

# 소아에서의 캡슐내시경

서울대학교 의과대학 소아과교실  
고 재 성

## Capsule Endoscopy in Children

Jae Sung Ko, M.D.

Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

The small bowel is the most difficult intestinal segment to examine. Radiologic tests are mostly insensitive and double-balloon enteroscopy is unsuitable for the younger child. Capsule endoscopy is a novel wireless method of investigation of the small bowel. The primary indications for capsule endoscopy include evaluation of obscure gastrointestinal bleeding, small bowel Crohn's disease, and polyposis syndromes. Capsule endoscopy offers an accurate and effective means of investigating the small bowel in children. Capsule retention is a potential complication of capsule endoscopy. This review provides the indications, safety, and limitations of wireless capsule endoscopy in children. (**Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2010; 13: 1~6**)

**Key Words:** Capsule endoscopy, Child, Small intestine

### 서 론

소장은 검사하기가 가장 어려운 위장관이다. 소장조영술은 민감도가 낮고 방사선에 노출되며, 이중풍선 소장내시경은 전신마취가 필요한 침습적인 검사이므로 소아에서 시행하기 힘들다. CT 검사는 방사선에 노출이 많고 혈관이형성(angiodysplasia) 같은 점막의 병변을 찾아내기가 어렵다.

캡슐내시경이 개발됨으로써 비침습적인 방법으로

비교적 높은 해상도로 전체 소장을 관찰할 수 있게 되었다. 캡슐내시경은 미국 FDA (Food and Drug Administration)에 의해 2001년 성인에서 승인되었고 2004년에는 10세 이상의 소아에서 승인되었다. 최근에는 8세 이하에서 안전하게 검사가 가능하다고 보고되었고 1.5세에서도 검사가 가능하였다<sup>1)</sup>. 캡슐 내시경은 내시경 삽입에 따른 고통이 없이 길고 접근이 어려운 소장에 대한 유용한 검사이지만, 공기를 주입하여 장관 내부를 충분히 펼쳐 볼 수 없기 때문에 정확한 판독에 숙련이 요구된다. 우리나라 소아에서도 소장질환 진단을 위한 캡슐내시경이 시행되고 있는데<sup>2)</sup>, 현재까지 보고된 소아 캡슐내시경의 적응증, 부작용과 제한점을 알아보고자 한다.

접수 : 2010년 2월 8일, 승인 : 2010년 3월 4일  
책임저자 : 고재성, 110-744, 서울시 종로구 연건동 28  
서울대학교병원 소아청소년과  
Tel: 02-2072-2197, Fax: 02-743-3455  
E-mail: kojs@snu.ac.kr

### 캡슐내시경의 종류

현재 우리 나라에서는 PillCam SB (Given Imaging, Israel)와 MiroCam (Intromedic, Korea)이 임상에 사용되고 있다. 캡슐의 크기와 무게는 11 mm×24~26 mm, 3.7 g이고 캡슐의 렌즈는 140~156도 각도로 전방을 촬영한다. 캡슐을 삼키면 연동운동에 장을 따라 내려가면서 영상을 촬영하여 허리 벨트에 부착된 수신기에 1초에 2~3장씩 영상을 전송한다. 배터리의 수명인 8~11시간 동안 촬영되어 약 50,000장의 사진을 얻게 된다. 수신기에 기록된 영상을 컴퓨터에 내려받은 후 영상을 관독한다.

### 검사 전처리 및 검사 방법

캡슐내시경 검사의 목적, 준비사항, 시술과정, 유의사항과 가능한 합병증을 설명하고 동의서를 받는다. 캡슐내시경의 금기인 장협착, 연하곤란, 예정된 MRI 검사가 있는지 확인한다. 검사 3일 전부터 철분제제 복용을 중단하고 콩류, 씨가 있는 과일, 옥수수, 팝콘을 먹지 않도록 하고 검사 12시간 전부터 금식한다<sup>3)</sup>. Polyethylene glycol, sodium phosphate, simethicone 등을 이용한 장정결이 더 좋은 영상을 얻을 수 있다는 보고가 있으나 장정결이 진단율이나 임상경과를 향상시키지는 알 수 없다.

