

REVIEW ARTICLE

경피내시경위루술 임상진료지침

태정현^{1,*}, 이주엽^{2,*}, 주문경³, 박찬혁⁴, 공은정⁵, 신철민⁶, 임현⁷, 최혁순⁸, 최미영⁹, 김상훈^{10,11}, 임철현^{12,13}, 변정식¹⁴, 심기남¹, 송근암¹⁵, 이문성¹⁶, 박종재³, 이오영¹⁷; 대한소화기내시경학회 진료지침 TF

이화여자대학교 의과대학 내과학교실¹, 계명대학교 동산병원 소화기내과², 고려대학교 구로병원 소화기내과³, 한양대학교 구리병원 소화기내과⁴, 한림대학교 의과대학 내과학교실⁵, 분당서울대학교병원 소화기내과⁶, 한림대학교 성심병원 소화기내과⁷, 고려대학교 안암병원 소화기내과⁸, 한국보건의료연구원⁹, 동국대학교 일산병원 소화기내과¹⁰, 대한상부위장관-헬리코박터학회 대사비만영양연구회¹¹, 가톨릭대학교 의과대학 은평성모병원 소화기내과¹², 대한소화기내시경학회 내시경기기연구회¹³, 울산대학교 의과대학 서울아산병원 소화기내과¹⁴, 부산대학교 의과대학 내과학교실¹⁵, 순천향대학교 부천병원 소화기내과¹⁶, 한양대학교 의과대학 내과학교실¹⁷

Clinical Practice Guideline for Percutaneous Endoscopic Gastrostomy

Chung Hyun Tae^{1,*}, Ju Yup Lee^{2,*}, Moon Kyung Joo³, Chan Hyuk Park⁴, Eun Jeong Gong⁵, Cheol Min Shin⁶, Hyun Lim⁷, Hyuk Soon Choi⁸, Miyoung Choi⁹, Sang Hoon Kim^{10,11}, Chul-Hyun Lim^{12,13}, Jeong-Sik Byeon¹⁴, Ki-Nam Shim¹, Geun Am Song¹⁵, Moon Sung Lee¹⁶, Jong-Jae Park³, Oh Young Lee¹⁷; and the Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy Task Force on Clinical Practice Guidelines

Department of Internal Medicine, Ewha Womans University College of Medicine, Seoul¹; Department of Internal Medicine, Keimyung University School of Medicine, Daegu²; Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul³; Department of Internal Medicine, Hanyang University Guri Hospital, Hanyang University College of Medicine, Guri⁴; Department of Internal Medicine, Hallym University College of Medicine, Chuncheon⁵; Department of Internal Medicine, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam⁶; Department of Internal Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Anyang⁷; Division of Gastroenterology and Hepatology, Department of Internal Medicine, Korea University Anam Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul⁸; National Evidence-Based Healthcare Collaborating Agency, Seoul⁹; Department of Gastroenterology, Dongguk University Ilsan Hospital, Goyang¹⁰; Korean College of Helicobacter and Upper Gastrointestinal Research-Metabolism, Obesity & Nutrition Research Group, Seoul¹¹; Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Eunpyeong St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul¹²; Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy-The Research Group for Endoscopes and Devices, Seoul¹³; Department of Gastroenterology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul¹⁴; Department of Internal Medicine, Pusan National University Hospital, Pusan National University College of Medicine and Biomedical Research Institute, Busan¹⁵; Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Bucheon¹⁶; Department of Internal Medicine, Hanyang University School of Medicine, Seoul¹⁷, Korea

Received June 25, 2023. Revised July 18, 2023. Accepted July 19, 2023.

© 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 © 2023. Korean Society of Gastroenterology.

교신저자: 주문경, 08308, 서울시 구로구 구로동로 148, 고려대학교 의과대학 구로병원 소화기내과

Correspondence to: Moon Kyung Joo, Division of Gastroenterology, Department of Internal Medicine, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine, 148 Gurodong-ro, Guro-gu, Seoul 08308, Korea. Tel: +82-2-2626-1027, Fax: +82-2-2626-1038, E-mail: latyrx@korea.ac.kr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6050-3695>

교신저자: 심기남, 07804, 서울시 강서구 공항대로 260, 이화여자대학교 의과대학 내과학교실

Correspondence to: Ki-Nam Shim, Department of Internal Medicine, Ewha Womans University College of Medicine, 260 Gonghang-daero, Gangseo-gu, Seoul 07804, Korea. Tel: +82-2-6986-3120, Fax: +82-2-2655-2076, E-mail: shimkn@ewha.ac.kr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4004-6292>

*These authors contributed equally to this work.

Financial support: The cost for literature search, conferences, education, and editing of manuscript were covered by a research fund of the Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy (KSGE). The KSGE provided financial and administrative supports for the development of this guideline. However, the contents of this guideline were developed independently of these supports.

Conflict of interest: None.

With an aging population, the number of patients with difficulty in swallowing due to medical conditions is gradually increasing. In such cases, enteral nutrition is administered through a temporary nasogastric tube. However, the long-term use of a nasogastric tube leads to various complications and a decreased quality of life. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) is the percutaneous placement of a tube into the stomach that is aided endoscopically and may be an alternative to a nasogastric tube when enteral nutritional is required for four weeks or more. This paper is the first Korean clinical guideline for PEG developed jointly by the Korean College of Helicobacter and Upper Gastrointestinal Research and led by the Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy. These guidelines aimed to provide physicians, including endoscopists, with the indications, use of prophylactic antibiotics, timing of enteric nutrition, tube placement methods, complications, replacement, and tubes removal for PEG based on the currently available clinical evidence. (*Korean J Gastroenterol* 2023;82:107-121)

Key Words: Endoscopy; Gastrostomy; Guideline

서 론

인구 고령화에 따라 의학적 문제로 인한 삼킴 곤란으로 경구 섭취에 어려움을 겪는 환자가 점차 증가하고 있다. 비위관을 통해 일시적으로 경장영양을 시행할 수 있으나, 비위관은 4-6주마다 교체해야 하며, 위 내용물 역류로 인한 흡인성 폐렴, 비위관에 의한 궤양이나 출혈 합병증이 발생할 수 있다.¹ 경피내시경위루술(percutaneous endoscopic gastrostomy, PEG)은 위에 튜브를 경피적으로 삽입하는 것으로 비위관의 대안이 될 수 있으며, 4주 이상 경장영양이 필요할 때 고려되어야 한다.

경피내시경위루술은 1981년 Gauderer와 Ponsky 등^{2,3}이 처음 보고하였으며, 현재 당김형(pull method) 혹은 밀기형(push or introducer method)의 두 가지 방법이 사용되고 있다. 당김형은 천자침을 찔러 천자침이 위강내에 삽입되는 것을 내시경으로 확인한 후 천자침을 통해 유도선(guidewire)을 삽입하고 유도선을 검자 또는 올가미로 잡아서 체외로 배출한다. 이후 유도선과 위루관을 묶어 유도선을 잡아당기면서 위루관을 식도를 거쳐 위내로 삽입하고 내부 완충기 및 외부 완충기에 의해 고정시키는 방법이다. 당김형은 우리나라에서 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 지름이 큰 위루관을 삽입할 수 있는 장점이 있으나 내시경을 2회 삽입해야 하며 삽입부위 감염의 위험이 있다. 반면, 밀기형은 복벽으로 넣은 트로커를 매개로 직접 위루관을 삽입하는 방법이며 내시경의 삽입이 1회로 끝나고 감염의 위험이 적은 반면, 첫 회에 설치한 위루관의 지름이 좁아 막히기 쉬우며 풍선 파손에 의한 위루관 일탈 등의 단점이 있다.

경피내시경위루술은 전신마취가 필요 없고 개복술에 따르는 위험성과 합병증이 없으며,^{4,5} 숙련된 내시경 의사에 의해서 비교적 간편하게 시행할 수 있다.⁶ 시술 성공률은 99.5%이고, 시술 관련 사망률은 0.5-2%이며,^{7,8} 위루관 삽입 후 최소 6개월 동안 사용이 가능하다. 하지만 경피내시경위루술의 대상이 되는 환자들은 전신 상태가 불량한 경우가 많아 시술

중 혹은 시술 후 합병증을 경험할 수 있으며, 이는 환자의 임상 경과를 악화시킬 수 있다.⁹

이에 경피내시경위루술에 대한 적절한 적응증, 효과적인 초기 영양 공급 시기, 안전한 위루관의 삽입, 합병증 예방을 위한 효과적이고 예방적인 전략을 위한 임상진료지침의 개발이 필요하다. 이번 임상진료지침에서는 경피내시경위루술에 대한 관련 연구를 종합적으로 검토하고 우리나라 의료환경을 반영한 가이드라인 개발을 목표로 하였다.

대상 및 방법

1. 진료지침 개발의 목적

진료 지침은 경피내시경위루술을 시행하는 의사를 비롯해서 위루관을 갖고 있는 환자를 돌보는 의료종사자를 대상으로 한다. 또한, 위루관을 갖고 있는 환자 뿐 아니라, 이들을 돌보는 일반인에게도 실제적이고 표준적인 의학 정보를 제공하고자 하였다.

2. 임상진료지침 위원회 구성 및 개발 과정

대한소화기내시경학회 진료지침 Task Force 산하 개발위원회에서 개발하였으며, 대한상부위장관·헬리코박터학회 산하 대사비만영양연구회, 대한소화기내시경학회 산하 내시경기기연구회, 한국보건의료연구원 소속 임상진료지침 방법론 전문가가 참여하였다(Supplementary Table 1).

이번 진료 지침은 국내의 실정에 맞는 임상진료지침을 개발하기 위해 새로 개발하는 방식으로 진행하였다. 또한, 진료지침 사용자의 선호도를 반영하기 위해서 9명의 소화기내과 의사를 대상으로 경피내시경위루술 후 영양 공급 시기, 위루관 종류, 위루관의 교체시기, 위루관의 제거 방법에 대해 설문 조사를 하였다. 영양공급 시작과 관련한 질문에 대한 응답은 경피내시경위루술 후 4-24시간 사이(66.7%), 24시간 이후(33.3%), 4시간 이내(0%) 순이었다. 식도 및 두경부암 환자를 제외한 환자에서 경피내시경위루술을 시행할 때, 주로 선호하

는 방식과 관련한 질문에는 당김형(88.8%), 밀기형(11.2%) 순이었다. 내부고정자형 위루관의 교체시기와 관련된 질문에는 6개월 이내의 주기적인 교체(55.6%), 7-12개월의 주기적인 교체(22.2%), 위루관의 파손, 이탈, 폐색이나 누출이 발생한 경우(22.2%) 순이었으며, 13개월 이상의 주기적인 교체로 응답한 경우는 없었다.

3. 핵심 질문 선정

임상진료지침에 포함될 핵심 질문을 도출하기 위해 기존에 발표된 미국소화기내시경학회¹⁰ 유럽소화기내시경학회^{11,12}의 국외 가이드라인을 분석하여, 경피내시경위루술의 적응증, 시술 전 예방적 항생제의 사용, 시술 후 영양 공급의 시기, 위루관 종류, 시술 후 합병증, 위루관의 교체 및 제거와 관련한 핵심 질문을 선정하였다(Table 1).

4. 문헌 검색 및 선택

방법론 전문가와 각 핵심 질문을 담당하는 개발위원의 논의를 통해 검색어를 선정하고 검색식을 수립하였다. 이를 기반으로 MEDLINE, EMBASE, Cochrane, KMBASE 4개의 국내외 데이터베이스를 대상으로 경피내시경위루술이 본격적으로 시행된 1987년 1월부터 2021년 3월까지 출판된 논문에 대한 문헌 검색을 시행하였다. 검색은 18세 이상 성인을 대상으로 한 원저, 종설, 초록을 대상으로 하였고, 사설, 편지, 단편 보고서, 강의록, 증례 등은 제외하였다. 이 중 문헌의 제목과 초록을 리뷰하여 적합한 문헌을 1차 선정하였고, 이후 전문을 분석하여 최종 문헌을 선정하였다. 문헌 선정 과정에서 복수의 문헌 심사자가 참여하였으며, 심사자 간 의견이 불일치할 경우에는 토의를 통하여 문헌의 선정 혹은 제외 여부를 최종 결정하였다.

