

캡슐내시경 흡인: 환자안전을 위한 임상적 고찰

박성희

순천향대학교 간호학과

Capsule Aspiration During Capsule Endoscopy: A Clinical Review for Patient Safety

Seong-Hi Park

Professor, School of Nursing, Soonchunhyang University

Purpose: Capsule aspiration is a rare but potentially serious complication of capsule endoscopy. This review aimed to analyze reported cases of capsule aspiration and identify implications for patient safety.

Methods: A literature review was conducted using MEDLINE, Embase, CINAHL, KoreaMed, ScienceON, and relevant journals. Case reports and series describing capsule aspiration during capsule endoscopy were included. Data on patient characteristics, clinical presentation, diagnosis, management, and outcomes were extracted and analyzed descriptively.

Results: Thirty cases of capsule aspiration were identified. The mean age was 77.1 years, and 96.7% of cases occurred in older adults, predominantly men. Dysphagia was reported in six cases, while information regarding swallowing status was frequently lacking. Cough was the most common symptom; however, 20.0% of patients were asymptomatic, suggesting the possibility of silent aspiration. Most aspirations were recognized immediately after capsule ingestion, and the capsule was most commonly located in the right bronchial tree. Real-time monitoring was used in only 30.0% of cases. Bronchoscopy was performed in nearly all non-spontaneously resolved cases, and all aspirated capsules were successfully retrieved. Pneumonia and atelectasis were reported in two cases.

Conclusion: Capsule aspiration occurs predominantly in older adults and may be underrecognized because symptoms are often mild or absent. Careful preprocedural assessment of swallowing function, increased awareness of aspiration risk, and early post-ingestion monitoring may improve patient safety. Additional preventive recommendations for high-risk patients should be incorporated into future clinical guidelines.

Keywords: Capsule endoscopy, Capsule endoscopes, Foreign bodies, Respiratory aspiration, Patient safety, Review

Received: Jun.02.2026 **Revised:** Jun.11.2026 **Accepted:** Jun.16.2026

Correspondence: Seong-Hi Park

School of Nursing, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro, Sinchang-myeon, Asan 31538, Chungcheongnam-do, Republic of Korea

Tel: +82-41-530-4854 **Fax:** +82-41-570-2498 **E-mail:** shpark2015@sch.ac.kr

Funding: This work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund. **Conflict of Interest:** None

Quality Improvement in Health Care vol.32 no.1

© The Author 2026. Published by Korean Society for Quality in Health Care; all rights reserved

I. 서론

2001년 미국 U.S. Food and Drug Administration의 승인 이후 캡슐내시경은 미국과 유럽뿐 아니라 전 세계적으로 빠르게 보급되었고[1], 우리나라에도 2002년부터 도입되어 임상에서 활용되기 시작하였다[2]. 이렇듯 캡슐내시경이 널리 보급될 수 있었던 이유는 기존 내시경으로는 직접 관찰이 어려웠던 소장 점막을 비침습적으로 직접 평가할 수 있는 획기적인 신기술이었기 때문이다. 특히, 환자는 별 다른 처치없이 캡슐을 삼키는 간단한 방식으로 검사를 받을 수 있으며, 숙련된 내시경 삽입 기술이 필요하지 않다는 점도 임상 적용 확대에 기여하였다[1,3].

캡슐내시경은 지름 11 mm, 길이 26 mm, 무게 3.7 g의 캡슐을 공복 상태의 환자가 물과 함께 삼키면 장의 연동 운동에 따라 캡슐이 구강에서 직장까지 이동하며 체외에 부착된 수신기에 영상 정보를 전송한다. 캡슐이 작동하면 배터리가 소모될 때까지 1초당 2장의 영상을 계속 촬영하며, 검사 시간은 대개 8시간 소요된다. 이후 수신기에 저장된 영상(평균 50,000장)을 컴퓨터에 전송하여 판독하여 소장의 상태를 평가한다[3,4]. 2008년부터 대한소화기내시경학회 소화관영상연구회에서는 캡슐내시경의 적응증, 검사 방법 및 합병증 관리에 대한 다양한 진료지침을 개발하여 검사와 관련된 불필요한 의료 부담과 합병증을 줄이기 위한 노력을 지속해왔다[5-7].