유아는 캡슐을 삼키기가 어려운데, 집에서 캡슐과 비슷한 크기의 사탕을 삼키는 것을 연습시킨다<sup>4)</sup>. 8세 이하 소아의 연구에서 24%가 캡슐을 삼킬 수 있었는데, 캡슐을 삼킨 가장 어린 연령은 4세였다<sup>1)</sup>. 캡슐을 삼키지 못하면 기구를 이용해서 내시경적으로 십이지장에 투입한다. Advance introducer (US endoscopy, USA)를 이용하는 것이 Roth net를 이용하는 것보다 점막 손상이 적다<sup>1)</sup>. 이 기구는 연하곤란, 위마비 환자에서도 유용하다.

캡슐을 삼킨 후 2시간이 지나면 맑은 액체를 마실 수 있고 4시간 후에는 가벼운 식사를 할 수 있다. 캡슐을 삼키고 8시간 후에 검사실로 돌아와서 벨트, 감지 배열기와 수신기를 회수한다. 캡슐은 보통 24~48시간 내에 대변으로 배출된다. 3일이 지나도 배출되지 않으면

복부 방사선 촬영을 하여 확인한다.

### 적응증

#### 1. 원인 불명의 위장관 출혈

성인에서 원인 불명의 출혈에 대한 메타분석에 의하면 캡슐내시경의 진단율은 63%로 push enteroscopy의 28%, 바륨검사의 8%에 비하여 우월하였다<sup>5)</sup>. 진단율은 명시적 출혈인 경우가 잠혈인 경우보다 더 높고, 출혈 후 조기에 검사할수록 진단율이 높다<sup>6)</sup>.

상부위장관내시경과 대장내시경 검사에서 원인을 찾지 못한 위장관 출혈을 보이는 소아 4명 중에서 캡슐내시경 검사로 3명에서 혈관기형을 찾을 수 있었고, 혈관조영술과 비교하여서 캡슐내시경이 출혈 원인을 찾는 데 더 정확하였다<sup>7)</sup>. 만성 Henoch Schonlein 자반증에서 진단과 치료 방향을 정하는데 캡슐내시경이 도움이 된다는 보고가 있다<sup>8)</sup>. 대규모의 소아 연구에서 원인 불명의 출혈 환자 21명 중에서 13명에서 소장의 크론병, 회장의 림프 결절 증식(lymphoid nodular hyperplasia), 소장의 폴립 등 원인을 찾을 수 있었다<sup>4)</sup>. 8세 이하의 소아를 대상으로 한 연구에서는 비스테로이드 소염제로 인한 궤양, 폴립, 혈관이형성증, Meckel 게실 등이 발견되어 선천성 질환이 많았고, 위장관 출혈이 캡슐내시경 적응증의 35%를 차지하여 가장 흔한 적응증이였다<sup>1)</sup>. 원인불명의 출혈 혹은 빈혈으로 내원한 우리나라 환자에서 캡슐내시경을 통해 궤양, 혈관이형성증 등이 진단되었다<sup>2)</sup>. 또한 심한 빈혈이 동반된 blue rubber bleb nevus syndrome 환자에서 캡슐내시경을 통해 소장의 다발성 혈관종이 관찰되어 수술로 제거하였다<sup>9)</sup>. 캡슐내시경이 음성이고 지속적 출혈이 없으면 예후가 좋고 이중풍선 소장내시경을 시행할 필요가 없는데<sup>10)</sup>, 우리나라 연구에서도 병변이 발견되지 않은 소아는 대부분 출혈이 멈추었다<sup>2)</sup>.

#### 2. 소장의 크론병

소장 크론병의 진단은 중요한데, 질환의 활동성과 범위를 결정하여 적절한 치료를 할 수 있기 때문이다. 그러나 기존의 검사법으로는 소장의 크론병을 진단하기가 어려웠다. 성인을 대상으로 한 메타분석에서 캡슐내시경의 소장 크론병에 대한 진단율은 63%로 바륨조영

술의 23%에 비해 우수하였고<sup>5)</sup>, 또 다른 메타분석에서도 캡슐내시경의 진단율이 45% 이상 높았다<sup>11)</sup>. CT와 비교해도 캡슐내시경의 진단율이 22% 정도 높았다<sup>3)</sup>.