Table 1. 경피내시경위루술 권고안의 핵심질문

영역	핵심 질문
적응증	핵심질문 1. 경피내시경위루술의 적응증은 무엇인가?
예방적 항생제 전처치	핵심질문 2. 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입 예정인 환자에게 예방적 항생제 투약이 필요한가?
영양 공급 시기	핵심질문 3. 경피내시경위루술 후 초기에 경장 영양 공급을 시작해야 하는가?
위루관 종류	핵심질문 4. 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은가? 핵심질문 4-1. 두경부암 및 식도암 환자가 아닌 경우 경피내시경위루술을 처음 시행할 때 밀기형과 당김형 위루관 삽입술 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은가? 핵심질문 4-2. 두경부암 및 식도암 환자에서 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 밀기형과 당김형 위루관 삽입술 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은가?
합병증	핵심질문 5. 위루관 주위의 누출이 지속되는 경우 위루관을 제거해야 하는가? 핵심질문 6. 위루관이 파손, 폐색, 이탈 또는 변성되는 경우 위루관을 교체해야 하는가? 핵심질문 7. 외부고정자를 느슨하게 하여 튜브를 움직여주는 것이 buried bumper 증후군의 예방에 도움이 되는가? 핵심질문 8. Buried bumper 증후군 발생시 내시경 치료가 위루관 제거에 도움이 되는가?
교체 및 제거	핵심질문 9. 경장영양공급을 지속해야 하는 환자에서 위루관의 교체는 언제 시행해야 하는가? 핵심질문 10. 내부고정자형 위루관을 제거할 때 cut-and-push 술기는 적절한 방법인가?

Table 2. 권고 강도와 근거 수준

권고 강도	강함(Strong)	해당 중재의 이득이 위해보다 크고 근거 수준이 높아 대부분의 임상 상황에서 강하게 권고한다.
	약함(Weak)	해당 중재의 이득은 임상적 상황 또는 환자/사회적 가치에 따라 달라질 수 있어, 선택적으로 사용하거나 조건부로 선택할 것을 제안한다.
	전문가 합의(Expert consensus)	임상적 근거 문헌은 부족하나 해당 치료의 이득과 위해, 근거수준, 가치와 선호도, 자원을 고려했을 때 임상적 경험과 전문가의 합의에 따라 사용 여부를 권고한다.
근거 수준	높음(High)	추후 연구로 효과 추정치에 대한 확신의 정도가 바뀔 가능성이 매우 낮은 경우이다.
	중등도(Moderate)	추후 연구가 효과 추정치에 대한 확신 정도에 중요한 영향을 미칠 수 있으며, 추정치가 변경될 가능성이 있다.
	낮음(Low)	추후 연구가 효과 추정치에 대한 확신 정도에 중요한 영향을 미칠 가능성이 크며, 추정치가 변경될 가능성 역시 높다.
	매우 낮음(Very low)	효과에 대한 어떠한 추정도 불확실하다.

5. 메타분석, 문헌의 비뚤림 위험 평가와 근거수준 및 권고 강도

선정된 문헌이 무작위 연구인 경우에는 Cochrane Collaboration's Tool for Assessing the Risk of Bias (RoB 2.0),¹³ 비무작위 연구인 경우에는 Risk of Bias Assessment Tool for Non-Randomized Studies (RoBANS)¹⁴을 이용하여 문헌의 질을 평가하였다. 선정된 문헌의 메타 분석을 위하여 RevMan (version 5.3.3) 프로그램을 이용하였으며, Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)¹⁵를 이용하여 권고 강도 및 근거 수준을 설정하였다(Table 2).¹⁵

한편, 핵심 질문과 관련한 결과를 포함하는 문헌을 조사하였음에도 관련 문헌의 이질성이 높거나 관련 문헌이 검색되지 않아 근거가 부족한 일부 핵심 질문에 대해서는, 연관 내용을 포함하는 타 임상진료지침 및 종설의 내용을 고찰하여 권고안을 마련하였다. 실무위원들이 근거를 검토하여 작성하였거나 전문가 합의로 작성한 권고안은 개발위원이 참석한 회의에서 논의하여 최종 합의하였다.

6. 검토 및 승인

권고문의 권고 강도의 합의 및 승인은 임상진료지침 위원회 전체의 80% 이상이 참석하고 참석 인원의 70% 이상이 동의한 경우 이루어졌다.

대한소화기학회, 대한소화기내시경학회, 대한상부위장관·

헬리코박터학회, 대한소화기기능성질환·운동학회, 대한체담도학회, 대한소아소화기영양학회에 속한 9인과 본 임상진료지침 개발위원 10인에게 체계적 문헌고찰과 메타분석결과를 바탕으로 도출된 권고안 및 관련 근거가 부족하여 연관 내용을 포함하는 타 임상진료지침 및 종설의 내용을 바탕으로 작성한 권고안초안에 대해서 사전에 자료를 배포하였으며, 5점 리커트 척도(전적으로 동의함, 대체로 동의함, 일부 동의함, 대체로 동의하지 않음, 전적으로 동의하지 않음)를 이용하여 전자 메일을 통해 1차 투표를 진행하였다. '전적으로 동의함'과 '대체로 동의함'의 수가 전체 투표 인원의 70% 이상인 경우 권고안이 통과한 것으로 하였다. 1차 투표를 통해 7개의 권고안은 통과하였으나 5개의 권고안은 합의에 이르지 못하여, 위루관의 교체에 대한 권고안은 2개로 분리하여 총 6개의 권고안에 대한 2차 투표를 진행하였다. 2차 투표 결과, 1개의 권고안을 제외한 5개의 권고안이 가결되어 최종적으로 12개의 권고안이 채택되었다(Table 3).

7. 진료지침의 보급과 갱신 계획

제66회 대한소화기내시경학회 세미나에서 최종 채택된 권고안을 발표하였고 패널 토론 및 청중들의 의견을 수렴하였다. 진료지침의 보급 및 확산을 위하여 Clinical Endoscopy, Gut and Liver와 대한소화기학회지에 공동 게재할 예정이다. 또한 본 가이드라인은 대한소화기내시경학회의 웹사이트 및

Table 3. 경피내시경위루술 권고안의 요약

권고안	권고강도	근거수준
경피내시경위루술은 4주 이상 경비위관 거치가 필요한 삼킴 곤란이 있는 경우 사용을 권고한다.	전문가 합의	해당 없음
당김형 위루관을 삽입하는 환자에게 시술 전 최소 1회 예방적 항생제 투약을 권고한다.	강함	높음
경피내시경위루술 후 24시간 이내에 영양 공급을 시작할 수 있다	약함	낮음
경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 시술자의 선호도에 따라 당김형과 밀기형 위루관 삽입술이 모두 가능하다.	약함	낮음
식도암 및 두경부암 환자에서 경피내시경위루술을 시행하는 경우 밀기형 위루관 삽입술을 권고한다.	약함	낮음
위루관 주위 누출의 발생 원인 교정 및 보존적 치료에도 불구하고 위루관 주위 누출이 지속되는 환자의 경우 기존 위루관을 제거하고 새로운 곳에 위루관 삽입을 권고한다.	전문가 합의	해당 없음
위루관이 파손, 폐색, 이탈 또는 변성되는 경우 위루관의 교체를 권고한다.	전문가 합의	해당 없음
위루관 삽입 2주가 경과하여 위루가 성숙된 후에 buried bumper 증후군 예방을 위해 외부 고정자를 복벽으로부터 1-2 cm 정도 느슨하게 위치시키고 위루관을 안쪽으로 움직여 줄 것을 권고한다.	전문가 합의	해당 없음
Buried bumper 증후군 발생 시 위루관을 제거해야 한다.	약함	매우 낮음
임상적 고려사항: 불완전형 buried bumper 증후군(내부 고정자가 보이고 위루관이 온전함)의 경우 내부 고정자를 내부로 밀어 넣거나 내부에서 검자를 이용하여 당겨서 제거한다. 완전형 buried bumper 증후군의 경우 내시경 절개가 위루관 제거에 도움이 된다.		
내부고정자형 위루관은 파손, 이탈, 폐색, 누출, 감염 등이 없으면 주기적으로 교체하지 않는다.	약함	낮음
풍선형 위루관은 3-6개월 간격 혹은 제조사의 권고사항에 따라 주기적으로 교체한다.	약함	낮음
내부고정자형 위루관을 제거할 때 위장관 협착, 복부골반 수술의 과거력 또는 위장관 운동저하가 없다면 cut-and-push 술기를 사용할 수 있다.	약함	매우 낮음
임상적 고려사항: 소아에게는 권고하지 않으며, 내시경을 이용한 위루관 제거가 어려운 경우 고려한다. 위루관이 2주 이내에 자연 배출되지 않은 경우 내시경 혹은 수술적 제거를 고려한다		

다양한 형식으로 보급할 예정이다. 새로운 권고안이나 기존 권고안의 수정 및 보완이 필요하다고 판단되는 경우, 추후 5년 전후로 대한소화기내시경학회를 중심으로 개정작업이 진행될 예정이다.

가이드라인

1. 적응증

핵심질문 1. 경피내시경위루술의 적응증은 무엇인가?

권고안 1. 경피내시경위루술은 4주 이상 경비위관 거치가 필요한 삼킴 곤란이 있는 경우 사용을 권고한다. (전문가 합의, 근거수준: 해당 없음)

위장관 기능은 정상이지만 입으로 영양 섭취가 어려운 경우 경비위관 영양법 또는 경피내시경위루술을 이용하여 경장영양을 할 수 있다. 경피내시경위루술의 적응증 자체를 연구한 무작위 대조군 연구, 관찰 연구 등은 없기 때문에, 연구의 목적은 다르지만 경피내시경위루술 환자를 대상으로 시행되었던 연구를 바탕으로 경피내시경위루술의 적응증을 추론해 볼 수 있다. 경피내시경위루술의 적응증은 4주 이상 경비위관 거치가 필요한 삼킴 곤란이 있는 1) 뇌졸중과 같은 신경학적 손상,¹⁶ 2) 중등도의 치매,^{17,18} 3) 두경부암^{19,20} 환자이다.

