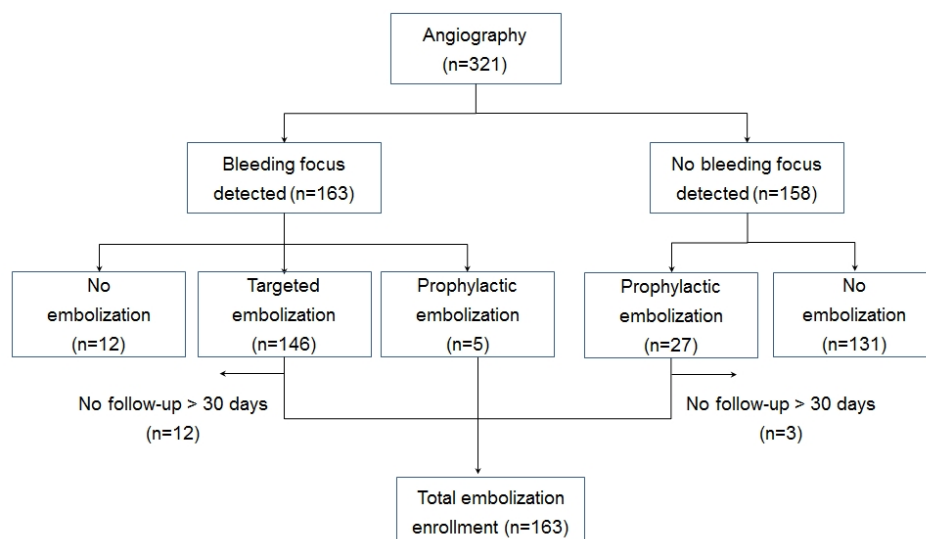
<sup>a</sup>By high clinical suspicion such as previous surgery site, etc.**Fig. 1.** Flowchart of patients who underwent angiography with or without embolization.

Table 1에 정리하였다.

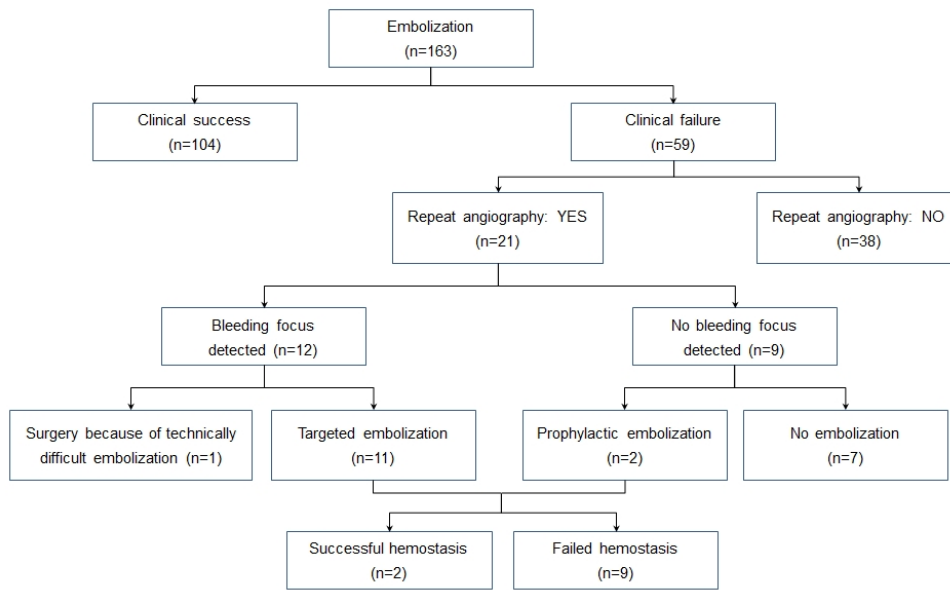
## 2. 혈관조영술 적응증 및 출혈 병소 발견율

321명 환자 중 혈관조영술 이전에 다른 검사를 통해 출혈 병소가 확인되었고, 이에 대한 색전술 목적으로 혈관조영술을 시행한 환자는 201명(62.6%)이었으며, 120명(37.4%)은 다른 검사들에서 출혈 병소를 찾지 못한 상태에서 출혈 병소 진단 및 필요 시 색전술을 추가할 목적으로 혈관조영술을 시행하였다. 혈관조영술 시행 전에 출혈 병소를 확인하였던 201명의 출혈 병소 진단 방법은 Table 2에 정리하였다.

혈관조영술을 시행하였던 321명 중 163명에서 혈관조영술로 출혈 병소가 확인되어 혈관조영술의 전체적인 출혈 병소 발견율은 50.8%였다. 다른 검사로 출혈 병소를 확인한 상태에서 혈관조영술을 시행한 경우와 출혈 병소를 모르는 상태에

서 혈관조영술을 시행한 경우의 출혈 병소 발견율은 각각 59.7% (120/201)와 35.8% (43/120)으로 유의한 차이를 보였다( $p<0.001$ ) (Table 2). 적혈구 출혈 스캔 및 CT 소장조영술에서 출혈 병소가 확인되었던 환자의 각각 54.8% (17/31)와 72.0% (18/25)가 혈관조영술을 통하여 병변을 확인할 수 있었다.