소아를 대상으로 한 연구에서도 복통, 설사, 체중감소로 내원하여 상부위장관내시경, 대장내시경, 소장조영술이 정상이지만 소장 크론병이 의심되는 환자 일부에서 캡슐 내시경을 통해 공장이나 회장에서 미란, 궤양(Fig. 1)이 발견되어 크론병을 새롭게 진단할 수 있었고<sup>12)</sup>, 소장조영술에서 이상을 보인 경우는 모두 병변이 확인되었다<sup>13)</sup>. 캡슐 내시경을 통해 소장의 병변이 발견되어 궤양성 대장염, 부정형 결장염(indeterminate colitis)에서 크론병으로 진단이 바뀐 경우도 있고, 크론병 환자에서 소장 침범의 범위가 늘어난 것을 확인하여 치료에 변화가 이루어졌다<sup>14)</sup>. 소장의 크론병이 의심되는 환자 10명 중 5명에서 공장, 근위부 회장에서 활동성 병변이 발견된 후 anti-Saccharomyces Cerevisiae antibody (ASCA), CT, 초음파 검사를 시행하여 스테로이드, 면역억제제 등 적절한 치료를 시작할 수 있었다<sup>4)</sup>. 원인 미상의 성장부진이 있고 소장조영술이 정상인 소아 7명 중 4명에서 캡슐내시경을 통해 소장의 크론병이 진단되었다<sup>15)</sup>. 또한 캡슐내시경은 치료 후 점막의 치유 정도를 평가하는데 유용할 수 있다. 우리나라의 연구에서는 크론병으로 진단받고 치료 도중에 혈변으로 내원하여 대장내시경에서 출혈 부위가 없었으나, 캡슐내시

경에서 소장의 궤양이 발견되어 치료가 바뀐 환자가 있었다<sup>2)</sup>. 북미소아소화기영양학회는 다른 검사로 나타나지 않지만 소장의 크론병이 강하게 의심되면 캡슐내시경을 시행할 것을 추천하였다<sup>16)</sup>.

### 3. 폴립증 증후군(polyposis syndrome)

Peutz-Jeghers 증후군 환자는 소장에 폴립이 발생할 위험이 높아서 출혈, 폐색, 장중첩증이 발생할 수 있어 캡슐내시경이 폴립 검색(Fig. 2)에 유용하다<sup>17)</sup>. 폴립의 위치와 크기를 평가함에 있어서 MRI보다 정확한데, 캡슐내시경을 통해 Peutz-Jeghers 증후군의 75%에서 폴립이 관찰되어 50%에서 수술 중 내시경적 폴립제거술(intraoperative endoscopic polypectomy)이 시행되었다<sup>18)</sup>. Peutz-Jeghers 증후군 소아 환자에서 캡슐내시경은 바륨조영술에 비해서 10 mm 이하의 폴립을 찾는 데 더 정확하고, 검사 시에 환자들이 더 편안해 하였다<sup>19)</sup>. 그러나 작은 폴립은 증상을 잘 일으키지 않으므로 Peutz-Jeghers 증후군 환자에서 아직까지 캡슐내시경이 상부 위장관내시경과 소장조영술 같은 정기적 검사로 추천되지는 않는다. 원인불명의 출혈 환자에서 캡슐 내시경을 통해 회장의 림프 폴립증(lymphoid polyposis)을 진단한 보고가 있다<sup>20)</sup>. 가족 선종 폴립증(Familial adenomatous polyposis)에서 캡슐내시경은 공장과 회장의 폴립을 찾는 데 유용하지만, 소장의 암이 잘 발생하는 십이지장을 검사함에 있어서는 유용하지 못하였다<sup>21)</sup>.



Fig. 1. Capsule endoscopic findings in a child with suspected Crohn's disease show an ulcer and stricture in the ileum.



Fig. 2. Capsule endoscopic findings in a child with Peutz-Jeghers syndrome show multiple polyps in the small bowel.