캡슐내시경의 합병증 발생률은 1-3% 정도로 알려져 있다[8]. 가장 흔한 합병증은 캡슐 잔류(capsule retention)이며[2], 캡슐 흡인(capsule aspiration)은 개별 증례 형태로 보고되는 드문 합병증이다[9]. 캡슐 흡인은 삼키는 과정에서 기도로 유입되는 현상을 말하며, 2003년 Schneider 등에 의해 처음 보고되었다[10]. 이러한 흡인은 호흡 부전이나 폐쇄성 폐렴과 같은 생명을 위협하는 결과를 초래할 수 있다. 캡슐 흡인의 발생률은 캡슐 잔류(1.9%)보다 훨씬 낮은 것으로 알려져 있으며[11], 여러 연구에서 캡슐내시경 약 1,000건당 1건 정도로 보고하였다[a4,a15,a28]. 글로벌 캡슐내시경 시장 분석에 따르면[12], 캡슐내시경의 시장 규모는 2025년 약 650 million

USD에서 2030년 1,120 million USD로 증가할 것으로 예측되고 있다. 국내에서는 현재까지 캡슐 흡인 사례가 2건만 보고되어 있으며[a4,a20], 관련 연구도 매우 제한적이다.

이에 이 연구는 점차 확대되고 있는 캡슐내시경 임상 실무의 잠재적인 환자안전 문제로서 캡슐 흡인에 관한 증례 보고 30례를 고찰하고, 그 발생 특성과 임상 양상 및 결과를 종합적으로 분석함으로써 환자안전에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

II. 연구방법

국의 전자 데이터베이스는 2026년 4월 23일 MEDLINE, Embase와 CINAHL의 3개 전자 데이터베이스를 검색하였다. 국내 전자데이터베이스는 일차적으로 KoreaMed와 ScienceON 검색엔진이 이용되었다. 이후 대한의학회의 회원 학회를 통해 수기 검색하였다. 대한의학회의 정회원 학회 중 기간학회는 영역 IV에서 대한내과학회를, 세부 융합학회는 대한상부위장관·헬리코박터학회, 대한소화기학회, 대한소화기내시경학회의 홈페이지에 게시된 학회지를 4월 25일 검색하였다. 또한 추가 문헌을 확인하기 위해 최종 선정된 문헌의 참고문헌 목록을 검토하였다. 사용된 검색어는 capsule endoscopy(e)와 gastrointestinal endoscopy, foreign body 및 retained capsule endoscopy(e) 등이었다.

문헌선택 기준은 캡슐내시경 관련 사례보고서나 사례연구로, 캡슐내시경이 소화기 내 잔류한 경우와 호흡기 내로 흡인된 경우를 구분하였다. 이 연구에서는 캡슐내시경 흡인 사례만 포함하였다. 동물 사례나 개통형 캡슐내시경 관련 사례 및 잔류 물질 예방을 위한 연구는 배제하였다.

검색된 문헌은 일차적으로 중복 검색된 문헌을 제거하였다. 이후 문헌의 제목 및 초록을 통해 선별하였으며, 정확한 판단이 곤란한 경우는 원문을 찾아 선택 및 배제 기준을 적용하였다. 자료추출 내용은 출판년도, 저자관련 정보, 환자 성별과 연령, 캡슐 내시경 목적과 연하곤란 병력, 캡슐 삼킴 시도 횟수 및 캡슐내시경 모델, 시행 병원정보와 캡슐

내시경 흡인의 발현 증상과 캡슐내시경 시행 시 모니터링 시행여부 및 캡슐 흡인 기(시)간과 캡슐의 흡인 위치와 확인한 진단법, 기관지내시경 시행여부 및 방법과 합병증 발생여부이었다.

이 연구의 자료는 IBM SPSS Statistics ver. 27.0 for Windows 프로그램(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 추출된 자료 중 범주형 변수는 실수와 백분율로 제시하고, 연령 등의 연속형 변수는 평균과 표준편차로 제시하였다.

III. 연구결과

국내·외 전자 데이터베이스 검색을 통해 653편의 문헌이 검색되었다. 중복된 문헌 73편을 제외한 후 제목과 초록 및 원문 검토를 통해 사전에 정의된 선택기준에 부합하는 문헌을 선별하였다. 총 44편의 문헌에 대해 원문을 확인하였으며, 참고문헌 목록 검토를 통해 7편의 문헌이 추가로 확인되었다. 최종적으로 557개 문헌(94.9%)이 배제되고, 30개 문헌[a1 - a30]이 선택되었다(Table 1).