코크란 분석에 따르면, 경피내시경위루술의 시술 실패율은 낮으며, 경비위관 영양관과 비교해 시술 후의 사망률의 차이는 없었다.²¹ 시술 이후 영양 상태와 관련해서, 상완 둘레의 변화나 혈청 알부민의 수치와 같이 환자의 영양 상태와 밀접한 연관이 있는 지표의 변화는 경피내시경위루술을 시행한 환자에서 더 좋았다.²¹ 또한, 시술 후 폐렴을 비롯한 합병증 발생의 차이는 없었으나, 경비위관 영양관에서 역류성식도염의 발생률은 더 높았다.²¹ 환자의 만족도, 관리의 편리성과 시술의 통증은 큰 차이는 없었지만, 시술 후 환자의 불편감과 사회활동에서의 제약 면에서 경피내시경위루술을 선호하는 것으로 조사되었다.²¹⁻²³

경피내시경위루술은 통상적으로 4주 이상 경비위관 거치가 필요한 경우 시행하고 있다.²⁴ 허혈성 뇌졸중으로 입원 치료한 34,623명을 조사한 결과에 따르면, 입원 후 경피내시경위루술을 시행 받은 시기는 입원 3-23일 이내인 경우가 56.4%이었으며, 53%의 환자는 입원 7일 이내에 시술을 받았다. 1-7일 이내 경피내시경위루술을 시행을 받은 경우 짧은 입퇴원 기간을 보였으며, 자택이나 재활치료병원에서의 전원이율이 높았다.²⁵ 다만, 경피내시경위루술을 시행했을 때 80세 이상인 경우 1년 생존율은 33%였으나, 80세 미만의 환자는 73% 생존율을 보여, 경비위관 영양관에서 위루술로 전환할

때 나이를 고려해야 함을 보여주었다.²⁶

경피내시경위루술은 맹적 시술(blind procedure)로 정상적인 해부학적 구조물이 복벽과 위 사이에 위치하는 경우 주위 장기의 누공이 발생할 수 있다. 또한, 심한 비만이나 복수로 복벽을 통해 위에 도달이 불가능한 경우, 복부 악성 종양으로 인해 시술에 따른 복강내 파종이 예상되는 경우, 항혈소판제나 항응고제를 복용하는 경우 등에서 시술의 실패 혹은 합병증의 가능성이 있어 신중히 결정해야 된다.²⁷⁻³³

경피내시경위루술을 시행하기 위해서는 인두와 식도의 완전 폐쇄가 없어야 한다. 그러나, 이런 조건을 만족하지 못하는 일부의 두경부암, 인두암, 식도암, 위암, 외인성 종양으로 인한 연하 장애나 식도 협착, 구개 안면 이상 질환, 심한 화상환자, 심한 식도열공탈장이나 복부 수술로 인해 위의 해부학적 구조가 바뀐 경우 등에서는 기술적으로 시술이 어려울 수 있어 방사선투시 유도하 경피위루술(percutaneous radiologic inserted gastrostomy), 수술적 위루술(surgical gastrostomy) 또는 수술적 공장루술(surgical jejunostomy)이 대안이 될 수 있다. 방사선투시 유도하 경피위루술은 경피내시경위루술과 마찬가지로 시술 성공률이 95% 이상으로 효과적이며, 합병증의 발생이 적다. 또한, 경피내시경위루술과 비교했을 때, 진정제나 진통제의 투여량과 시술 전후 예방적 항생제의 사용이 적으며, 시술 성공 확률이 높다는 장점이 있다.³⁴ 그러나 경피내시경위루술에 사용되는 삽입관보다 튜브의 구경이 가늘고 내구성이 떨어져서 튜브의 막힘이나 위치 이탈이 더 빈번히 발생한다는 단점이 있다.³⁵ 한편, 수술적 위루술은 비교적 간단하고 효과적인 방법이지만 전신마취가 필요하며 수술에 따른 창상 파열, 위천공, 출혈, 복막염 및 전신마취 후의 회복과정에서의 호흡 부전 등의 합병증의 발생 위험이 있다.³⁶

2. 예방적 항생제 전처치

핵심질문 2. 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입 예정인 환자에게 예방적 항생제 투약이 필요한가?

권고안 2. 당김형 위루관을 삽입하는 환자에게 시술 전 최소 1회 예방적 항생제 투약을 권고한다. (권고강도: 강함, 근거수준: 높음)

위루관 삽입 시 예방적 항생제의 효용성을 평가한 무작위 배정연구는 14건이 검색되었고, 이 중 12건은 당김형 위루관 삽입술에 관한 연구였으며, 나머지 2건은 밀기형 위루관 삽입술에 관한 연구였다(Supplementary Fig. 1, Supplementary Table 2).³⁷⁻⁵⁰ 연구에 따라 사용한 예방적 항생제의 종류는 1세대, 2세대, 혹은 3세대 cephalosporin, amoxicillin/clav-

ulanic acid, ampicillin/sulbactam 등 다양하였으나, 메타분석 결과 당김형 위루관 삽입술 시 예방적 항생제를 투약한 경우 투약하지 않은 경우에 비해 위루관 삽입부위 감염 발생 위험이 감소하였다(상대위험도, 0.43; 95% 신뢰구간, 0.30-0.62; $I^2=30%$) (Fig. 1). 연구에 따라 예방적 항생제 투약 기간은 다소 차이가 있었으나, 12건의 당김형 위루관 연구 중, 9건에서는 항생제를 시술 전 1회만 투약했고, 3건에서는 시술 전부터 1일 이내로만 투약하였다. 따라서 시술 후 감염의 징후가 보이지 않는다면 예방적 항생제의 투약 기간을 연장할 필요는 적어 보인다. 예방적 항생제 투약에 따른 이상반응은 메타분석에 포함된 총 14건의 연구 중 3건에서만 보고 하였는데, 그중 한 연구에서는 20명의 예방적 항생제 투약자 중 어떠한 이상 반응도 없었다고 보고하였으며,⁴⁸ 다른 한 연구에서는 33명의 예방적 항생제 투약자 중 *Clostridium difficile*-associated diarrhea 3건을 보고하였다.⁴⁵ 또한, 나머진 연구에서는 41명의 예방적 항생제 투약자 중 오심 1건, 간질 발작 1건을 보고하였다.⁴² 전반적으로 예방적 항생제의 이상반응 빈도는 높지 않았고, 1건의 간질 발작의 경우 예방적 항생제와 연관이 있었던 것인지에 대해서는 확실하지 않다. 이상을 종합할 때, 당김형 위루관 삽입 시에는 예방적 항생제를 사용하는 것이 분명하고 큰 이득이 있고, 이에 비해 위해는 불분명하다. 따라서, 당김형 위루관 삽입 시에는 시술 전 최소 1회 예방적 항생제 투약을 권고한다.

반면 밀기형 삽입술의 경우, 메타분석에서 예방적 항생제의 이득은 확인되지 않았다(상대위험도, 0.64; 95% 신뢰구간, 0.19-2.18; $I^2=0$) (Fig. 1). 이는 당김형 위루관 삽입술보다 밀기형 삽입술이 튜브 삽입 부위 감염 위험이 낮기 때문이다.

튜브 삽입 부위 감염은 당김형 위루관 삽입술을 시행한 환자의 25.5%, 밀기형 삽입술을 시행한 환자의 6.7%에서 발생했다. 즉, 당김형 위루관 삽입술에서 예방적 항생제 투여를 뒷받침하는 증거는 이 메타 분석에서 관찰되지 않았다. 그러나 당김형위루관 삽입술은 무작위대조연구가 2건밖에 없기 때문에 예방적 항생제가 효과가 없다고 결과를 단정하기는 어렵다. 실제 임상 현장에 밀기형 삽입술에서 예방적 항생제를 투여하는 경우도 있다. 따라서, 밀기형 삽입술에서 예방적 항생제의 효과를 명확히 규명하기 위해서는 추가적인 연구가 필요해 보인다.

3. 영양 공급 시기

핵심질문 3. 경피내시경위루술 후 조기에 경장 영양 공급을 시작해야 하는가?
권고안 3. 경피내시경위루술 후 24시간 이내에 영양 공급을 시작할 수 있다. (권고강도: 약함, 근거수준: 낮음)

경피내시경위루술 후 경장 영양 공급 시작 시기에 대한 무작위 대조군 연구 5편에 대한 메타분석을 시행하였다 (Supplementary Fig. 2, Supplementary Table 3).⁵¹⁻⁵⁵ 각 연구에서 조기 영양 공급(early feeding)은 위루술 후 1시간에서 4시간 이내에 영양 공급을 시작한 것으로 지연 영양 공급(late feeding)은 시술 24시간 이후 또는 다음날 영양 공급을 시작한 것으로 정의하였다. 모든 연구에서 경피내시경위루술과 관련된 출혈, 천공 등의 주요 합병증은 보고되지 않았다. 이외 창상 감염, 시술 부위 감염, 발열, 구토, 설사 등 경미한 합병증 빈도는

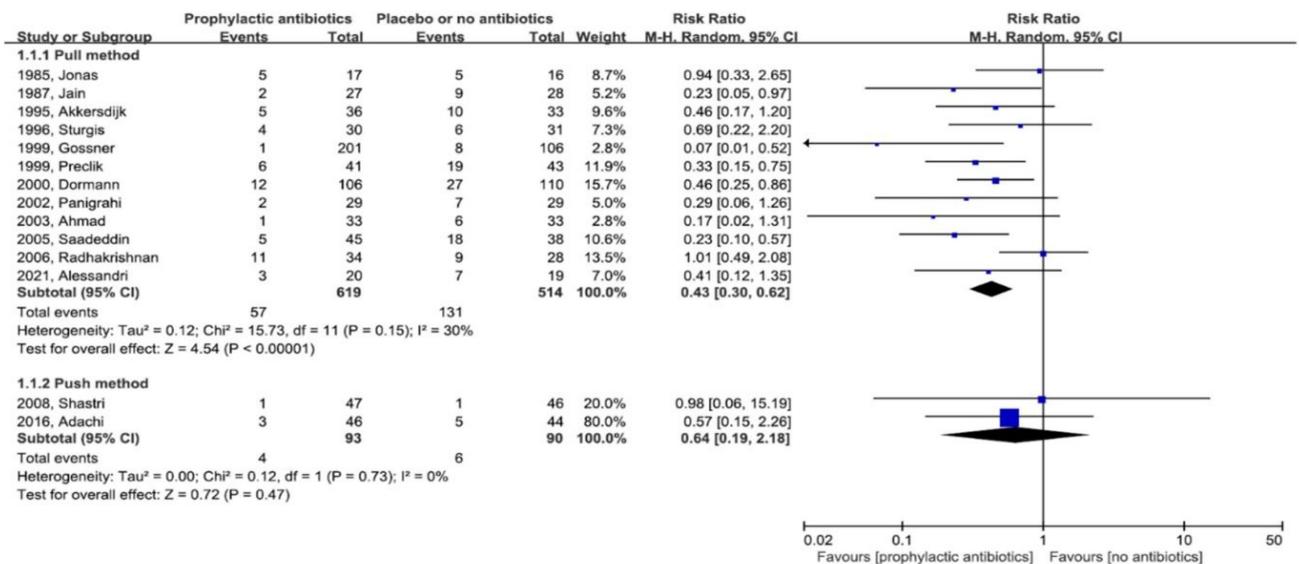


Fig. 1. 예방적 항생제 투약에 따른 위루관 삽입부위의 감염 위험. PEG, percutaneous endoscopic

조기 영양 공급 군과 지연 영양 공급 군에서 유사하였다(상대 위험도, 0.96; 95% 신뢰구간, 0.42-2.17; $I^2=19\%$) (Fig. 2A). 위 잔류량(gastric residual volume) 증가는 조기 영양 공급 군에서 더 흔히 관찰되었으나 유의한 차이는 아니었으며(상대 위험도, 1.58; 95% 신뢰구간, 0.92-2.70; $I^2=1\%$) (Fig. 2B), 위 잔류량 증가가 흡인성 폐렴으로 이어질 수 있으나 분석에 포함된 5개의 연구에서 흡인성 폐렴은 보고되지 않았다.

시술 72시간 이내 사망률은 조기 영양 공급 군에서 1.4% (2/145), 지연 영양 공급 군에서 3.4% (5/145)로 보고되었으며 양 군 간에 유의한 차이는 없었다(상대 위험도, 0.51; 95% 신뢰구간, 0.13-1.99; $I^2=0\%$) (Fig. 2C). 종합하면, 시술 24시간 이후 경장 영양 공급을 시작하는 것과 비교하여 조기에 영양 공급을 시작하는 것이 합병증이나 위 잔류량 또는 사망률을 증가시키지 않았으므로, 경피내시경위루술 후 24시간 이내에 영양 공급을 시작할 것을 권고한다. 위루관 시술 후 환자의 전신 상태와 활력 징후가 안정되고 시술과 관련된 합병증이 관찰되지 않는다면 조기에 경장 영양 공급을 시작함으로써 환자의 영양학적 상태 및 전신 상태 회복을 도울 수 있다. 다만,

연구에 포함된 환자 수가 적고 중재의 특성상 눈가림이 시행되지 않았으며 무작위 배정이나 배정 은닉 과정에 대한 정보가 없어 권고의 강도는 약하다.