#### 4. 기타

단백소실장증 환자 중에서 십이지장 생검이 정상인데도 불구하고 캡슐내시경에서 소장 림프관확장증이 진단되는 경우가 있다<sup>1,22)</sup>. 소아 반복성 복통의 검사에서 캡슐내시경이 권장되지는 않지만<sup>23)</sup>, 반복성 복통을 보인 12명 중에서 6명이 캡슐내시경에서 소장의 크론병, 림프결절성 증식이 관찰되었다는 최근 보고가 있다<sup>1)</sup>. Celiac병의 진단을 위해서는 십이지장 생검이 표준진단방법이고, 캡슐내시경은 궤양성 공장염과 소장의 림프종 같은 합병증을 찾아내는데 도움이 된다<sup>24)</sup>.

#### 부작용 및 제한점

캡슐내시경의 주요한 부작용은 소장의 협착으로 인한 캡슐의 정체(capsule retention)이다. 캡슐의 정체는 캡슐이 2주 이상 위장관에 남아 있는 경우로 정의된다. 207명의 소아 캡슐내시경의 경험에 의하면 정체는 1.4%에서 발생하였고, 과거 소아를 대상으로 한 보고를 종합하면 3.5%여서 성인의 정체율과 비슷하였다. 정체된 증례의 0.8%만이 수술적 제거가 필요하였고, 나머지는 내시경적으로 제거하거나 스테로이드 치료 후 저절로 배출되었다<sup>25)</sup>. 우리나라의 소아 보고에서 정체는 29명 중 1명(3.4%)에서 있었고 수술적 제거는 필요없었다<sup>2)</sup>. 염증성장질환 소아 환자에서 정체의 위험성은 5.2%였고, 소장조영술에서 소장병변이 확인된 크론병 환자와 체질량지수(BMI)가 5백분위수 미만인 염증성장질환 환자에서 정체의 위험성이 각각 37%, 43%로 높으므로 이런 환자에서 주의를 해야 한다<sup>25)</sup>. 캡슐의 정체를 예방하기 위해서 소장조영술을 미리 시행할 수 있지만, 소장조영술이 정상일지라도 캡슐의 정체는 발생할 수 있다<sup>13)</sup>.

소장의 협착이 의심되는 환자는 캡슐내시경 검사 전에 캡슐내시경과 같은 크기인 patency capsule을 삼켜서 캡슐정체 가능성을 평가할 수 있다. 유당과 바륨으로 구성된 patency capsule은 협착부위에서 정체되면 장의 액체와 접촉하여 40시간 내에 녹아버린다. Patency capsule이 분해되거나 통과할 때 통증을 일으키면 협착이 있음을 의미하며 캡슐 내시경을 시행하지 말아야 한다<sup>26)</sup>.

캡슐내시경의 결과는 두 가지 문제에 의해 영향을 받는데, 하나는 원위부 소장에서의 어두운 장 내용물이 점막을 관찰하는데 방해가 된다. 다른 하나는 배터리의 수명 때문에 위 배출시간이나 소장 배출시간이 지연되면, 회맹관 밸브까지 완전히 관찰을 못한다는 것이다. 불완전한 검사가 10~25%에서 이루어진다고 보고된다<sup>27)</sup>. 위배출을 촉진하기 위한 erythromycin의 사용에 대해서는 논란이 있다. 심장박동조율기가 제조사에 의하면 캡슐 내시경의 금기이지만, 5명을 대상으로 한 연구에서 박동조율기가 영상에 방해되지 않았다<sup>28)</sup>.

캡슐내시경의 제한점은 비용이 비싸고 조직검사나 치료적 시술을 시행할 수 없다는 것이다. 이중풍선 소장내시경은 조직검사, 치료 시술이 가능하지만, 전신마취가 필요한 침습적 검사이다. 캡슐내시경과 이중풍선 소장내시경의 진단율은 비슷하다. 캡슐내시경으로 병변 위치를 확인한 후 풍선 소장내시경으로 조직검사나 시술을 시행하여 두 검사가 상호보완적인 역할을 할 수 있다. 캡슐내시경이 음성이면 소장질환이 강하게 의심될 경우에만 풍선 소장내시경 시행을 고려한다<sup>10)</sup>.

캡슐내시경의 정확한 판독을 위해서는 숙련된 판독자와 비교하여 높은 일치성을 보이는 20건 이상의 경험이 필요하고<sup>23)</sup>, 정상과 이상소견을 판별할 수 있어야 한다.