Table 1. Summary table of characteristics of selected cases.

		N= 30 cases
Categories		No. of cases (%)
Publication year	2004-2009	8 (26.7)
	2010-2014	8 (26.7)
	2015-2019	4 (13.3)
	2020-2024	10 (33.3)
Region	Asia (China, Japan, Korea)	4 (13.3)
	Europe (France, Germany, Italy, Portugal, Spain, The Netherlands)	9 (30.0)
	North America (USA)	15 (50.0)
	Oceania (Australia)	2 (6.7)
Reported clinical department	Gastroenterology	19 (63.3)
	Pulmonary and Critical Care Medicine	5 (16.7)
	Diagnostic, support and Other	3 (10.0)
	Otolaryngology	1 (3.3)
	Pediatrics	1 (3.3)
	Thoracic Surgery	1 (3.3)
Sex	Female	1 (3.3)
	Male	29 (96.7)
Age (years)	≤69	6 (20.0)
	70-79	9 (30.0)
	≥80	15 (50.0)
	Mean±SD / median / mode	77.1±14.1/ 80 / 84.9
	Range / IQR	16 - 93 / 72.3 - 86.3

Categories		No. of cases (%)
Indication for CE examination (n = 37)	GI bleeding-related	35 (94.6)
	Anemia	18 (48.6)
	Suspected small bowel bleeding	9 (24.3)
	Melena	5 (13.5)
	Positive fecal occult blood test FOBT	3 (8.1)
	Small bowel tumors / disorders	2 (5.4)
	Not reported	1
Comorbidities	Yes	22 (77.3)
	Not reported	8 (26.7)
History of dysphagia	Yes	6 (20.0)
	No	13 (43.3)
	Not reported	11 (36.7)
Number of swallowing attempts	Single successful attempt	8 (26.7)
	Multiple attempts or difficult swallowing	8 (26.7)
	Not reported	14 (46.7)
Capsule model	PillCam SB	15 (30.0)
	M2A	2 (6.7)
	Not reported	13 (43.3)
Hospital where previous CE was performed	CE at this hospital	24 (80.0)
	CE at another hospital	5 (16.7)
	Not reported	1 (3.3)
Symptoms of CE aspiration	Asymptomatic	6 (20.0)
	Symptoms of aspiration (Multiple responses)	22 (73.3)
	Cough	20 (90.9)
	Dyspnea, oxygen desaturation, change breathing pattern etc.	13 (59.1)
	Chest discomfort or pain	4 (18.1)
	Foreign body sensation	3 (13.6)
	Signs of infection	1 (4.5)
	Voice change	1 (4.5)
	Not reported	2 (6.7)
Use of real-time viewer or monitoring	Yes	9 (30.0)
	No	20 (66.7)
	Not reported	1 (3.3)

Categories		No. of cases (%)
Time to recognition of capsule aspiration	Immediately or within minutes	17 (56.7)
	≤1 hour	3 (10.0)
	2 hours	2 (6.7)
	8 hours	3 (10.0)
	5 days	1 (3.3)
	7 days	1 (3.3)
	Not reported	3 (10.0)
Anatomical location	Tracheal bifurcation	1 (3.3)
	Right	15 (50.0)
	Right main bronchus	7 (23.3)
	Bronchus intermedius	4 (13.3)
	Right middle lobe bronchus	1 (3.3)
	Right lower lobe bronchus	3 (10.0)
	Left (main bronchus)	7 (23.3)
	Not reported	7 (23.3)
Diagnostic modalities used to confirm capsule aspiration (n = 40)	CE images	22 (55.0)
	X-ray	14 (35.0)
	CT	3 (7.5)
	Fluoroscopy	1 (2.5)
	Not reported	2
Bronchoscopy intervention	Performed	21 (70.0)
	Not performed (spontaneous expulsion/re-swallowing)	9 (30.0)
Type of bronchoscopy used (n = 21)	Flexible bronchoscopy	9 (42.9)
	Rigid bronchoscopy	3 (14.3)
	Both	2 (9.5)
	Not reported	7 (33.3)
Bronchoscopic retrieval devices (n = 33)	Basket	10 (30.3)
	Forceps (grasping or alligator etc.)	7 (21.2)
	Net (Roth net)	6 (18.1)
	Snare	6 (18.1)
	Balloon catheter	4 (12.1)
	Not reported	2
Complications	Yes	2 (6.7)
	No	19 (63.3)
	Not reported	9 (30.0)

이 연구에서 검토된 캡슐내시경 흡인 사례는 대부분 (80.0%) 캡슐내시경이 시행된 병원에서 흡인 사실을 알고 보고했지만 5사례는 다른 병원에서 캡슐내시경이 시행되었으나 캡슐내시경 제거가 어려워 다른 병원으로 전원하여 처치된 경우였다.