상부, 중부, 하부위장관 부위별 혈관조영술의 출혈 병소 발견율은 각각 53.5% (53/99), 56.0% (84/150), 54.2% (26/48)로 차이가 없었다( $p=0.924$ ). 출혈 병소에 따라 세부 분석해 보았을 때 중부위장관 출혈 환자에서는 다른 검사로 출혈 병소를 확인한 후 이에 대한 색전술 목적으로 혈관조영술 시행한 경우와 출혈 병소를 찾지 못한 상태에서 혈관조영술 시행한 경우의 출혈 병소 발견율은 각각 64.8%와 42.4% ( $p=0.007$ )로 유의한 차이가 있었고, 하부위장관 출혈 환자



**Fig. 2.** Clinical outcomes after embolization for acute gastrointestinal bleeding.

**Table 3.** Embolization Results according to the Bleeding Site

	Type of embolization		Bleeding focus detected prior to angiography	Technical success	Clinical success	Complication
	Targeted embolization	Prophylactic embolization				
Upper GI bleeding (n=67)	45 (67.2)	22 (32.8)	50 (74.6)	45 (100)	43 (64.2)	4 (6.0)
Mid GI bleeding (n=74)	67 (90.5)	7 (9.5)	49 (66.2)	67 (100)	43 (58.1)	13 (17.6)
Lower GI Bleeding (n=22)	22 (100)	0 (0)	19 (86.4)	21 (95.5)	18 (81.8)	4 (18.2)
p-value	<0.001		0.184	0.164	0.267	0.06

Values are presented as n (%).

GI, gastrointestinal.

서도 66.7%와 26.7% ( $p=0.014$ )로 유의한 차이가 있었다. 상부위장관 출혈에서는 이전 검사에서 출혈 병소 발견 여부에 따라 혈관조영술의 병소 발견율에 차이가 없었다. 병소 발견율에 대한 자세한 성적을 Table 2에 기술하였다.

### 3. 색전술의 기술적 성공률과 임상적 성공률

혈관조영술로 출혈 병소를 발견한 163명 중 151명에서 색전술을 시행하였으며, 혈관조영술로 출혈 병소를 발견할 수 없었던 158명 중 27명에서 다른 검사 또는 임상적 판단에 의해 의심되는 부위에 예방적 색전술을 시행하여 총 178명의 환자가 색전술을 시행하였다(Fig. 1). 이들 178명 중 색전술 시행 후 사망 이외에 다른 이유로 30일 이상 추적 조사가 이루어지지 못한 15명을 제외한 163명의 환자를 대상으로 색전술의 임상 성적 및 경과를 조사하였다. 163명의 사망까지 기간 또는 추적 관찰 기간 중앙값은 276일(0-5221일)이었다.

색전술 직후 기술적 성공률을 선택적 색전술을 시행한 134명에서 조사하였다(Fig. 1). 시술 중 심정지가 발생한 1명을 제

외하고 133명 환자에서 색전술 후 조영제의 혈관외 유출이 소실되어 선택적 색전술의 기술적 성공률은 99.3%였다. 임상적 성공률은 색전술을 시행하였던 163명 전체를 대상으로 검토하였으며, 색전술 후 30일 이내에 출혈 지속 또는 재출혈을 보인 환자는 59명이었다. 결과적으로 색전술의 임상적 성공률은 63.0% (104/163)였다. 지혈에 실패한 59명 중 다시 혈관조영술을 시행한 환자는 21명이었으며, 이들 중 13명에서 2차 색전술을 시행하였다. 2차 색전술을 시행한 13명 중 지혈에 성공한 환자는 2명(15.4%)이었다. 색전술 후 임상적 성공을 포함하는 임상 경과를 Fig. 2에 자세히 도식화하였다.

출혈 부위별 색전술 성적을 분석하였을 때, 상부, 중부, 하부위장관 색전술 후 추적 관찰한 67명, 74명, 22명의 임상적 성공률은 각각 64.2%, 58.1%, 81.8%로 하부위장관 출혈 색전술에서 가장 높은 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p=0.267$ ). 출혈 부위별 색전술 후 임상 경과를 Table 3에 정리하였다.