#### 식도, 대장 캡슐내시경

식도 캡슐내시경이 개발되어 식도정맥류와 바렛 식도를 관찰하는데 이용되지만 아직까지 비용 효과면에서 상부위장관내시경에 비해서 우월하지 못하다<sup>29)</sup>. 최근 개발된 대장 캡슐내시경은 대장의 폴립 검색에 있어 대장내시경에 비해서 민감도가 낮다<sup>30)</sup>. 자석을 이용하여 캡슐을 원격 조정하는 동물실험이 수행되고 있어<sup>31)</sup> 향후에는 캡슐내시경을 통해 실시간으로 시술이나 생검을 하게 될 날도 올 것이다.

#### 결 론

소장 질환이 의심되는 소아에서 다른 검사법으로 병변을 찾지 못할 때 캡슐내시경은 진단과 치료 방침을 결정하는데 도움이 되며, 어린 연령에서도 안전한 검사

이다. 특히 원인불명의 위장관 출혈의 원인을 찾고, 소장 크론병을 진단하고, 폴립증 증후군 환자에서 폴립을 검색하는데 도움이 된다. 캡슐의 정체는 드물게 발생하지만, 이미 소장의 크론병이 확인된 환자에서 주의 기울여야 한다.

## 참 고 문 헌

- 1) Fritscher-Ravens A, Scherbakov P, Bufler P, Torroni F, Ruuska T, Nuutinen H, et al. The feasibility of wireless capsule endoscopy in detecting small intestinal pathology in children under the age of 8 years: a multicentre European study. *Gut* 2009;58:1467-72.
- 2) 박혜진, 이소연, 고재성, 서정기. 소장 질환이 의심되는 소아에서 캡슐 내시경의 유용성. *대한소화기내시경학회지* 2009;39:346-51.
- 3) 소화관영상연구회: 임규정, 문정섭, 장동경, 장병익, 전훈재, 최명규. *대한소화기내시경학회지: 캡슐내시경의 가이드라인*. *대한소화기내시경학회지* 2008;37:393-402.
- 4) de' Angelis GL, Fornaroli F, de' Angelis N, Magiteri B, Bizzarri B. Wireless capsule endoscopy for pediatric small-bowel diseases. *Am J Gastroenterol* 2007;102:1749-57.
- 5) Triester SL, Leighton JA, Leontiadis GI, Fleischer DE, Hara AK, Heigh RI, et al. A meta-analysis of the yield of capsule endoscopy compared to other diagnostic modalities in patients with obscure gastrointestinal bleeding. *Am J Gastroenterol* 2005;100:2407-18.
- 6) Pennazio M, Santucci R, Rondonotti E, Abbiati C, Beccari G, Rossini FP, et al. Outcome of patients with obscure gastrointestinal bleeding after capsule endoscopy: report of 100 consecutive cases. *Gastroenterology* 2004;126:643-53.
- 7) Guilhon de Araujo Sant'Anna AM, Dubois J, Miron MC, Seidman EG. Wireless capsule endoscopy for obscure small-bowel disorders: final results of the first pediatric controlled trial. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005;3:264-70.
- 8) Preud'Homme DL, Michail S, Hodges C, Milliken T, Mezoff AG. Use of wireless capsule endoscopy in the management of severe Henoch-Schonlein purpura. *Pediatrics* 2006;118:e904-6.
- 9) 강기수, 오현주, 고재성, 서정기, 박귀원, 강경훈 등. Blue rubber bleb nevus 증후군 1예. *대한소아소화기영양학회지* 2008;11:198-203.
- 10) Alexander JA, Leighton JA. Capsule endoscopy and balloon-assisted endoscopy: competing or complementary technologies in the evaluation of small bowel disease? *Curr Opin Gastroenterol* 2009;25:433-7.
- 11) Marmo R, Rotondano G, Piscopo R, Bianco MA, Siani A, Catalano O, et al. Capsule endoscopy versus enteroclysis in the detection of small-bowel involvement in Crohn's disease: a prospective trial. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005;3:772-6.
- 12) Arguelles-Arias F, Caunedo A, Romero J, Sanchez A, Rodriguez-Tellez M, Pellicer FJ, et al. The value of capsule endoscopy in pediatric patients with a suspicion of Crohn's disease. *Endoscopy* 2004;36:869-73.
- 13) Moy L, Levine J. Wireless capsule endoscopy in the pediatric age group: experience and complications. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:516-20.
- 14) Cohen SA, Gralnek IM, Ephrath H, Saripkin L, Meyers W, Sherrod O, et al. Capsule endoscopy may reclassify pediatric inflammatory bowel disease: a historical analysis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2008;47:31-6.
- 15) Moy L, Levine J. Capsule endoscopy in the evaluation of patients with unexplained growth failure. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;48:647-50.
- 16) Bousvaros A, Antonioli DA, Colletti RB, Dubinsky MC, Glickman JN, Gold BD, et al. Differentiating ulcerative colitis from Crohn disease in children and young adults: report of a working group of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition and the Crohn's and Colitis Foundation of America. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:653-74.
- 17) Seidman EG, Dirks MH. Capsule endoscopy in the pediatric patient. *Curr Treat Options Gastroenterol* 2006;9:416-22.
- 18) Burke CA, Santisi J, Church J, Levinthal G. The utility of capsule endoscopy small bowel surveillance in patients with polyposis. *Am J Gastroenterol* 2005;100:1498-502.
- 19) Postgate A, Hyer W, Phillips R, Gupta A, Burling D, Bartram C, et al. Feasibility of video capsule endoscopy in the management of children with Peutz-Jeghers syndrome: a blinded comparison with barium enterography for the detection of small bowel polyps. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;49:417-23.
- 20) Wu JF, Liou JH, Lien HC, Hsu WM, Fang YJ, Chang MH, et al. Bleeding from ileal nodular lymphoid polyposis identified by capsule endoscopy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2004;39:295-8.
- 21) Iaquinto G, Fornasari M, Quaia M, Giardullo N, D'Onofrio V, Iaquinto S, et al. Capsule endoscopy is useful and safe for small-bowel surveillance in familial adenomatous polyposis. *Gastrointestinal Endoscopy* 2008;67:61-7.