캡슐 흡인 사례 30건 중 29건(96.7%)은 모두 65세 이상이거나 남성 노인에서 발생되었으며, 평균 연령은 77.1 ± 14.1 세였고, 80대 이상이 15건(50.0%)으로 가장 많은 비중을 차지하였다. 여성 사례(67세)는 단 1건에 불과했는데 해당 환자는 타 병원에서 캡슐내시경 시행 중 캡슐 흡인이 의심되어 응급실로 전원된 경우였다. 한편, 16세 남아에서 발생한 사례는 소장 병변 확인을 목적으로 시행한 경우였다. 이 환자는 캡슐 삼킨 후 약 1시간 정도 기관(trachea)에 위치하였다가 이후 자연적으로 배출되고 다시 삼켜져 정상적인 영상 촬영이 기록되었다.

캡슐내시경은 크게 위장관 출혈(obscure gastrointestinal bleeding) 문제 파악과 소장의 병변 확인을 목적으로 시행되었다. 세부적으로는 빈혈이 18건으로 가장 많았고, 이 중 철 결핍성 빈혈(iron deficiency anemia)이 9건이었다. 소장 출혈 의심(suspected small bowel bleeding)이 9건이었으며, 흑색변(melena, 5건) 및 대변잠혈검사 양성(fecal occult blood test, 3건) 순이었다. 대부분 (73.3%)의 환자는 2가지 이상의 기저질환을 가지고 있었다. 주로 고혈압, 당뇨, 뇌졸중, 만성폐색성폐질환, 관상동맥질환, 심방세동, 치매, 척추질환, 체중감소, 허약(frailty) 등이 보고되었다. 연하곤란 병력을 기술한 경우는 6건(20.0%)이었고, 연하곤란 병력이 없다고 보고된 경우는 13건, 나머지 11사례는 연하곤란 여부에 대한 언급이 없었다. 캡슐 삼킴 과정(횃수)과 관련해서는 한 번에 캡슐을 삼킨 경우는 8건(26.7%)였고, 반복적인 삼킴 시도 또는 삼킴 곤란이 보고된 경우가 8건(26.7%)이었으며, 대부분의 사례(46.7%)에서는 관련 기술이 없었다. 캡슐내시경 흡인 사례는 대부분(80.0%) 캡슐내시경 시행 기관에서 흡인이 확인되고 처치되었다.

캡슐내시경 흡인 발생 후 전혀 증상이 없어 흡인 사실을 인지하지 못한 경우는 6건(20.0%)이었다. 증상이 보고된 22사

례 중 절반인 11사례에서는 단일 증상만 나타났고, 대부분 (10건) 기침이었다. 전체 증상 중 가장 흔한 증상은 기침이 90.9%로 가장 많았다. 대부분 경미한 기침이 몇 차례 있다가 저절로 멈춰 캡슐 흡인 사실을 잘 인지하지 못했으며, 심한 기침을 호소한 경우는 2건뿐이었다. 호흡곤란이나 질식감(dyspnea), 산소포화도 저하 또는 호흡 양상의 변화를 호소한 경우는 13건이었으며, 흉부압박이나 통증을 느낀 경우는 4건, 흡인 후 이물감을 호소한 경우는 3건이었다.

캡슐내시경 시술과정에서 실시간 뷰어(real-time viewer or monitoring)가 사용된 경우는 9건(30.0%)에 불과하였다. 그럼에도 불구하고 대부분(56.7%)의 사례에서는 캡슐을 삼킨 직후 인지되었다. 캡슐은 주로 우측 기관지로 흡인되었으며(16건), 좌측 기관지로 흡인된 경우는 7건이었다. 좌측 흡인 사례는 모두 주기관지(main bronchus)에서 발견되었다. 우측의 경우도 주기관지로 흡인된 경우가 7건으로 가장 많았고, 다음으로는 중간 기관지(bronchus intermedius, 4건)이었다. 캡슐 흡인 여부는 주로 캡슐내시경에서 송출된 영상을 통해서 확인되었고(22건), 이외에도 흉부X선 5건, 투시촬영(fluoroscopy) 1건, 컴퓨터단층촬영(Computer tomography) 1건 등이 이용되었다.