예방적 색전술 시행 후 추적 관찰된 29명(Fig. 1)의 연령은

Table 4. Summary of 21 Complications of Embolization

No	Final diagnosis	Embolization vessel	Detection time <sup>a</sup> /diagnosis	Complication	Outcome
1	Gastric ulcer with Crohn's disease	Both GA	6 hr/CT	Splenic infarction	Recovery & discharged
2	Dieulafoy's lesion below esophagojejunostomy ring	SMA br	144 hr/EGD	Ischemic ulcer & bleeding	Recovery & discharged
3	Duodenal ulcer	GDA	3 month/EGD	Duodenal stricture	Observation
4	Pancreatitis induced duodenal bleeding	GDA	181 hr/EGD	Ischemic duodenitis	Recovery & discharged
5	Duodenal angiodysplasia	Both GA, left IPA	14 hr/laboratory test	Acute kidney injury	Died of hyperkalemia after 4 days
6	SB bleeding	SMA br	6 hr/clinically	Ischemic enteritis	Recovery & discharged
7	Radiotherapy related enteritis	SMA br	55 hr/CT	Ischemic enteritis	Operation & discharged
8	SB traumatic bleeding	SMA br	44 hr/colonoscopy	Ischemic enteritis	Recovery & discharged
9	SB angiodysplasia	SMA br	21 hr/CT	Ischemic enteritis	Operation & discharged
10	SB bleeding	SMA br	45 hr/CT	SB infarction with perforation	Operation & discharged
11	SB bleeding	SMA br	27 hr/CT	Ischemic enteritis	Recovery & discharged
12	SB bleeding	SMA br	66 hr/CT	Ischemic enteritis	Operation & successful hemostasis but died of leukemia
13	SB angiodysplasia	SMA br	21 hr/CT	Ischemic enteritis	Recovery & discharged
14	SB bleeding	SMA br	41 hr/CT	SB infarction with perforation	Operation & discharged
15	Splenic artery aneurysm	Splenic artery	116 hr/CT	Splenic infarction	Recovery & discharged
16	Jejunostomy site bleeding	SMA br	17 hr/CT	Ischemic enteritis	Operation & discharged
17	Jejunostomy site bleeding	SMA br	179 hr/CT	SB infarction	Operation & discharged
18	Ascending colon diverticular bleeding	SMA br	551 hr/clinically	Ischemic colitis	Recovery & discharged
19	Post polypectomy bleeding	SMA br	13 hr/CT	Ischemic colitis	Operation & discharged
20	Post polypectomy bleeding	SMA br	16 hr/CT	Ischemic colitis	Recovery & discharged
21	Rectal AVM	IMA br	61 hr/sigmoidoscopy	Ischemic colitis	Operation & discharged

GA, indicates gastric artery; hr, hour; CT, computed tomography; SMA, superior mesenteric artery; br, branch; EGD, esophagogastroduodenoscopy; GDA, gastroduodenal artery; IPA, inferior phrenic artery; SB, small bowel; AVM, arteriovenous malformation; IMA, inferior mesenteric artery.

<sup>a</sup>Time interval from the beginning of embolization to the time when the complications were detected and diagnosed.

29-84세(평균연령 57.3세)였으며 남성이 21명이었다. 상부위장관 출혈 22명, 중부위장관 출혈 7명이었다. 이 중 8명이 동시에 두 혈관 이상에서 색전술을 시행하였으며, 대상 혈관은 좌위동맥 14예, 우위동맥 8예, 위십이지장동맥 5예, 상장간동맥의 분지동맥 5예, 우위그물막동맥 3예, 상체십이지장동맥 2예, 짧은위동맥, 왼위그물막동맥, 하체십이지장동맥, 좌하횡격막동맥이 각각 1예였다. 예방적 색전술 후 임상적 성공률은 44.8% (13/29)로 선택적 색전술 시행 후의 67.9% (91/134)에 비하여 낮았으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다( $p=0.06$ ).

#### 4. 색전술 합병증

색전술과 관련된 합병증 발생률은 12.9% (21/163)였으며, 상부위장관 색전술 후 6.0% (4/67), 중부위장관 색전술 후 17.6% (13/74), 하부위장관 색전술 후 18.2% (4/22)에서 합병증이 발생하여 중부 및 하부위장관 색전술 후 합병증 발생률이 높은 경향을 보였지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p=0.06$ ) (Table 3). 색전술 방법에 따라 분석하였을 때, 예방적 색전술 후 합병증 발생률은 10.3% (3/29)로 선택적 색전술 후 14.2% (19/134)와 유의한 차이는 없었다( $p=1.00$ ).

합병증의 종류로는 천공을 동반하지 않은 장허혈 또는 경색이 15예(71.4%)로 가장 흔하였으며, 천공을 동반한 경색 2예, 지라경색 2예, 십이지장 협착 1예, 급성 신손상(acute kidney injury) 1예가 발생하였다. 천공을 포함하여 허혈 및 경색이 발생한 17예 중 중부위장관 색전술 후가 11예(14.9%) 하부위장관 색전술 후가 4예(18.2%)로 상부위장관 색전술 후 발생한 3.0% (2/67)에 비해 유의하게 흔하여 색전술 후 허혈이나 경색의 위험도는 중부위장관 이하에서 높았다( $p=0.007$ ). 이들 허혈성 합병증 17예 중 추적 내시경에서 허혈성 십이지장염이 진단되었던 1예(Table 4의 4번 환자)를 제외한 16예는 모두 복통이나 재출혈 등의 증상으로 검사 진행 후 허혈성 합병증이 진단되었다. 색전술 후 합병증에 대한 치료 결과는 Table 4에 기술하였다. 천공 2예는 모두 수술로 호전되었다. 허혈 또는 경색 15명 중 7명은 장 절제술, 나머지 8명은 항생제를 포함한 내과적 치료로 허혈 및 경색은 호전되었다.