4. 위루관 종류 및 술기

핵심질문 4. 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은가?
권고안 4-1. 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 시술자의 선호도에 따라 당김형과 밀기형 위루관 삽입술이 모두 가능하다. (권고강도: 약함, 근거수준: 낮음)
권고안 4-2. 식도암 및 두경부암 환자에서 경피내시경위루술을 시행하는 경우 밀기형 위루관 삽입술을 권고한다. (권고강도: 약함, 근거수준: 낮음)

경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은지에

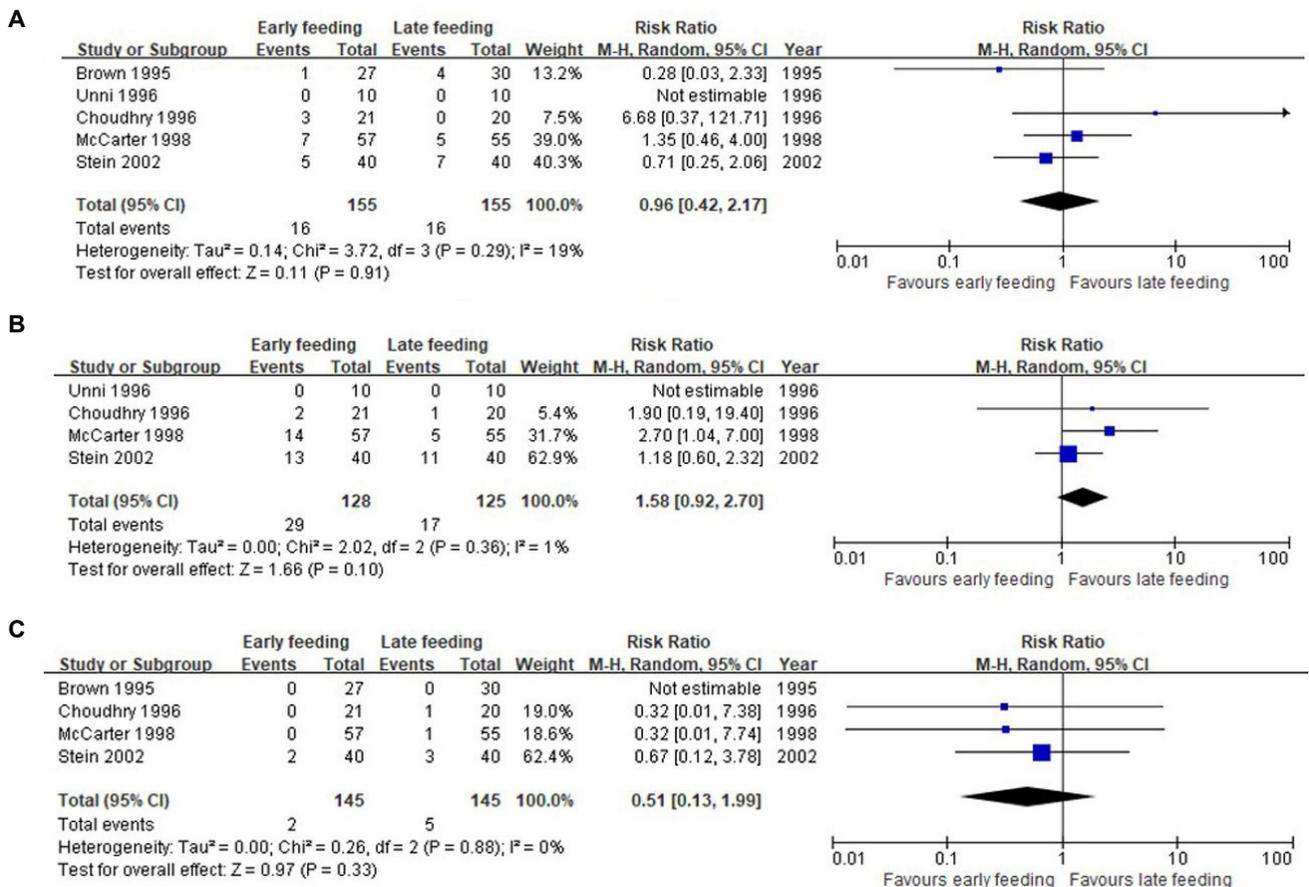


Fig. 2. 내시경경피위루술 후 조기 또는 지연 영양 공급의 메타 분석. (A) 경미한 합병증의 빈도. (B) 위 잔류량의 증가. (C) 시술 72시간 이내 전체 사망률.

대해 다양한 연구들이 진행되어 왔다.¹² 한편 국내에서는 첫 경피내시경위루술 삽입술로 당김형 위루관이 가장 많이 시행되고 있지만, 밀기형 위루관 삽입술 또한 안전하고 효과적인 방법으로 많이 사용되고 있다.^{28,56}

체계적 문헌 고찰을 통하여 총 12편의 논문을 선정하였고 (Supplementary Fig. 3, Supplementary Tables 4, 5), 문헌 검색 후 식도암 및 두경부암 환자에서 위루관 부위 암 전이를 본 두 편의 연구는 별도로 정리하여, 두 개의 권고안을 제시하였다.

우선 식도암 및 두경부암 환자가 아닌 경우 경피내시경적위루술을 처음 시행할 때 당김형 혹은 밀기형 위루관 삽입술 중 어떤 방법이 좋은지에 대해서 총 10편의 문헌 고찰을 시행하였을 때, 시술 성공률을 두 방법 사이에 차이가 없었다(시술 성공률: 당김형, 98.7–100%; 밀기형, 96.6–100%).^{28,56-64} 합병증 측면에서도 Retes 등⁶¹, Lee 등⁵⁶, Ohno 등⁶⁰, Pih 등²⁸의 연구에서는 두 시술 방법 사이에 차이가 없는 것으로 보고하였으나, Van Dyck 등⁶⁴, Köhler 등⁵⁸은 밀기형 경피내시경위루술을 시행받은 환자에서 전반적인 합병증 위험이 높은 것으로 보고하였다(Supplementary Table 4). 하지만 삽입부위 감염의 경우 메타분석 연구에서 밀기형보다는 당김형 위루관 삽입술에서 더 높았다고 보고하였다(승산비, 13.0; 95% 신뢰구간, 4.6–36.8).⁵⁷ 따라서 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 어떤 시술이 더 우월하다고 결론을 내리기에는 근거가 충분하지 않아 결론을 내릴 수 없었다. 따라서 내시경의가 선호하는 방식과 환자 개개인의 상황에 따라 위루관의 종류가 결정되어야 하겠다.⁵⁸

한편 식도암 및 두경부암 환자에서 경피내시경위루술을 처음 시행하는 경우 밀기형과 당김형 위루관 삽입술 중 어떤 방법으로 시행하는 것이 좋은지에 대해서는 문헌 검색 후 두 편의 문헌을 리뷰하였다.^{65,66} 특히 최근 메타분석 결과를 보면 밀기형보다는 당김형 위루관 삽입술에서 시술 부위 암 전이 확률이 더 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다(당김형 0.56% [95% CI: 0.40–0.79%], 밀기형 0.29% [95% CI: 0.15–0.55%]).⁶⁶ 그러나 메타분석에 포함된 거의 모든 연구가 관찰 연구이거나 증례 보고 수준이어서 근거 수준은 낮았다. 당김형 위루관 삽입술이 실제 임상에서 많이 이루어지고 있으므로, 시술에 따라서는 밀기형 위루관 삽입술이 생소할 수 있으며, 이전 연구의 근거 수준이 낮으며, 전체 사망률 측면에서 밀기형 위루관 삽입술이 더 이점이 있는지는 근거가 부족하다.

현재 국내에서 경피내시경위루술의 첫 시술로 당김형 위루관 삽입술이 대부분의 시술자에게 익숙한 시술 방법이라는 점에서 밀기형 위루관 삽입술이 덜 선호될 수 있으나, 식도암 및 두경부암 환자의 경우 식도 협착 등으로 인해 당김형 시술이 불가능할 수도 있고, 암 전이와 같은 부가적인 위험이 있

므로 밀기형 위루관 삽입술을 우선적으로 권고한다.

5. 합병증

경피내시경위루술은 시술 시간이 짧으며 전신마취가 필요하지 않고 내시경으로 시행할 수 있는 술기적으로도 비교적 용이한 시술법이다. 하지만 시술 중 합병증, 조기 또는 후기 합병증이 발생할 수 있다. 시술 중 합병증은 진정 관련 합병증, 출혈, 천공, 기복증, 다른 장기 천자 등이 있다. 누공 완성 전 조기 합병증은 위루관의 이탈, 복강 내 누출, 누공 주위 감염, 피부궤양, 괴사성 근막염 등이 있으며, 누공 완성 후 후기 합병증은 위루관의 이탈, 폐색, buried bumper 증후군, 육아종, 위-대장-피부 누공 등이 있다.

핵심질문 5. 위루관 주위 누출이 지속되는 경우 위루관을 제거해야 하는가?

권고안 5. 위루관 주위 누출의 발생 원인 교정 및 보존적 치료에도 불구하고 위루관 주위 누출이 지속되는 환자의 경우 기존 위루관을 제거하고 새로운 곳에 위루관 삽입을 권고한다. (권고강도: 전문가 합의, 근거수준: 해당 없음)

위루관 주위 누출(peristomal leakage)은 장기간 위루관을 가지고 있는 환자에서 발생할 수 있는 합병증의 하나로 위루관 삽입술을 시행한 환자의 1–2%에서 발생한다.⁶⁷ 위루관 주위 누출은 누출되는 물질로 인해 환자의 불편감, 위생 문제 및 삽입부 주위의 감염 위험성 증가로 적절한 예방 및 치료가 필요하다.⁶⁸ 하지만, 위루관 주위 누출과 관련된 무작위배정연구는 없고 대부분이 전문가 의견이거나 증례 보고 뿐으로 이에 대한 문헌적 근거는 부족하다(Supplementary Fig. 4).^{69,70}

삽입 부위 감염, 위산 분비 증가, 위마비(gastroparesis), 과도한 과산화 수소(hydrogen peroxide) 소독, buried bumper 증후군, 위루관 주위 육아조직(granulation tissue) 형성, 위루관 꺾임 등은 위루관 주위 누출을 일으키는 주요 원인으로 밝혀져 있다.⁷¹ 대부분의 임상진료지침에서는 위루관 주위 누출을 동반한 환자에서 이러한 발생 원인 유무를 확인하고 교정하는 것을 일차적으로 권하고 있다.^{12,72,73} 위장운동촉진제(prokinetics) 및 위산분비 억제제(antisecretory agents) 사용은 위마비 및 위산 분비를 줄이는 데 도움이 될 수 있다. 위루관을 적절히 고정하여 꺾임을 예방하고, 위루관 주위에 육아조직이 형성된 경우 국소 질산은 도포나 아르곤 플라즈마 응고소작술(argon plasma coagulation)로 위루관 주위 누출을 줄일 수 있다.⁷⁴ 국소적 삽입 부위 감염의 경우 정기적인 삽입 부위 소독 및 국소 항생제 또는 항진균제 사용으로 해결이 가능하지만, 심한 삽입 부위 세균성 감염의 경우 상처 부위에서 시행한 미생물 배양 검사 및 항생제 감수성 결과에 따라

전신적인 항생제 사용이 필요하다. 위루관 주위 누출의 발생 원인을 찾고 교정에도 불구하고 누출이 지속되는 경우 경피내 시경위루술을 경피내시경공장루(percutaneous endoscopic jejunostomy)로 전환하거나 일시적(24-48시간)으로 위루관을 제거하여 부분적 폐쇄를 하고 같은 자리에 재삽입을 시도할 수 있다.^{12,71} 위루관 주위 누출을 막기 위해 직경이 더 큰 위루관을 삽입하는 방법은 더 큰 위루(stoma)를 형성할 수 있어 권장되지 않는다.⁷² 발생 원인 교정 및 보존적 치료에도 불구하고 위루관 주위 누출이 지속되는 경우 기존 위루관을 제거하고 이전 삽입 부위가 완전히 호전되었는지 확인 후 새로운 곳에 위루관 삽입을 해야 한다. 미국소화기학회, 유럽소화기내시경학회, 영국소화기학회의 위루관 관련 임상진료지침에서도 치료에 반응하지 않는 위루관 주위 누출에서 기존 위루관을 제거하고 새로운 곳에 위루관 삽입하도록 권고하고 있다.^{12,72,73}

핵심질문 6. 위루관이 파손, 폐색, 이탈 또는 변성되는 경우 위루관을 교체해야 하는가?