자연 배출된 9건을 제외한 모든 사례에서 흡인된 캡슐내시경 제거를 위해 기관지내시경(bronchoscopy)이 시행되었다. 사용된 기관지내시경은 연성(flexible) 기관지내시경이 9건(42.9%)으로 가장 많았으며, 경성(rigid) 기관지내시경은 3건에서 사용되었다. 또한 2사례에서는 연성과 경성 기관지내시경이 모두 사용되었다. 대부분의 사례에서 캡슐내시경의 둥글고 매끄러운 표면으로 인해 캡슐 포획에 어려움이 있었다. 캡슐내시경을 회수하기 위해 단일 기구(device)만 사용된 경우는 9건이었고, 이외는 2-3개의 기구들이 동원되었다. 회수에 사용된 기구로는 바스켓(basket)이 10건으로 가장 많았고, 집게 또는 검자(forceps)가 7건, 그물망(Roth net)과 올가미(snare)가 각각 6건이었고, 풍선 카테터가 4건에서 사용되었다. 흡인된 캡슐내시경은 모두 기관지내시경으로 회수되었고, 특별한 합병증은 발생하지 않았지만, 2사례(6.7%)에서는 폐렴과 무기폐(atelectasis)가 보고되었다.

IV. 고찰 및 결론

캡슐내시경 흡인 사례는 캡슐내시경이 임상에서 활발히 사용되기 시작하면서부터 지속적으로 보고되어 왔다. 미국에서의 보고가 15건으로 가장 많았으나 캡슐내시경이 사용되는 국가에서는 어디에서든 발생할 수 있는 합병증으로 판단된다. 캡슐내시경은 전체 시술 건수와 비교하면 드문 합병증이지만 캡슐이 기도 및 기관지로 유입된다는 점에서 주의가 필요하다. 특히 캡슐내시경 흡인이 주로 고령 환자에서 발생한다는 점은 중요하다. 이 연구에서 검토한 사례들에서도 Thorndal 등[13]의 연구와 유사하게 80세 이상 고령의 남성 환자에서 주로 발생하였다.

기침은 가장 흔한 증상이었으나 대부분 경미하였다. 이는 상당 수의 환자에서 흡인을 자각하지 못하거나 보호 반응이 뚜렷하지 않은 불현성 흡인(silent aspiration)의 가능성을 시사한다. 기침 반사는 일반적으로 나이에 따라 감소하지 않지만[14], 고혈압, 당뇨병, 심혈관질환 등이 흔히 동반되는 고령 환자에서는 무증상 뇌경색(silent cerebral infarct) 등으로 기침 반사와 연하 기능이 저하될 수 있다[15-17]. 이러한 불현성 흡인은 흡인성 폐렴의 위험을 증가시키며, 흡인성 폐렴은 고령 환자에서 높은 사망률과 관련되는 것으로 보고되었다[18]. 이 연구에서도 대부분의 환자에서 두 가지 이상의 동반질환이 확인되었으며, 이들 질환은 불현성 흡인을 야기할 수 있는 고혈압, 뇌졸중, 당뇨병 및 심장질환 등이 포함되어 있었다.

캡슐내시경 진료지침[5-7,11]에서는 시술 전 연하곤란 병력을 확인하도록 권고하고 있다. 그러나 이 연구에서 검토한 사례 중 11건(36.7%)에서는 연하곤란 병력에 대한 기술이 없었으며, 연하곤란 병력이 있었음에도 캡슐내시경이 시행된 사례도 6건 확인되었다. 더욱이 연하곤란이 있어도 시술이 시행된 임상적 판단 근거는 기술되어 있지 않았다. 캡슐 삼킴 과정 역시 충분히 평가되지 않는 경우가 많았다. 한 번에 캡슐을 삼킨 경우는 8건(26.7%)에 불과하였고, 삼킴 과정에서 어려움을 호소한 사례에서도 추가적인 예방 조치에 대한 기술은 확인되지 않았다. 더불어 캡슐 삼킴 과정 자체가 보고되지 않은 경우도 14건이었으며, 캡슐 섭취

자세는 단 2건에서만 보고되었다[a3,a9].