한편, 색전술 합병증과 연관되어 사망한 환자는 163명 중 1명(0.6%) 있었는데, 색전술 후 발생한 급성 신손상 및 이에 동반된 고칼륨혈증으로 사망하였다. 결과적으로 색전술 합병증으로 인해 사망하거나 수술을 시행한 경우는 6.1% (10/163)였다.

## 고 찰

급성 위장관 출혈 환자에서 혈관조영술 및 색전술의 임상 성적을 분석한 이 연구에서 혈관조영술의 병소 발견율은 상부, 중부, 하부위장관 부위에 따라 차이는 없었고, 다른 검사에서 출혈 병변이 발견된 후 혈관조영술을 시행할 때 혈관조영술의 병소 발견율이 높았다. 한편, 색전술의 임상적 성공률은 63.0%였으며, 혈관조영술에서 출혈 병소 확인이 안 되었는데 임상적으로 의심되는 부위에 예방적 색전술을 시행한 경우에 비해 혈관조영술로 출혈 병소를 확인하여 선택적 색전술을 시행한 경우의 임상적 성공률이 통계적으로 유의하지는 않지만 높은 경향을 보였다. 색전술 후 임상적으로 중대한 합병증은 드물었으며, 허혈이나 경색은 상부위장관에 비해 중부 및 하부위장관 색전술 후 더 흔히 발생하였다.

혈관조영술은 내시경이나 CT 등 다른 검사들로 출혈 원인을 찾지 못한 급성 위장관 출혈 환자에서 시행하는 중재영상 검사이다. 이 연구에서 혈관조영술의 출혈 병소 발견율은 50.8%였는데, 이는 급성 위장관 출혈 환자를 대상으로 한 과거 연구들에서 보고된 혈관조영술의 병소 발견율 35-86%의 범위내에 드는 성적이다.<sup>12-16</sup> Pennoyer 등은 어떠한 요인들이 급성 출혈 환자를 대상으로 시행한 혈관조영술의 민감도에 영향을 주는지 연구하였다.<sup>17</sup> 그 결과 적혈구 동위원소 스캔 결과 양성, 이전 위장관 출혈 과거력, 수혈력, 기립성 저혈압, 빈맥과 같은 환자 요인은 혈관조영술의 출혈 병소 발견율을 높이지 못하며, 따라서 혈관조영술 시행 전, 모든 환자에서 적혈구 동위원소 스캔 검사는 권장되지 않는다고 하였다. 그러나 다른 연구에서는 혈관조영술 시행 전 적혈구 스캔 결과가 양성일 경우, 혈관조영술의 출혈 병소 발견율이 22%에서 53%까지 증가하였다고 보고하였다.<sup>18</sup> 하지만 모든 환자에서 적혈구 스캔을 시행하면 검사 시간으로 인해 혈관조영술 시행까지 지연되게 되므로, 생체징후가 불안정한 급성 출혈 환자는 바로 혈관조영술을 시행하고, 상대적으로 생체징후가 안정적인 경우 적혈구 스캔을 시행하는 것이 혈관조영술에서 출혈 병소 발견율을 높이는 데 도움이 된다고 하였다. 저자들의 이번 연구에서는 적혈구 스캔이나 CT 소장조영술 등 다른 검사로 출혈 위치를 확인한 상태에서 혈관조영술을 시행한 경우의 출혈 병소 발견율은 59.7%로 출혈 위치를 모르는 상태에서 혈관조영술을 시행한 경우의 출혈 병소 발견율 35.8%에 비해 유의하게 높았다. 혈관조영술 이전 검사의 이와 같은 유용성은 상부위장관 출혈에서는 뚜렷하지 않은 반면, 중부 및 하부위장관 출혈의 경우에는 유의하였다. 상부위장관 출혈은 대량 출혈이면서 생체징후가 불안정한 경우가 상대적으로 더 흔해 다른 검사 없이 긴급하게 혈관조영술을 시행하는 경우가 많고, 대량 출혈이므로 병변 발견율도 높아 다른 검사에서 원인