- 22) Thomson M, Fritscher-Ravens A, Mylonaki M, Swain P, Eltumi M, Heuschkel R, et al. Wireless capsule endoscopy in children: a study to assess diagnostic yield in small bowel disease in paediatric patients. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:192-7.
- 23) El-Matary W. Wireless capsule endoscopy: indications, limitations, and future challenges. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2008;46:4-12.
- 24) Culliford A, Daly J, Diamond B, Rubin M, Green PH. The value of wireless capsule endoscopy in patients with complicated celiac disease. *Gastrointest Endosc* 2005;62:55-61.
- 25) Atay O, Mahajan L, Kay M, Mohr F, Kaplan B, Wyllie R. Risk of capsule endoscope retention in pediatric patients: a large single-center experience and review of the literature. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2009;49:196-201.
- 26) Boivin ML, Lochs H, Voderholzer WA. Does passage of a patency capsule indicate small-bowel patency? A prospective clinical trial? *Endoscopy* 2005;37:808-15.
- 27) Rondonotti E, Herrerias JM, Pennazio M, Caunedo A, Mascarenhas-Saraiva M, de Franchis R. Complications, limitations, and failures of capsule endoscopy: a review of 733 cases. *Gastrointest Endosc* 2005;62:712-6.
- 28) Leighton JA, Sharma VK, Srivathsan K, Heigh RI, McWane TL, Fleischer DE, et al. Safety of capsule endoscopy in patients with pacemakers. *Gastrointest Endosc* 2004;59:567-9.
- 29) Waterman M, Gralnek IM. Capsule endoscopy of the esophagus. *J Clin Gastroenterol* 2009;43:605-12.
- 30) Van Gossum A, Munoz-Navas M, Fernandez-Urien I, Carretero C, Gay G, Delvaux M, et al. Capsule endoscopy versus colonoscopy for the detection of polyps and cancer. *N Engl J Med* 2009;361:264-70.
- 31) Ciuti G, Donlin R, Valdastri P, Arezzo A, Menciassi A, Morino M, et al. Robotic versus manual control in magnetic steering of an endoscopic capsule. *Endoscopy* 2010;42:148-52.