증례보고의 특성상 모든 상황이 충분히 기술되지 않았을 가능성은 있다. 그러나 이 연구의 대상이 캡슐 흡인 사례라는 점을 고려하면, 연하 상태나 캡슐 섭취 과정에 대한 정보가 제한적으로 보고된 점은 실제 임상현장에서 캡슐 흡인 위험에 대한 인식이나 평가가 충분하지 않을 가능성을 시사한다. 특히 9건에서는 흡인된 캡슐이 자연 배출된 후 다시 삼켜졌다고 보고되었다. 이는 일부 환자에서 일시적인 흡인이 발생하더라도 영상 촬영이 정상적으로 진행될 경우 실제 흡인으로 인지되지 않았을 가능성을 의미한다. 따라서 캡슐 흡인의 실제 발생 빈도는 현재 보고된 사례보다 과소평가되었을 가능성을 배제할 수 없다.

캡슐내시경 진료지침[5-7]에서는 비교적 강력하게 무증상 캡슐 잔류(retention)에 대해 비교적 구체적인 관리 권고를 제시하고 있으며, 고위험 환자에서는 캡슐 섭취 후 단순 방사선 촬영이나 실시간 뷰어(real-time viewer)를 이용하여 캡슐 위치를 모니터링을 권고하고 있다. 또한, 유럽 소화기내시경학회에서는[11] 고위험군의 경우 시술과정에서의 흡인과 잔류 예방을 위해 실시간 뷰어를 권장한다. 그러나 이 연구에서 실시간 모니터링으로 흡인된 캡슐이 확인된 경우는 9건에 불과하였다.

고령은 캡슐내시경 흡인의 주요 위험인자로 알려져 있다. 따라서 연하곤란 병력이 있거나 불현성 흡인의 위험요인을 가진 80세 이상 고령 환자에서는 보다 적극적인 예방 전략과 면밀한 조기 모니터링이 필요하다. 특히 캡슐 섭취 직후 일정 시간 동안 실시간 뷰어(real-time viewer) 또는 흉부 방사선 촬영을 활용하여 캡슐내시경이 소화관 내에 정상적으로 위치하는지를 조기에 확인하는 것은 흡인 합병증을 예방하고 환자안전에 향상시키는 데 도움이 될 수 있다. 또한 캡슐의 매끄러운 표면 특성과 중력의 영향을 고려할 때, 캡슐 섭취 시 환자의 자세 역시 고위험군에서는 추가적으로 고려해야 할 요소로 판단된다. 실제 일부 사례에서는 캡슐이 자연 배출된 뒤 다시 삼켜졌거나, 기관지내시경 제거 과정에서 트렌델렌버그 자세(Trendelenburg position)를 적용한 후 성공적으로 제거되었다[a7,a24]. 따라서 향후 캡슐내시경 관련 진료지침이나 시술 전 체크리스트에 환자

자세와 관련된 고려사항을 보다 구체적으로 반영할 필요가 있다.