권고안 6. 위루관이 파손, 폐색, 이탈 또는 변성되는 경우 위루관의 교체를 권고한다. (권고강도: 전문가 합의, 근거수준: 해당 없음)

내부 고정자형 튜브는 적절히 관리하면 1-2년까지 유지가 가능하다.^{72,75} 하지만, 모든 위루관은 파손(breakage), 폐색(occlusion), 이탈(dislodgement) 또는 변성(degradation)의 위험이 있으며, 이로 인해 적절한 영양공급이 되지 않을 수 있다. 이중 우발적인 이탈(inadvertent dislodgement)은 위루관 삽입술을 시행한 환자의 1.6-4.4%에서 발생하지만⁷² 시행한 문헌 검색상 위루관의 파손, 폐색, 이탈 또는 변성을 동반한 환자에서 위루관의 교체와 관련된 무작위배정연구는 없다(Supplementary Fig. 5). 미국소화기학회, 유럽소화기내시경학회, 영국소화기학회의 위루관 관련 임상진료지침에서는 적절한 영양 공급을 위해 위루관의 파손, 폐색, 이탈 또는 변성이 발생한 경우 위루관의 교체를 권고하고 있다.^{12,72,73} 위루관의 파손, 폐색, 이탈 또는 변성으로 인한 위루관 교체 시 고려해야 할 점은 위루관 삽입 시점이다. 보통 위루관 트랙이 안정적으로 형성되기까지 1-2주가 소요되지만 코르티코스테로이드 사용, 영양실조 환자, 복수 등을 동반한 만성질환 환자의 경우 3-4주까지 걸릴 수 있다.⁷⁶ 위루관 삽입 후 4주 이내의 위루관 교체는 위루관 트랙이 안정적으로 형성되지 않아 위 내용물의 복강 내 누출로 복막염의 발생 및 위루관 위치 이상(malposition)의 위험성이 높아 가급적 피하는 것이 권장된다. 삽입 후 4주 이내에 위루관 교체가 필요한 경우 맹목적(blind) 위루관 교체보다는 내시경적 또는 방사선학적 관찰

하에 교체를 시도해야 한다.¹² 위루관 삽입 후 4주 이후에는 위루관 트랙이 안정적으로 형성되고 복막염 발생의 위험성도 줄어든다. 이 시기에서는 기존에 형성된 트랙을 이용하여 풍선형 튜브(balloon type tube)의 경우 내시경 관찰 없이 맹목적 삽입도 가능하다. 삽입 후 4주 이후에 발생한 위루관 이탈의 경우 트랙이 막히지 않게 하기 위해서 24시간 내에 삽입할 것이 권장되지만 튜브 삽입이 늦어질 경우 시술 전까지 도뇨관을 삽입해 놓으면 트랙이 막히는 것을 방지할 수 있다.^{77,78}

핵심질문 7. 외부고정자를 느슨하게 하여 튜브를 움직여주는 것이 buried bumper 증후군의 예방에 도움이 되는가?

권고안 7. 위루관 삽입 2주가 경과하여 위루가 성숙된 후에 buried bumper 증후군 예방을 위해 외부 고정자를 복벽으로부터 1-2 cm 정도 느슨하게 위치시키고 위루관을 안쪽으로 움직여 줄 것을 권고한다. (권고강도: 전문가 합의, 근거수준: 해당 없음)

Buried bumper 증후군은 내부 완충기가 위점막에 지나치게 밀착되면서 위벽에 압박 괴사가 생기고 이차적으로 재생상피가 내부 완충기를 덮어서, 위 내강에 있어야 할 내부 완충기가 복벽 내에 위치하게 되는 것이다. Buried bumper 증후군은 1-4% 정도에서 발생하는 것으로 보고되고 있으며,^{79,80} 비만, 체중 증가, 만성 기침이 있는 경우 빈도가 증가한다. Buried bumper 증후군 예방을 위해 가장 중요한 것은 외부 고정자를 적절하게 위치시키는 것이다. 피부와 외부 고정자 사이의 거리는 10 mm 정도가 좋다. 하지만, 10 mm가 안전하지 않거나 유출을 방지하기 위해 외부고정자를 4일 정도 단단하게 조여 놓아야 하는지에 대한 합의는 없지만,^{81,82} 위루관 삽입 2주가 경과하여 위루가 성숙된 후에는 외부 고정자를 10 mm 정도 거리로 유지하는 것에는 의심의 여지가 없다.⁷² 유럽소화기내시경학회의 권고안에서는 위루가 성숙된 후에는 매일 외부 고정자를 느슨하게 하고 위루관을 안쪽으로 밀어넣고 360도 회전하는 것이 buried bumper 증후군을 예방할 수 있다고 권고하고 있다.¹² 풍선형 위루관의 경우 내부고정자인 풍선으로 인한 궤양 등이 발생할 수 있으므로 너무 세게 고정하지 않았는지 확인해야 하며, 위루가 성숙된 후에는 느슨하게 위치시키고 위루관을 안쪽으로 움직여 주는 것이 도움이 된다.

핵심질문 8. Buried bumper 증후군 발생시 내시경 치료로 위루관 제거에 도움이 되는가?

권고안 8. Buried bumper 증후군 발생시 위루관을 제거해야 한다. (권고강도: 약함, 근거수준: 매우 낮음)

임상적 고려사항: 불완전형 buried bumper 증후군(내부 고정

자가 보이고 위루관이 온전함)의 경우 내부 고정자를 내부로 밀어 넣거나 내부에서 겸자를 이용하여 당겨서 제거한다. 완전형 buried bumper 증후군의 경우 내시경 절개가 위루관 제거에 도움이 된다.

Buried bumper 증후군은 위내시경으로 내부 조정자를 직접 관찰하여 진단하거나 복부 컴퓨터 단층촬영을 이용하여 내부 고정자가 복벽으로 이탈되었는지 확인하여 진단할 수 있다. Buried bumper 증후군은 내시경적으로는 내부 고정자가 보이고 위루관의 손상이 없는 불완전형과 내부 고정자가 완전히 위벽에 매몰되어 있는 완전형으로 나눌 수 있다. 82명의 buried bumper 증후군 환자들을 분석한 후향 연구에 의하면, 불완전형과 완전형 buried bumper 증후군 모두 내시경으로 성공적으로 치료하였다.⁸³ Buried bumper 증후군의 치료로 bougie, grasp, needle-knife, papillotome이 사용되었고 85.4%에서는 시술 관련 합병증이 발생하지 않았다.⁸⁴ 다른 연구에서는, buried bumper 증후군이 발생한 5명의 환자에게 needle-knife를 이용하여 절개를 시행하였고 치료 효과는 성공적이었고 합병증 발생은 없었다.⁸⁰ Buried bumper 증후군을 치료하지 않을 경우 통증, 음식물 유출 등이 발생할 수 있고 출혈이나 복막염, 농양 형성 등 합병증이 발생할 수 있으므로 진단 즉시 적절한 치료를 통한 위루관의 제거가 필요하다.⁸⁵ 내시경을 이용한 치료(bougie, grasp, needle-knife, papillotome)는 성공률이 높고 시술과 관련된 합병증은 많지 않은 것으로 보고되고 있으므로 적절한 치료로 생각된다. 하지만, 검색된 문헌 모두 후향적 연구이며, 무작위배정연구는 없어서 근거 수준은 매우 낮다(Supplementary Fig. 6, Supplementary Table 6). 이외에도 내부 고정자가 쉽게 접히는 재질이면 조심스럽게 복벽 바깥쪽으로 당겨서 제거하는 방법이 있으며, 완전히 매몰되어 내시경적으로도 제거가 어려운 경우는 외과적으로 고정자를 제거해야 한다. 하지만, 병원의 여건과 내시경 전문의의 숙련도에 따라 적절한 방법을 선택해야 한다.

6. 위루관의 교체 및 제거

핵심질문 9. 경장영양공급을 지속해야 하는 환자에서 위루관의 교체는 언제 시행해야 하는가?

권고안 9-1. 내부고정자형 위루관은 파손, 이탈, 폐색, 누출, 감염 등이 없으면 주기적으로 교체하지 않는다. (권고강도: 약함, 근거수준: 낮음)

권고안 9-2. 풍선형 위루관은 3-6개월 간격 혹은 제조사의 권고사항에 따라 주기적으로 교체한다. (권고강도: 약함, 근거수준: 낮음)

위루관의 교체와 관련된 문헌은 5개가 검색되었으나 4개는 후향적 연구, 1개는 전향적 코호트 연구로 문헌의 근거 수준은 높지 않았다(Supplementary Fig. 7, Supplementary Table 7).⁸⁶⁻⁹⁰ 이 중 1,092명의 환자를 대상으로 내부고정자형 위루관의 교체 후 합병증을 고찰한 연구에서 주기적 교체와 필요시 교체간의 시술 관련 합병증의 유의한 차이는 없었으며, 주기적 교체의 시술 관련 합병증은 1.2%로 누공의 파열 0.7%, 출혈 0.4%, 위루관 파손 0.1%였다.⁸⁶ 또한, 풍선형 위루관의 주기적 교체를 고찰한 연구에서는 6개월 간격의 주기적 교체 시술과 관련된 합병증은 발생하지 않았으며 모두 의료기관이 아닌 전문간호사에 의한 가정에서 시행하였다.⁸⁷ 그러나, 이 연구는 의료기관의 방문이 용이하지 않은 서구권 국가에서 시행되었으며, 한국에서는 실제 임상에서 풍선형 위루관의 안전한 교체를 위해 전문 의료기관으로 전원하는 경우도 많으므로 해석에 주의를 요한다.⁸⁸ 한편, 내부고정자형 위루관의 조기 교체군(6개월 이내)과 후기 교체군(6개월 이후)을 비교한 연구에서 교체의 적응증에는 차이가 없었으며 이탈, 폐색, 누출 등과 같은 장기 합병증은 양 군간 차이가 없었으나,^{89,90} 조기 교체군이 후기 교체군에 비하여 식도 열상이나 미세천공과 같은 시술 관련 기계적 합병증의 비율이 높았다.⁸⁹ 다만, 이 연구들에서 조기 또는 후기 교체와 필요시 또는 주기적 교체가 동일한 의미로 정의되지는 않았다. 이를 종합하면, 내부고정자형 위루관의 주기적 교체와 필요시 교체를 직접 비교한 연구에서 양 군간 시술 관련 합병증의 차이는 없었으나, 조기 교체군에서 후기 교체군에 비하여 기계적 합병증의 비율이 높았고 조기 교체군의 대부분은 주기적 교체에 해당하였으므로 내부고정자형 위루관의 경우에는 주기적 교체의 위험이 더 높다고 유추할 수 있다. 그러나 내부위루관의 중대한 파손, 이탈, 폐색, 누출, 감염 등이 발생하면 위루관의 교체를 고려해야 한다. 반면, 풍선형 위루관의 경우 위루관의 주기적 교체와 관련한 합병증은 미미하였으며, 시술자의 판단에 따라서 3-6개월 간격 혹은 제조사의 권고사항대로 교체할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 최초에 내부고정자형 위루관으로 삽입한 경우에도 환자의 전신상태가 불량한 경우에는 안전한 시술을 위하여 풍선형 위루관으로 교체할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 향후 풍선형 위루관의 주기적 교체의 효능에 대하여 환자의 방문 횟수, 비용 대비 효과, 임상의의 노동력, 위험 대비 이득 등의 여러 측면을 포함하여 조사하는 연구가 필요하다. 위루관의 적절한 교체시기는 시술자의 성향에 따라서 매우 다른 경향이 있으나, 위루관을 가진 환자의 경우 심각한 기저질환을 동반한 경우가 대부분이므로 본 권고안은 위루관의 안전한 교체 및 불필요하게 잦은 교체에 의한 합병증의 발생을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 다만, 이번 권고안에 해당하는 고찰된 문헌의 개수가 적고 후향적 단일기관 연구가 대

부분이었으며 교체 시기의 정의가 연구간에 이질성이 높아 권고의 강도는 약하다.