이 발견된 후 혈관조영술 시행 시 병변 발견율과 차이가 없었을 것으로 생각한다. 과거 연구들에서도 혈관조영술은 특이도가 100%에 가깝게 높지만, 분당 0.5-1.5 mL에 이르는 활동성 출혈이 있어야 출혈 부위를 찾을 수 있어, 급성 하부위장관 출혈 환자에 있어 민감도는 42-86%로 낮은 것으로 보고된 바 있다.<sup>15,19</sup> 이상의 내용, 즉, 혈관조영술의 병변 발견을 관점에서 고려해 볼 때, 생체징후가 안정된 급성 위장관 출혈 환자에서 원인 발견을 위해서는 가급적 다른 검사들을 먼저 시행하는 것이 옳겠고, 다른 검사에서 병변이 발견된 경우에 한해 색전술 등의 목적으로 조영술을 시행하는 것이 바람직한 것으로 보이며, 이러한 전략은 특히 중부 및 하부위장관 출혈에서 더욱 적합할 것으로 생각한다. 미국 소화기학회(American College of Gastroenterology)의 최근 지침에서도 혈역학적으로 안정된 환자라면 상부 및 하부위장관 내시경, CT 소장조영술, 캡슐 내시경 또는 소장 내시경을 우선적으로 권고하고 있으며, 출혈의 속도가 빠르고 불안정한 상태에 한해 혈관조영술을 즉시 시행해 볼 수 있다고 언급하고 있다.<sup>1,20</sup>

경도관 동맥색전술은 1990년대 후반 미세도관을 이용한 초선택 색전술과 다양한 색전 물질이 개발되면서 위장관 출혈 치료에 널리 이용되고 있다. 전신상태가 불량한 경우에도 시술 가능한 장점이 있으며, 내시경 지혈이 힘든 경우나 재출혈이 발생한 경우 수술 전에 시행할 수 있는 인터벤션 치료로 이용이 점차 증가하고 있다.<sup>21-23</sup> 이번 연구에서도 색전술의 기술적 성공률은 99.3%, 임상적 성공률은 63.0%로 급성 위장관 출혈 환자에서 비교적 높은 지혈률을 보였다. 위장관 출혈 환자들을 대상으로 한 이전의 연구들에서도 기술적 성공률은 92-100%, 임상적 성공률은 51-83%로 보고하고 있어 유사한 결과를 보였다.<sup>24-29</sup> 기술적 성공률에 비해 임상적 성공률이 낮은 것은, 색전술 직후에는 출혈이 멈추었다 하더라도 불완전한 색전술로 인한 재출혈, 색전술 시행한 혈관 이외 다른 병변으로부터의 재출혈, 색전술에 합병한 장허혈이나 경색으로 인한 재출혈 등 다양한 원인에 의해 재출혈이 발생할 가능성으로부터 기인한다고 생각된다. 따라서, 색전술의 기술적 성공 이후에도 주의 깊은 경과 관찰이 필요하다고 하겠다.

흥미로운 점은 예방적 색전술의 경우 선택적 색전술에 비해 낮은 임상적 성공률이 낮은 경향을 보였다는 점이다(44.8% vs. 67.9%). Arrayeh 등과 Ichiro 등<sup>30,31</sup>의 이전 연구에서도 십이지장 출혈 시 예방적 색전술은 재출혈 발생률을 낮추는데 도움이 되었지만, 위를 포함한 상부위장관 출혈 전체를 분석하였을 때 예방적 색전술의 재출혈 발생률 억제 효과는 없었다. 따라서, 가급적 혈관조영술을 통해 출혈 병소를 확인한 후 선택적 색전술을 시행할 수 있도록 노력해야겠고, 이를 위해 사전 검사를 통한 원인 병변 예측이라든지 활동성 출혈 시 즉각 혈관조영술을 시행하여 병변 발견율을 높이려는 노력

등이 요구된다고 하겠다. 한편, 예방적 색전술 후 합병증 빈도는 선택적 색전술 후에 비해 유의하게 높지는 않았다. 따라서, 안전성 측면에서 예방적 색전술의 위험을 크게 우려하지는 않아도 되지 않을까 생각되며, 그러므로 다양한 검사에도 불구하고 출혈이 지속적으로 재발한다면 예방적 색전술도 조심스럽게 고려해 볼 수는 있겠다. 하지만 20명 내외의 예방적 색전술을 시행한 환자를 포함하는 상부위장관 출혈 환자에서 예방적 색전술은 임상적 결과에 영향을 끼치지 않았다는 보고도 있어,<sup>27,32</sup> 대규모 위장관 출혈 환자를 대상으로 하여 출혈 원인 및 색전술 대상 혈관, 색전 물질에 따라 예방적 색전술의 효과가 어떻게 달라지는지에 대한 추가 연구가 필요하며, 예방적 색전술의 유용성 및 안전성에 대한 확립된 지침이 없는 현 시점에서는 주의 깊은 접근이 필요하다고 생각한다.