V. 참고문헌

1. Mergener K. Update on the use of capsule endoscopy. *Gastroenterology & Hepatology*. 2008; 4(2):107-10.
2. Lee IS, Choi MG. Capsule endoscopy. *Intestinal Research*. 2007;5(1):1-5
3. Chun HJ. Clinical application of capsule endoscope. *Journal of the Korean Medical Association*. 2003;46(8):743-52.
4. Medical Advisory Secretariat. Wireless capsule endoscopy: an evidence-based analysis. Ontario Health Technology Assessment series, 2003; 3(2):1-35.
5. Lim YJ, Moon JS, Chang DK, Jang BI, Chun HJ, Choi MG. Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy (KSGE) Guidelines for credentialing and granting privileges for capsule endoscopy. *Clinical Endoscopy*. 2008;37(6):393-402.
6. Shim K-N, Moon JS, Chang DK, Do JH, Kim JH, Min BH, et al. Guideline for capsule endoscopy: Obscure gastrointestinal bleeding. *Clinical Endoscopy*. 2013;46:45-53.
7. Shim K-N, Jeon SR, Jang HJ, Kim J, Lim YJ, Kim KO, et al. Quality indicators for small bowel capsule endoscopy. *Clinical Endoscopy*. 2017;50(2):148-60.
8. Yung, D. E., Plevris, J. N., & Koulaouzidis, A.. Short article: Aspiration of capsule endoscopes: a comprehensive review of the existing literature. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*. 2017;29(4), 428-34.
9. Koulaouzidis A, Pendlebury J, Douglas S, Plevris JN. Aspiration of video capsule: rare but potentially life-threatening complication to include in your consent form. *American Journal of Gastroenterology*. 2009;104(6):1602-3.
10. Schneider AR, Hoepffner N, Rösch W, Caspary WF. Aspiration of an M2A capsule. *Endoscopy*. 2003;35(8):713.
11. 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. *Gastrointestinal Endoscopy*. 2005;62(5), 712-54.
12. Mordor Intelligence. Capsule endoscopy market [Internet]. Hyderabad, India: Mordor Intelligence; 2025 [cited 2026 May 11]. Available from: <https://www.mordorintelligence.kr/industry-reports/capsule-endoscopy-market>
13. Thorndal C, Selnes O, Lei II, Koulaouzidis A. A systematic review of capsule aspiration in capsule endoscopy. *Annals of Translational Medicine*. 2024;12(1): 12.
14. Katsumata U, Sekizawa K, Ebihara T, Sasaki, H. Aging effects on cough reflex. *Chest*. 1995;107(1):290-1.
15. Newnham DM, Hamilton SJ. Sensitivity of the cough reflex in young and elderly subjects. *Age and Ageing*. 1997;26(3):185-8.
16. Yamaya M, Yanai M, Ohnishi T, Arai H, Sasaki H. Interventions to prevent pneumonia among older adults. *Journal of American Geriatrics Society*. 2001; 49(1):85-90.
17. Nakane A, Nakagawa K, Yamaguchi K, Yoshimi K, Hara Y, Tohara H. Cough test results during screening for silent aspiration are affected by risk factors for silent cerebral infarct in older adults with chronic disease. *International*

Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(16):10202.

18. Nakashima T, Maeda K, Tahira K, Taniguchi K, Mori K, Kiyomiya H, et al. Silent aspiration predicts mortality in older adults with aspiration pneumonia admitted to acute hospitals. *Geriatrics & Gerontology International*, 2018;18(6): 828-32.

APPENDIX: Included studies list

- a1. Oguma M, Nonomura R, Ueda K, Nagata H, Yabe R, Oshima Y, et al. A two-step strategy utilising fluoroscopy for resolving peripheral airway impaction by an aspirated capsule endoscope: a case report. *Respirology Case Reports*. 2026;14(4):e70600.
- a2. Vangala A, Ghose M, Rathod M, Yagnik K, FNU P, 1, Du D, et al. Lost in transit: when the capsule takes a detour to the wind pipe instead of the food pipe. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2025;211(Suppl):A1992.
- a3. Travers J, Isenberg G. Prolonged asymptomatic tracheal aspiration of a small bowel capsule endoscope. *ACG Case Reports Journal*. 2024;11(7):e01425.
- a4. Ahn BY, Kim B, Chung H, Kim SG, Cho S-J. Bifurcated lumen observed on capsule endoscopy. *Korean Journal of Helicobacter and Upper Gastrointestinal Research*. 2023;23(3):222-4.
- a5. Grounds GS, Dent H, Nunes C, Dhar V. Tubeless field anaesthesia for surgical removal of an aspirated endoscopy capsule. *Anaesthesia Reports*, 2023;11(2):e12242.
- a6. Sun J, Shao Y, Zhuang M, Liu H, Qi L, Zhang L. Aspiration of capsule endoscopes: a case report and treatment experience from respiratory. *Annals of Clinical and Medical Case Reports*. 2023;11(5):1-3.
- a7. Tamang S, Mitnovetski S. Capsule endoscopy in airway: a difficult extraction. *Journal of Surgical Case Reports*. 2022;8:1-2.
- a8. Gupta S, Shah S, Farooqui S, Chaudry F. Video capsule endoscopy aspiration and retrieval via rigid bronchoscopy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2021;203(Suppl 1): A2200
- a9. McCracken M, Pathak S, Heyman MB. Aspiration of a video capsule placed endoscopically into the duodenum under general anesthesia. *JPGN Reports*. 2021;3(1):e157.
- a10. Rizza S, Bruno M, Ciruolo M, De Angelis CG., Saracco GM, Pennazio M. A case of bronchial aspiration of a small bowel capsule in an elderly patient. *Endoscopy*. 2021;53(Suppl 1):S128.
- a11. Hilewitz A, Agrawal A, Lakticova V. Capsule bronchoscopy: a pill endoscopy gone wrong. *Chest*. 2019;156(4):A55.
- a12. Vazirani J, Hildebrand F, Barnes H, Taverner J. Bronchoscopic removal of foreign bodies: presentation of two unusual cases. *Respirology*. 2018; 23(Suppl):191.
- a13. Buscot M, Leroy S, Pradelli J, Chaabane N, Hebutterne X, Marquette CH, et al. Bronchial aspiration of capsule endoscope. *Respiration*. 2017;93(2):122-5.
- a14. Juanmartiñena Fernández JF, Fernández-Urien I, Vila Costas JJ. Asymptomatic bronchial aspiration of capsule endoscope: a significant complication. *Revista Espanola de Enferme-*