핵심질문 10. 내부고정자형 위루관을 제거할 때 cut-and-push 술기는 적절한 방법인가?

권고안 10. 내부고정자형 위루관을 제거할 때 위장관 협착, 복부골반 수술의 과거력 또는 위장관 운동저하가 없다면 cut-and-push 술기를 사용할 수 있다. (권고강도: 약함; 근거 수준: 매우 낮음)

임상적 고려사항: 소아에게는 권고하지 않으며, 내시경을 이용한 위루관 제거가 어려운 경우 고려한다. 위루관이 2주 이내에 자연 배출되지 않은 경우 내시경 혹은 수술적 제거를 고려한다

Cut-and-push 술기는 1991년 이후 서구권에서 내부고정자형 위루관의 제거를 위하여 도입된 방법으로, 피부 밖의 외부고정자 아래로 위루관을 자르고 위강으로 밀어 넣어 잘려진 위루관의 자연 배출을 유도한다. 그러나, 위장관 협착, 복부골반 수술의 과거력 또는 위장관 운동저하가 있는 경우에는 잘려진 위루관이 자연 배출되지 않을 위험이 있으므로 금기중에 해당한다.⁹¹ 이 술기의 임상 경과를 고찰한 연구로 총 5건의 문헌이 검색되었으나, 모두 서구권의 연구이고 비교군 없이 단일군만을 고찰한 한계점이 있다(Supplementary Fig. 7, Supplementary Table 8).⁹¹⁻⁹⁵ Cut-and-push 술기 후 84-97%에서 잘려진 위루관이 장관을 통과하였으며, 잘려진 위루관이 잔류하여 위장관 폐색이나 복통을 유발하는 등의 합병증은 1.6-2.7%로 비교적 낮았다. 그러나, 지속적인 위장관 폐색이 발생하여 내시경으로 제거한 증례⁹¹ 및 잘려진 위루관이 복벽에 박혀 수술로 제거한 증례⁹²가 있었으며, 두 증례에서 위루관의 물리적 제거는 모두 cut-and-push 시술 후 2주 이내에 시행되었다.^{91,92} 이를 종합하면, 내부고정자형 위루관을 cut-and-push 술기로 제거하는 경우 비교적 낮은 합병증의 빈도를 보였으나, 위장관이나 복벽에 잔류한 위루관의 내시경 혹은 수술적 제거가 필요한 경우도 있었으므로 주의가 필요하다. 한편, 국내에서 내시경을 이용한 위루관 제거가 매우 빈번하게 시행되고 있고, 위루관의 내부고정자의 재질이 부드러워 바깥에서 수기로 조심스럽게 당기면 삽입부를 통과하여 제거할 수도 있다는 점을 고려한다면, 상부위장관내시경을 시행하기 어려운 전신 상태가 좋지 않은 환자의 경우에 cut-and-push 술기를 우선적으로 고려해야 할 것으로 사료된다. 한편, 소아의 경우 cut-and-push 술기에 대한 보고된 문헌이 없고 비록 소아형 내부고정자의 크기가 성인에 비하여 작더라도 고정자의 크기가 소아의 장폐쇄를 유발할 수 있어 권고하지 않는 것이 타당하다.⁹⁶ 또한, 검색된 문헌들은 모두 서구권에서 진행된 연구이고 대조군이 없는 단일군 연구인 점

을 고려한다면 권고등급은 약하다.

7. 경피내시경위루술 중 CO₂ 사용의 효과

기복증(pneumoperitoneum)은 복강 내에 공기가 들어 있는 경우로, 경피내시경위루술 후 40-56% 정도에서 관찰된다.⁹⁷ 경피내시경위루술 중 주입된 공기에 의해 발생하며, 대부분 증상 없고, 특별한 조치 없이 호전을 보인다. 기립 혹은 앙와위 복부 단순촬영으로 진단할 수 있으며, 대부분 2-3주 내에 흡수되어 사라진다. 공기를 사용하여 경피내시경위루술을 시행한 24명의 중 9명에서 기복증이 발생하였으나 복막염증의 증상 및 징후는 없었다.⁹⁸ Allen 등⁹⁹은 경피내시경위루술 후 공기를 빼고 나온 군과 빼지 않고 나온 군을 비교하였고, 시술 1일째 기복증의 발생에 차이는 없었다. 하지만, 복막염 징후가 있는 환자의 경우 주의 깊게 관리해야 한다. 경피내시경위루술 후 발생한 기복증을 분석한 연구에서 총 193명 중 55.5%에서 발열, 복부 압통, 백혈구 증가의 임상적으로 유의한 징후가 있었으며 기복증의 양이 많은 2명의 환자에서는 폐렴과 패혈증이 동반되기도 하였다.¹⁰⁰ 경피내시경위루술을 시행한 722명의 환자를 대상으로 시행한 후향적 연구에서 39명의 환자에서 복강내 공기가 있는 것으로 나타났으며 그 중 대다수(33명)는 특별한 증상이 없었으나 나머지 6명 중 5명은 복막염 증상을 보였다.¹⁰¹ 281명의 중환자실 환자를 대상으로 한 대규모 연구에서도 기복증은 경피내시경위루술 환자의 16% (45/281)에서 나타났으며, 8명의 환자는 경피내시경위루술 후 외과적 또는 내시경적 응급치료가 필요한 것으로 밝혀졌다.¹⁰²

경피내시경위루술을 시행할 때 CO₂를 사용하면 이러한 기복증의 빈도를 줄일 수 있는 것으로 보고되고 있다. Murphy 등¹⁰³의 연구에서 CO₂ 사용시 기복증 발생은 14.3%, 공기를 사용시 기복증 발생은 53.3%로 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 하지만, 복부팽만, 복통이나 팽만감에 대한 visual analogue scale 점수는 차이가 없었다. 일본의 한 연구에 따르면 기복증은 공기를 사용한 군에서만 나타났고 CO₂ 사용 군에서는 나타나지 않았다. 시술 10분, 24시간 후 소장 내 가스의 양은 CO₂ 군에서 유의하게 줄어들었으나 대장 가스의 양은 차이가 없었다.¹⁰⁴

경피내시경위루술 후 발생한 기복증과 관련된 것에 대한 무작위배정연구는 없어 문헌적 근거는 부족하다(Supplementary Fig. 6, Supplementary Table 9). 따라서, 경피내시경위루술을 시행 시 CO₂ 사용을 권고안으로 제시하기는 어렵다. 본 임상진료지침 개발위원회에서는 이 결과를 근거로 '경피내시경위루술시 CO₂ 가스를 사용하면 기복증의 발생을 줄일 수 있다.'는 1차 권고안을 마련하여 전문가 합의도출을 실시하였으나 1차 이메일 설문에서 68.4%가 동의하였고 이에 '전신 상태가 좋지 않은

환자에서 경피내시경위루술을 시행할 때 CO₂ 가스를 사용하면 기복강의 발생을 줄여 이와 관련된 2차 합병증의 발생을 예방할 수 있다.'는 수정 권고안으로 2차 이메일 설문을 진행하였으나 64.7%만이 동의하여 최종 기각되었다. 향후 이에 대한 연구 결과가 축적된 후 재논의가 필요할 것으로 보인다. 또한, 실제 진료현장에서 CO₂ 장비가 갖추어져 시술 시 문제없이 사용할 수 있는지에 대한 시술 환경 조사도 같이 이루어져야 하겠다.

결 론

본 지침은 경피내시경위루술에 관한 국내 첫 임상진료지침으로, 현 국내 실정을 반영하고 근거에 기반한 경피내시경위루술 권고안을 제시하고자 하였다. 그러나 다양한 의료 환경과 많은 임상 고려사항을 포괄하는데 한계가 있었으며, 권고안을 뒷받침할 만한 높은 근거 수준의 국내외 연구가 부족하여 대부분 권고 강도가 약하거나 전문가 합의로 밖에 제시할 수 없었다. 이는 추후 개정작업에 앞서 국내의 보건의료환경을 반영한 경피내시경위루술과 관련된 근거 개발 연구가 절실히 필요함을 반영한다.

이러한 한계에도 불구하고, 실제 적용될 현장의 여러 상황을 고려하는 유연성을 갖추기 위해서 실사용자인 임상의를 대상으로 설문조사를 시행하였으며 근거가 부족한 주제에 대해서 전문가의 토론 과정을 거쳐 임상 유용성을 높이고자 노력했다. 본 임상진료지침을 가 실제 임상현장에서 적용됨으로써, 경피내시경위루술과 관련된 양질의 진료서비스가 이루어지길 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This guideline is being co-published in *The Korean Journal of Gastroenterology* [in Korean] and *Clinical Endoscopy*, and *Gut and Liver* [in English] for the facilitated distribution.

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Supplementary material is available at the Korean Journal of Gastroenterology website (<https://www.kjg.or.kr/>).