혈관조영술 시행 후 0-10%에서 천자부위 혈종, 가슴동맥류, 위장관 허혈, 동맥 박리, 조영제 유발 신증과 같은 합병증이 발생할 수 있으며, 중대한 합병증은 2% 미만 환자에서 발생하는 것으로 알려져 있다.<sup>33</sup> 색전술 후 전체 합병증 빈도는 4.6-25%, 대표적 합병증인 장허혈 또는 경색의 빈도는 0-25%까지 발생한다고 보고되고 있으며, 112명의 중부위장관 이하 출혈에 대한 색전술 후 1.8%에서 소장 천공이 발생하였다는 보고가 있다.<sup>12,34-38</sup> 이번 연구에서 색전술 관련 합병증 발생률은 12.9%로 기존 연구들과 유사한 빈도를 보였다. 상부위장관 색전술 후에 비해 중부 또는 하부위장관 색전술 후 합병증 빈도가 높은 경향을 보였으며, 특히 장허혈 또는 경색은 상부에 비해 중부 또는 하부위장관 색전술 후 유의하게 많이 발생하였다. 이번 연구에서도 측부혈행(collateral blood supply)이 충분한 상부위장관에서는 색전술 후 장허혈 또는 경색 위험도가 1% 정도로 드문 데 비해 측부혈행이 충분하지 않은 중부위장관 이하에서는 장허혈 또는 경색 위험도가 높아 이전 연구와 동일한 결과를 보였으며,<sup>34</sup> 이러한 측부혈행의 부족이 이번 연구에서 확인된 천공 합병증의 위치가 모두 소장이었던 것과 연관될 가능성이 있다고 생각한다. 이번 연구에서 선택적 색전술 비율이 하부위장관(100%)에서 상부위장관(67.2%)보다 높았던 이유도 중부 및 하부위장관에서의 장허혈 및 경색 위험도를 고려하여 예방적 색전술을 최소화하였기 때문으로 추정된다. 한편, 다행히 천공이 없었던 이들 허혈성 합병증은 모두 수술 또는 보존적 치료를 통하여 회복되어 환자의 장기적 예후와는 무관하였다. 그러나 입원 기간 연장 및 이로 인한 의료비 증가 등 부수적 비용을 감안할 때, 합병증 관점에서 중부 및 하부위장관 출혈의 경우 색전술 시행 시보다 세심한 적응증 검토가 필요하며, 가급적 다른 검사 등으로 원인 병변이 확인된 경우에 한해 주의 깊은 선택적 색전술을 시행하는 것이 좋겠다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 후향

적 코호트 연구였고, 이에 따라 일부 정보 수집이 불완전하였으며, 출혈로 내원한 환자들에 대한 진단과 치료 접근에 있어 일관된 전략을 통해 일정한 검사가 진행되지는 않았다는 점이다. 둘째, 불완전한 기록 등으로 인해 색전 물질에 따른 성적 분석을 하지 못하였다는 점이다. 셋째, 환자군의 특성 및 의료진의 술기 능력 등이 편향될 수 있는 단일기관 연구였으므로, 이 연구의 결론을 일반화할 수 있을지에 대해서는 추가 연구가 필요하다. 이러한 제한점에도 불구하고, 이 연구는 비교적 많은 수의 환자를 대상으로 색전술 후 30일 이상 충분한 기간 동안 추적 관찰한 결과를 분석함으로써 혈관조영술 및 색전술의 유용성과 안전성을 체계적으로 보여줄 수 있었다.

결론적으로, 급성 위장관 출혈에서 혈관조영술 및 색전술은 임상적으로 유용하고 안전한 시술이다. 예방적 색전술에 비해 선택적 색전술의 임상적 지혈 성공률이 높은 경향을 보이므로 혈관조영술 중 출혈 병변을 찾기 위한 노력이 필요하며, 중부 및 하부위장관 색전술 후 허혈이나 경색이 상부위장관 색전술 후에 비해 더 흔히 발생하므로 시술 후 세심한 추적 진료가 필요하다.

## 요 약

**목적:** 급성 위장관 출혈에서 혈관조영술 및 색전술의 상부, 중부, 하부위장관 부위에 따른 성적 및 합병증 빈도에 대한 연구는 충분하지 않다. 또한, 선택적 색전술과 예방적 색전술의 임상 경과에 대한 분석도 부족하다. 본 연구에서는 이러한 내용에 대한 체계적 분석을 해보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 급성 위장관 출혈로 혈관조영술을 시행하고 필요 시 색전술을 추가하였던 321명 환자의 의무기록을 후향적으로 검토하였다. 혈관조영술에서 출혈 혈관이 발견된 경우 선택적 색전술을 시행하였으며( $n=134$ ), 출혈 혈관을 찾지 못하였더라도 다른 검사에서 특정 부위의 출혈이 의심되었던 경우 예방적 색전술을 시행하였다( $n=29$ ). 혈관조영술의 병변 발견율, 선택적 색전술의 기술적 성공률, 색전술 전체의 임상적 성공률, 색전술 합병증 등을 검토하였다.