- dades Digestivas. 2016;108(9):605-6.
- a15. Elmunzer J, May K, Fisher L, Rice M, Baker J, Arbor A. Bronchial aspiration of a video capsule endoscope: report of a case. *American Journal of Gastroenterology*. 2014;109:S122.
- a16. Hussan H, Paradowski TJ, Prather CM. Unexpected capsule endoscopy images reveal aspiration. *ACG Case Reports Journal*. 2014;1(2):69.
- a17. Hall JJ, Fischer UM, Shah SK, Wilson TD. Video endoscope removal from the right main bronchus using a flexible esophagogastroduodenoscope. *American Surgeon*. 2013;79(5):E185-6.
- a18. Pereira B, Santos A, Leitão C, Banhudo A. Aspiration of capsule endoscope. *Revista Espanola de Enfermedades Digestivas*. 2013;105(7):438-9.
- a19. Girdhar A, Usman F, Bajwa A. Aspiration of capsule endoscope and successful bronchoscopic extraction. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*. 2012;19(4):328-31.
- a20. Choi HS, Kim JO, Kim HG, Lee TH, Kim WJ, Cho WY, et al. A case of asymptomatic aspiration of a capsule endoscope with a successful resolution. *Gut and Liver*. 2010;4(1):114-6.
- a21. Depriest K, Wahla AS, Blair R, Fein B, Chin R Jr. Capsule endoscopy removal through flexible bronchoscopy. *Respiration: international review of thoracic diseases*, 2010;79(5):421-4.
- a22. Kurtz LE, Devito B, Sultan K. Electronic image of the month. Small bowel video capsule aspiration with bronchoscopic-assisted extraction. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2010;8(4):e37-8.
- a23. Koulaouzidis A, Pendlebury J, Douglas S, Plevris JN. Aspiration of video capsule: rare but potentially life-threatening complication to include in your consent form. *American Journal of Gastroenterology*. 2009;104(6), 1602-3.
- a24. Leeds JS, Chew TS, Sidhu R, Elliot CA, Sanders DS, McAlindon ME. Asymptomatic bronchial aspiration and retention of a capsule endoscope. *Gastrointestinal endoscopy*. 2009;69(3 Pt 1):561-2.
- a25. Bredenoord AJ, Stolk MF, Al-toma A. Unintentional video capsule bronchoscopy. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*. 2009;21(5): 593.
- a26. Nathan SR, Biernat L. Aspiration--an important complication of small-bowel video capsule endoscopy. *Endoscopy*. 2007;39(Suppl 1):E343.
- a27. Sepehr A, Albers GC, Armstrong WB. Aspiration of a capsule endoscope and description of a unique retrieval technique. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2007;137(6):965-6.
- a28. Shiff AD, Leighton JA, Heigh RI. Pulmonary aspiration of a capsule endoscope. *American Journal of Gastroenterology*, 2007;102(1):215-6.
- a29. Buchkremer F, Herrmann T, Stremmel W. Mild respiratory distress after wireless capsule endoscopy. *Gut*. 2004;53(3):472.
- a30. Tabib S, Fuller C, Daniels J, Lo SK. Asymptomatic aspiration of a capsule endoscope. *Gastrointestinal endoscopy*. 2004;60(5):845-8.