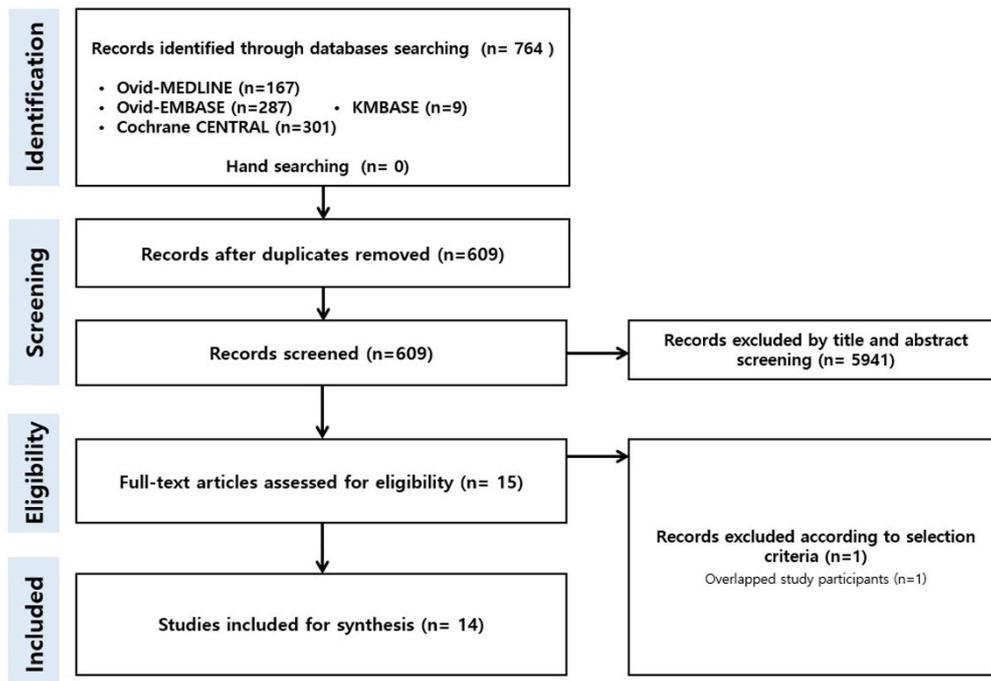
REFERENCES

- Löser C, Aschl G, Hébuterne X, et al. ESPEN guidelines on artificial enteral nutrition—percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG). *Clin Nutr* 2005;24:848-861
- Gauderer MW, Ponsky JL, Izant RJ Jr. Gastrostomy without laparotomy: a percutaneous endoscopic technique. *J Pediatr Surg* 1980;15:872-875.
- Ponsky JL, Gauderer MW. Percutaneous endoscopic gastrostomy: a nonoperative technique for feeding gastrostomy. *Gastrointest Endosc* 1981;27:9-11.
- Lee JM, Park Y, Park JM, et al. New sedatives and analgesic drugs for gastrointestinal endoscopic procedures. *Clin Endosc* 2022; 55:581-587.
- Goudra B, Saumoy M. Anesthesia for advanced endoscopic procedures. *Clin Endosc* 2022;55:1-7.
- Pih GY, Na HK, Hong SK, et al. Clinical outcomes of percutaneous endoscopic gastrostomy in the surgical intensive care unit. *Clin Endosc* 2020;53:705-716.
- Kwon RS, Banerjee S, Desilets D, et al. Enteral nutrition access devices. *Gastrointest Endosc* 2010;72:236-248.
- Hull MA, Rawlings J, Murray FE, et al. Audit of outcome of long-term enteral nutrition by percutaneous endoscopic gastrostomy. *Lancet* 1993;341:869-872.
- Sarkar P, Cole A, Scolding NJ, Rice CM. Percutaneous endoscopic gastrostomy tube insertion in neurodegenerative disease: A retrospective study and literature review. *Clin Endosc* 2017;50: 270-278.
- Jain R, Maple JT, Anderson MA, et al. The role of endoscopy in enteral feeding. *Gastrointest Endosc* 2011;74:7-12.
- Arvanitakis M, Gkolfakis P, Despott EJ, et al. Endoscopic management of enteral tubes in adult patients - Part 1: Definitions and indications. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline*. *Endoscopy* 2021;53:81-92.
- Gkolfakis P, Arvanitakis M, Despott EJ, et al. Endoscopic management of enteral tubes in adult patients - Part 2: Peri- and post-procedural management. *European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline*. *Endoscopy* 2021;53:178-195.
- Higgins JPT, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Sterne JAC. Chapter 8: Assessing risk of bias in a randomized trial. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3. [Internet]. *Cochrane*; 2022 [updated 2022 Feb; cited 2023 Jun 19]. Available from: <https://training.cochrane.org/handbook>.
- Hinneburg I. [ROBINS-1: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions]. *Med Monatsschr Pharm* 2017;40:175-177. German.
- Schünemann H, Brożek J, Guyatt G, Oxman A. GRADE handbook for Grading quality of evidence and strength of recommendations. [Internet]. [updated 2013 Oct; cited 2023 Jun 19]. Available from: <https://gdt.gradepro.org/app/>.
- Geeganage C, Beavan J, Ellender S, Bath PM. Interventions for dysphagia and nutritional support in acute and subacute stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;10:CD000323.
- Goldberg LS, Altman KW. The role of gastrostomy tube placement in advanced dementia with dysphagia: a critical review. *Clin Interv Aging* 2014;9:1733-1739.
- Lee YF, Hsu TW, Liang CS, et al. The efficacy and safety of tube feeding in advanced dementia patients: A systemic review and meta-analysis study. *J Am Med Dir Assoc* 2021;22:357-363.
- Grant JP. Comparison of percutaneous endoscopic gastrostomy with Stamm gastrostomy. *Ann Surg* 1988;207:598-603.
- Grant DG, Bradley PT, Pothier DD, et al. Complications following

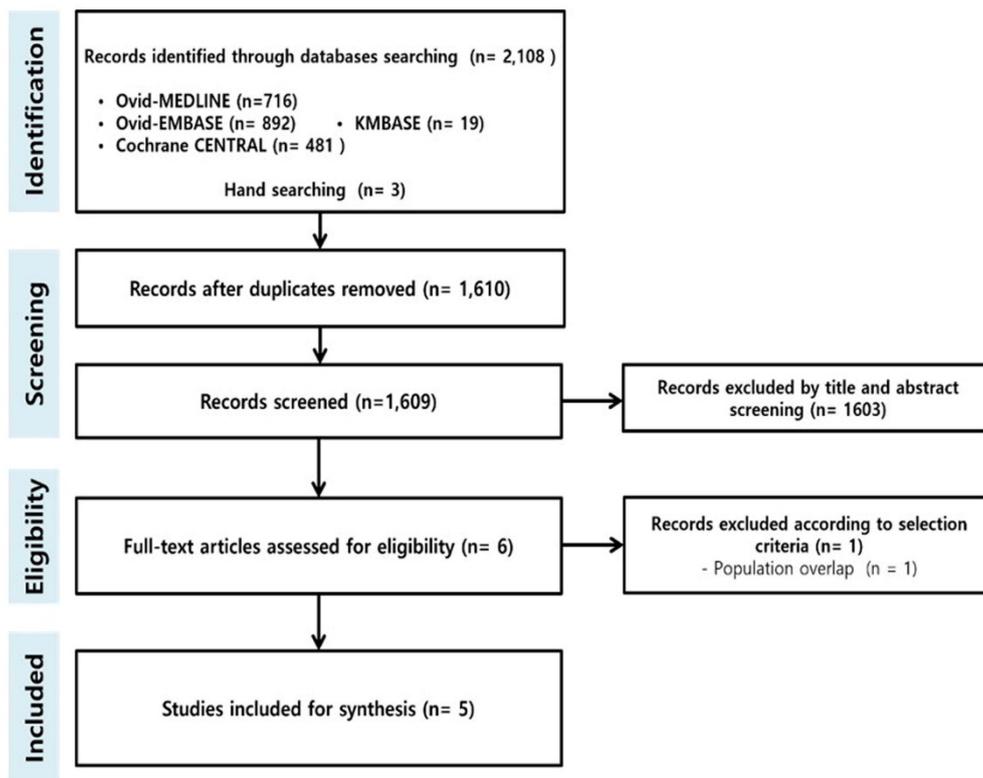
- gastrostomy tube insertion in patients with head and neck cancer: a prospective multi-institution study, systematic review and meta-analysis. *Clin Otolaryngol* 2009;34:103-112.
21. Yuan Y, Zhao Y, Xie T, Hu Y. Percutaneous endoscopic gastrostomy versus percutaneous radiological gastrostomy for swallowing disturbances. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2: CD009198.
 22. Sampson EL, Candy B, Jones L. Enteral tube feeding for older people with advanced dementia. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;2009:CD007209.
 23. Strijbos D, Keszthelyi D, Bogie RMM, et al. A systematic review and meta-analysis on outcomes and complications of percutaneous endoscopic versus radiologic gastrostomy for enteral feeding. *J Clin Gastroenterol* 2018;52:753-764.
 24. Roveron G, Antonini M, Barbierato M, et al. Clinical practice guidelines for the nursing management of percutaneous endoscopic gastrostomy and jejunostomy (PEG/PEJ) in adult patients: An executive summary. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2018;45:326-334.
 25. George BP, Kelly AG, Albert GP, Hwang DY, Holloway RG. Timing of percutaneous endoscopic gastrostomy for acute ischemic stroke: An observational study from the US nationwide inpatient sample. *Stroke* 2017;48:420-427.
 26. Malmgren A, Hede GW, Karlström B, et al. Indications for percutaneous endoscopic gastrostomy and survival in old adults. *Food Nutr Res* 2011 Jul 20. doi: 10.3402/fnr.v55i0.6037.
 27. Bannerman E, Pendlebury J, Phillips F, Ghosh S. A cross-sectional and longitudinal study of health-related quality of life after percutaneous gastrostomy. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2000;12:1101-1109.
 28. Pih GY, Na HK, Ahn JY, et al. Risk factors for complications and mortality of percutaneous endoscopic gastrostomy insertion. *BMC Gastroenterol* 2018;18:101.
 29. Lodin D, Gupta AK, Rubay D, Genuit T, Hus N. The effectiveness of laparoscopic-assisted percutaneous endoscopic gastrostomy in patients with unfavorable anatomy: A single-center retrospective cohort study. *Cureus* 2020;12:e6647.
 30. Bender JS. Percutaneous endoscopic gastrostomy placement in the morbidly obese. *Gastrointest Endosc* 1992;38:97-98.
 31. Lucendo AJ, Sánchez-Casanueva T, Redondo O, Tenías JM, Arias Á. Risk of bleeding in patients undergoing percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) tube insertion under antiplatelet therapy: a systematic review with a meta-analysis. *Rev Esp Enferm Dig* 2015;107:128-136.
 32. Moon SY, Jung MK, Heo J. Endoscopic hemostasis using an over-the-scope clip for massive bleeding after percutaneous endoscopic gastrostomy removal: a case report. *Clin Endosc* 2022;55:443-446.
 33. Lim H, Gong EJ, Min BH, et al. Clinical practice guideline for the management of antithrombotic agents in patients undergoing gastrointestinal endoscopy. *Clin Endosc* 2020;53:663-677.
 34. Wollman B, D'Agostino HB, Walus-Wigle JR, Easter DW, Beale A. Radiologic, endoscopic, and surgical gastrostomy: an institutional evaluation and meta-analysis of the literature. *Radiology* 1995;197:699-704.
 35. Elliott LA, Sheridan MB, Denyer M, Chapman AH. PEG – is the E necessary? A comparison of percutaneous and endoscopic gastrostomy. *Clin Radiol* 1996;51:341-344.
 36. Bankhead RR, Fisher CA, Rolandelli RH. Gastrostomy tube placement outcomes: comparison of surgical, endoscopic, and laparoscopic methods. *Nutr Clin Pract* 2005;20:607-612.
 37. Jonas SK, Neimark S, Panwalker AP. Effect of antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am J Gastroenterol* 1985;80:438-441.
 38. Jain NK, Larson DE, Schroeder KW, et al. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy. A prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Ann Intern Med* 1987;107: 824-828.
 39. Akkersdijk WL, van Bergeijk JD, van Egmond T, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): comparison of push and pull methods and evaluation of antibiotic prophylaxis. *Endoscopy* 1995;27:313-316.
 40. Sturgis TM, Yancy W, Cole JC, Proctor DD, Minhas BS, Marcuard SP. Antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am J Gastroenterol* 1996;91:2301-2304.
 41. Gossner L, Keymling J, Hahn EG, Ell C. Antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): a prospective randomized clinical trial. *Endoscopy* 1999;31:119-124.
 42. Preclik G, Grüne S, Leser HG, et al. Prospective, randomised, double blind trial of prophylaxis with single dose of co-amoxiclav before percutaneous endoscopic gastrostomy. *BMJ* 1999; 319:881-884.
 43. Dormann AJ, Wigglinghaus B, Risius H, et al. Antibiotic prophylaxis in percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG)—results from a prospective randomized multicenter trial. *Z Gastroenterol* 2000;38:229-234.
 44. Panigrahi H, Shreeve DR, Tan WC, Prudham R, Kaufman R. Role of antibiotic prophylaxis for wound infection in percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): result of a prospective double-blind randomized trial. *J Hosp Infect* 2002;50:312-315.
 45. Ahmad I, Mouncher A, Abdoolah A, et al. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy—a prospective, randomised, double-blind trial. *Aliment Pharmacol Ther* 2003;18: 209-215.
 46. Saadeddin A, Freshwater DA, Fisher NC, Jones BJ. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy for non-malignant conditions: a double-blind prospective randomized controlled trial. *Aliment Pharmacol Ther* 2005;22:565-570.
 47. Radhakrishnan NV, Shenoy AH, Cartmill I, et al. Addition of local antiseptic spray to parenteral antibiotic regimen reduces the incidence of stomal infection following percutaneous endoscopic gastrostomy: A randomized controlled trial. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2006;18:1279-1284.
 48. Alessandri F, Strisciuglio C, Borrazzo C, et al. Antibiotic prophylaxis for percutaneous endoscopic gastrostomy in children: A randomised controlled trial. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2021; 72:366-371.
 49. Shastri YM, Hoepffner N, Tessmer A, Ackermann H, Schroeder O, Stein J. New introducer PEG gastrostomy does not require prophylactic antibiotics: multicenter prospective randomized double-blind placebo-controlled study. *Gastrointest Endosc* 2008; 67:620-628.