**결과:** 혈관조영술의 출혈 병변 발견율은 50.8% (163/321)였다. 상부, 중부, 하부위장관 등 출혈 부위에 따른 혈관조영술 병변 발견율에 차이는 없었다. 다른 검사에서 원인 병소가 발견되었던 경우에 혈관조영술의 출혈 병변 발견율이 유의하게 높았다(59.7% vs. 35.8%,  $p<0.001$ ). 색전술 부위는 상부위장관이 67명, 중부위장관이 74명, 하부위장관이 22명이었다. 선택적 색전술의 기술적 성공률은 99.3% (133/134)였고, 색전술 전체의 임상적 성공률은 63.0% (104/163)였다. 예방적 색전술의 임상적 성공률은 선택적 색전술 후에 비해 낮은 경향을 보였다(44.8% vs. 67.9%,  $p=0.06$ ). 색전술 연관 합병증 빈



도는 12.9% (21/163)였다. 허혈이나 경색은 상부위장관 색전술 후에 비해 중부위장관 이하 색전술 후에 더 흔히 발생하였다(3.0% vs. 15.6%,  $p=0.007$ ).

**결론:** 혈관조영술 및 색전술은 급성 위장관 출혈에서 유용한 기술이다. 보다 높은 임상적 성공률을 고려하였을 때 가급적 선택적 색전술을 시행하는 것이 바람직하며, 중부나 하부위장관 색전술 후에는 허혈 및 경색에 대해 주의 깊은 관찰이 필요하다.

**색인단어:** 혈관조영술; 동맥색전술; 위장관 출혈

## REFERENCES

1. Dye CE, Gaffney RR, Dykes TM, Moyer MT. Endoscopic and radiographic evaluation of the small bowel in 2012. *Am J Med* 2012; 125:1228.e1-1228.e12.
2. Raju GS, Gerson L, Das A, Lewis B; American Gastroenterological Association. American Gastroenterological Association (AGA) institute medical position statement on obscure gastrointestinal bleeding. *Gastroenterology* 2007;133:1694-1696.
3. Church NI, Palmer KR. Ulcers and nonvariceal bleeding. *Endoscopy* 2003;35:22-26.
4. Barkun A, Bardou M, Marshall JK; Nonvariceal Upper GI Bleeding Consensus Conference Group. Consensus recommendations for managing patients with nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *Ann Intern Med* 2003;139:843-857.
5. Rollhauser C, Fleischer DE. Nonvariceal upper gastrointestinal bleeding. *Endoscopy* 2004;36:52-58.
6. Schenker MP, Duszak R Jr, Soulen MC, et al. Upper gastrointestinal hemorrhage and transcatheter embolotherapy: clinical and technical factors impacting success and survival. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12:1263-1271.
7. Mirsadraee S, Tirukonda P, Nicholson A, Everett SM, McPherson SJ. Embolization for non-variceal upper gastrointestinal tract haemorrhage: a systematic review. *Clin Radiol* 2011;66:500-509.
8. Lee IK, Kim YM, Kim J, et al. Superselective transarterial embolization for the management of acute gastrointestinal bleeding. *J Korean Radiol Soc* 2006;54:167-173.
9. Haglund U, Bergqvist D. Intestinal ischemia – the basics. *Langenbecks Arch Surg* 1999;384:233-238.
10. Dhatt HS, Behr SC, Miracle A, Wang ZJ, Yeh BM. Radiological evaluation of bowel ischemia. *Radiol Clin North Am* 2015;53:1241-1254.
11. Wiesner W, Khurana B, Ji H, Ros PR. CT of acute bowel ischemia. *Radiology* 2003;226:635-650.
12. Kwak HS, Han YM, Lee ST. The clinical outcomes of transcatheter microcoil embolization in patients with active lower gastrointestinal bleeding in the small bowel. *Korean J Radiol* 2009;10:391-397.
13. Maleux G, Roeflaer F, Heye S, et al. Long-term outcome of transcatheter embolotherapy for acute lower gastrointestinal hemorrhage. *Am J Gastroenterol* 2009;104:2042-2046.
14. Huang CC, Lee CW, Hsiao JK, et al. N-butyl cyanoacrylate embolization as the primary treatment of acute hemodynamically unstable lower gastrointestinal hemorrhage. *J Vasc Interv Radiol* 2011;22:1594-1599.
15. Kim BS, Li BT, Engel A, et al. Diagnosis of gastrointestinal bleeding: a practical guide for clinicians. *World J Gastrointest Pathophysiol* 2014;5:467-478.
16. Sildiroglu O, Muasher J, Arslan B, et al. Outcomes of patients with acute upper gastrointestinal nonvariceal hemorrhage referred to interventional radiology for potential embolotherapy. *J Clin Gastroenterol* 2014;48:687-692.
17. Pennoyer WP, Vignati PV, Cohen JL. Mesenteric angiography for lower gastrointestinal hemorrhage: are there predictors for a positive study? *Dis Colon Rectum* 1997;40:1014-1018.
18. Gunderman R, Leef J, Ong K, Reba R, Metz C. Scintigraphic screening prior to visceral arteriography in acute lower gastrointestinal bleeding. *J Nucl Med* 1998;39:1081-1083.
19. Steer ML, Silen W. Diagnostic procedures in gastrointestinal hemorrhage. *N Engl J Med* 1983;309:646-650.
20. Gerson LB, Fidler JL, Cave DR, Leighton JA. ACG clinical guideline: diagnosis and management of small bowel bleeding. *Am J Gastroenterol* 2015;110:1265-1287.
21. Okazaki M, Higashihara H, Koganemaru F, Ono H, Hoashi T, Kimura T. A coaxial catheter and steerable guidewire used to embolize branches of the splanchnic arteries. *AJR Am J Roentgenol* 1990;155:405-406.
22. Matsumoto AH, Suhocki PV, Barth KH. Superselective gelfoam embolotherapy using a highly visible small caliber catheter. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1988;11:303-306.
23. Shin JH. Recent update of embolization of upper gastrointestinal tract bleeding. *Korean J Radiol* 2012;13 Suppl 1:S31-S39.
24. Holme JB, Nielsen DT, Funch-Jensen P, Mortensen FV. Transcatheter arterial embolization in patients with bleeding duodenal ulcer: an alternative to surgery. *Acta Radiol* 2006;47:244-247.
25. Larssen L, Moger T, Bjørneth BA, Lygren I, Kløw NE. Transcatheter arterial embolization in the management of bleeding duodenal ulcers: a 5.5-year retrospective study of treatment and outcome. *Scand J Gastroenterol* 2008;43:217-222.
26. Loffroy R, Guiu B, Cercueil JP, et al. Refractory bleeding from gastroduodenal ulcers: arterial embolization in high-operative-risk patients. *J Clin Gastroenterol* 2008;42:361-367.
27. Poultides GA, Kim CJ, Orlando R 3rd, Peros G, Hallisey MJ, Vignati PV. Angiographic embolization for gastroduodenal hemorrhage: safety, efficacy, and predictors of outcome. *Arch Surg* 2008;143:457-461.
28. Loffroy R, Guiu B, D'Athis P, et al. Arterial embolotherapy for endoscopically unmanageable acute gastroduodenal hemorrhage: predictors of early rebleeding. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2009;7:515-523.
29. Yap FY, Omene BO, Patel MN, et al. Transcatheter embolotherapy for gastrointestinal bleeding: a single center review of safety, efficacy, and clinical outcomes. *Dig Dis Sci* 2013;58:1976-1984.
30. Arrayeh E, Fidelman N, Gordon RL, et al. Transcatheter arterial embolization for upper gastrointestinal nonvariceal hemorrhage: is empiric embolization warranted? *Cardiovasc Intervent Radiol* 2012;35:1346-1354.
31. Ichiro I, Shushi H, Akihiko I, Yasuhiko I, Yasuyuki Y. Empiric transcatheter arterial embolization for massive bleeding from duodenal ulcers: efficacy and complications. *J Vasc Interv Radiol*

- 2011;22:911-916.
32. Loffroy R, Lin M, Thompson C, Harsha A, Rao P. A comparison of the results of arterial embolization for bleeding and non-bleeding gastroduodenal ulcers. *Acta Radiol* 2011;52:1076-1082.
33. Walker TG, Salazar GM, Waltman AC. Angiographic evaluation and management of acute gastrointestinal hemorrhage. *World J Gastroenterol* 2012;18:1191-1201.
34. Hongsakul K, Pakdeejit S, Tanutit P. Outcome and predictive factors of successful transarterial embolization for the treatment of acute gastrointestinal hemorrhage. *Acta Radiol* 2014;55:186-194.
35. Gillespie CJ, Sutherland AD, Mossop PJ, Woods RJ, Keck JO, Heriot AG. Mesenteric embolization for lower gastrointestinal bleeding. *Dis Colon Rectum* 2010;53:1258-1264.
36. Bua-Ngam C, Norasetsingh J, Treesit T, et al. Efficacy of emergency transarterial embolization in acute lower gastrointestinal bleeding: a single-center experience. *Diagn Interv Imaging* 2017;98:499-505.
37. Hur S, Jae HJ, Lee M, Kim HC, Chung JW. Safety and efficacy of transcatheter arterial embolization for lower gastrointestinal bleeding: a single-center experience with 112 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2014;25:10-19.
38. Kuo WT, Lee DE, Saad WE, Patel N, Sahler LG, Waldman DL. Superselective microcoil embolization for the treatment of lower gastrointestinal hemorrhage. *J Vasc Interv Radiol* 2003;14:1503-1509.