50. Adachi Y, Akino K, Mita H, et al. Systemic prophylactic antibiotics for the modified introducer method for percutaneous endoscopic gastrostomy: A prospective, randomized, double-blind study. *J Clin Gastroenterol* 2016;50:727-732.
51. Brown DN, Miedema BW, King PD, Marshall JB. Safety of early feeding after percutaneous endoscopic gastrostomy. *J Clin Gastroenterol* 1995;21:330-331.
52. Choudhry U, Barde CJ, Markert R, Gopalswamy N. Percutaneous endoscopic gastrostomy: a randomized prospective comparison of early and delayed feeding. *Gastrointest Endosc* 1996;44:164-167.
53. Unni M, Gumaste V, Dave P, Wasserman D. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): Is it safe to begin feeding in three hours after insertion?. *Gastrointestinal Endoscopy* 1996 Jan 1. doi: 10.1016/S0016-5107(96)80279-3.
54. McCarter TL, Condon SC, Aguilar RC, Gibson DJ, Chen YK. Randomized prospective trial of early versus delayed feeding after percutaneous endoscopic gastrostomy placement. *Am J Gastroenterol* 1998;93:419-421.
55. Stein J, Schulte-Bockholt A, Sabin M, Keymling M. A randomized prospective trial of immediate vs. next-day feeding after percutaneous endoscopic gastrostomy in intensive care patients. *Intensive Care Med* 2002;28:1656-1660.
56. Lee SW, Lee JH, Cho H, et al. Comparison of clinical outcomes associated with pull-type and introducer-type percutaneous endoscopic gastrostomies. *Clin Endosc* 2014;47:530-537.
57. Campoli PM, de Paula AA, Alves LG, Turchi MD. Effect of the introducer technique compared with the pull technique on the peristomal infection rate in PEG: a meta-analysis. *Gastrointest Endosc* 2012;75:988-996.
58. Köhler G, Kalcher V, Koch OO, Luketina RR, Emmanuel K, Spaun G. Comparison of 231 patients receiving either "pull-through" or "push" percutaneous endoscopic gastrostomy. *Surg Endosc* 2015;29:170-175.
59. Maetani I, Tada T, Ukita T, Inoue H, Sakai Y, Yoshikawa M. PEG with introducer or pull method: a prospective randomized comparison. *Gastrointest Endosc* 2003;57:837-841.
60. Ohno T, Ogawa A, Yanai M, et al. The usefulness and safety of the introducer technique using a bumper-button-type device as compared with the pull method for percutaneous endoscopic gastrostomy. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2015;25:e1-e4.
61. Retes FA, Kawaguti FS, de Lima MS, et al. Comparison of the pull and introducer percutaneous endoscopic gastrostomy techniques in patients with head and neck cancer. *United European Gastroenterol J* 2017;5:365-373.
62. Sartori S, Trevisani L, Nielsen I, Tassinari D, Abbasciano V. Percutaneous endoscopic gastrostomy placement using the pull-through or push-through techniques: is the second pass of the gastroscope necessary? *Endoscopy* 1996;28:686-688.
63. Tucker AT, Gourin CG, Ghegan MD, Porubsky ES, Martindale RG, Terris DJ. 'Push' versus 'pull' percutaneous endoscopic gastrostomy tube placement in patients with advanced head and neck cancer. *Laryngoscope* 2003;113:1898-1902.
64. Van Dyck E, Macken EJ, Roth B, Pelckmans PA, Moreels TG. Safety of pull-type and introducer percutaneous endoscopic gastrostomy tubes in oncology patients: a retrospective analysis. *BMC Gastroenterol* 2011;11:23.
65. Fung E, Strosberg DS, Jones EL, et al. Incidence of abdominal wall metastases following percutaneous endoscopic gastrostomy placement in patients with head and neck cancer. *Surg Endosc* 2017;31:3623-3627.
66. Siu J, Fuller K, Nadler A, et al. Metastasis to gastrostomy sites from upper aerodigestive tract malignancies: a systematic review and meta-analysis. *Gastrointest Endosc* 2020;91:1005-1014.e17.
67. Burney RE, Bryner BS. Safety and long-term outcomes of percutaneous endoscopic gastrostomy in patients with head and neck cancer. *Surg Endosc* 2015;29:3685-3689.
68. Wei MT, Ahn JY, Friedland S. Over-the-scope clip in the treatment of gastrointestinal leaks and perforations. *Clin Endosc* 2021;54:798-804.
69. Macedo C, Almeida N, Alves AR, Ferreira AM, Figueiredo P. Persistent peristomal leakage from percutaneous endoscopic gastrostomy successfully treated with argon plasma coagulation. *GE Port J Gastroenterol* 2021;28:210-214.
70. Stanich PP, Sklaw B, Krishna SG. Persistent peristomal leakage from percutaneous endoscopic gastrostomy successfully treated with endoscopic suturing. *Endoscopy* 2013;45 Suppl 2 UCTN:E394.
71. McClave SA, Chang WK. Complications of enteral access. *Gastrointest Endosc* 2003;58:739-751.
72. Itkin M, DeLegge MH, Fang JC, et al. Multidisciplinary practical guidelines for gastrointestinal access for enteral nutrition and decompression from the Society of Interventional Radiology and American Gastroenterological Association (AGA) Institute, with endorsement by Canadian Interventional Radiological Association (CIRA) and Cardiovascular and Interventional Radiological Society of Europe (CIRSE). *Gastroenterology* 2011;141:742-765.
73. Westaby D, Young A, O'Toole P, Smith G, Sanders DS. The provision of a percutaneously placed enteral tube feeding service. *Gut* 2010;59:1592-1605.
74. Toussaint E, Van Gossum A, Ballarin A, Arvanitakis M. Enteral access in adults. *Clin Nutr* 2015;34:350-358.
75. Siau K, Troth T, Gibson E, Dhanda A, Robinson L, Fisher NC. How long do percutaneous endoscopic gastrostomy feeding tubes last? A retrospective analysis. *Postgrad Med J* 2018;94:469-474.
76. Bischoff SC, Austin P, Boeykens K, et al. ESPEN guideline on home enteral nutrition. *Clin Nutr* 2020;39:5-22.
77. Metussin A, Sia R, Bakar S, Chong VH. Foley catheters as temporary gastrostomy tubes: Experience of a nurse-led service. *Gastroenterol Nurs* 2016;39:273-277.
78. Schrag SP, Sharma R, Jaik NP, et al. Complications related to percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) tubes. A comprehensive clinical review. *J Gastrointest Liver Dis* 2007;16:407-418.
79. Anderloni A, Di Leo M, Barzaghi F, et al. Complications and early mortality in percutaneous endoscopic gastrostomy placement in lombardy: A multicenter prospective cohort study. *Dig Liver Dis* 2019;51:1380-1387.
80. El AZ, Arvanitakis M, Ballarin A, Devière J, Le Moine O, Van Gossum A. Buried bumper syndrome: low incidence and safe

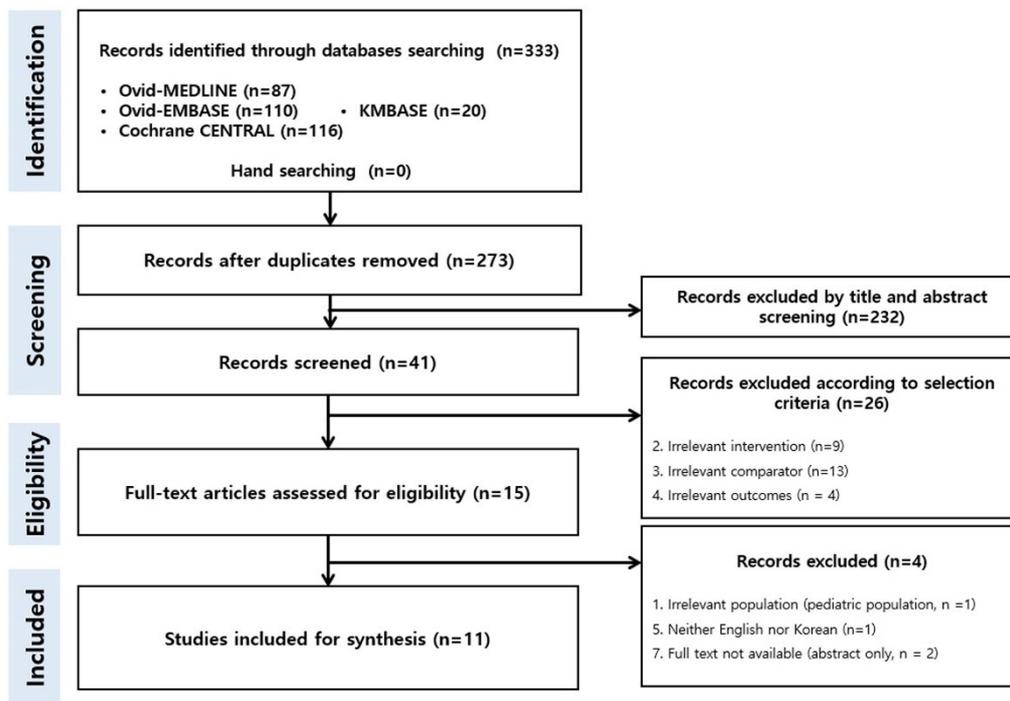
- endoscopic management. *Acta Gastroenterol Belg* 2011;74:312-316.
81. Cyrany J, Rejchrt S, Kopacova M, Bures J. Buried bumper syndrome: A complication of percutaneous endoscopic gastrostomy. *World J Gastroenterol* 2016;22:618-627.
 82. McClave SA, Jafri NS. Spectrum of morbidity related to bolster placement at time of percutaneous endoscopic gastrostomy: buried bumper syndrome to leakage and peritonitis. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 2007;17:731-746.
 83. Casper M, Lammert F. How to improve success rates of endoscopic management for buried bumper syndrome. *QJM* 2018;111:467-472.
 84. Mueller-Gerbes D, Hartmann B, Lima JP, et al. Comparison of removal techniques in the management of buried bumper syndrome: a retrospective cohort study of 82 patients. *Endosc Int Open* 2017;5:E603-E607.
 85. Boeykens K, Duysburgh I. Prevention and management of major complications in percutaneous endoscopic gastrostomy. *BMJ Open Gastroenterol* 2021;8:e000628.
 86. Nishiwaki S, Araki H, Fang JC, et al. Retrospective analyses of complications associated with transcutaneous replacement of percutaneous gastrostomy and jejunostomy feeding devices. *Gastrointest Endosc* 2011;74:784-791.
 87. Lisotti A, Teci E, Cali A, et al. Percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) tube home replacement – Prospective evaluation of a standardized protocol. *Endoscopy* 2019;51:S84.
 88. Jo IH, Kim HH, Choi MG, et al. Analysis of risk factors for early tube exchange in percutaneous endoscopic gastrostomy. *Korean J Helicobacter Up Gastrointest Res* 2014;14:261-267.
 89. Lee CG, Kang HW, Lim YJ, et al. Comparison of complications between endoscopic and percutaneous replacement of percutaneous endoscopic gastrostomy tubes. *J Korean Med Sci* 2013;28:1781-1787.
 90. Sbeit W, Kadah A, Shahin A, Shbat S, Sbeit M, Khoury T. Scheduled percutaneous endoscopic gastrostomy tube replacement did not reduce PEG-related complications. *Scand J Gastroenterol* 2021;56:1386-1390.
 91. Korula J, Harma C. A simple and inexpensive method of removal or replacement of gastrostomy tubes. *JAMA* 1991;265:1426-1428.
 92. Merrick S, Harnden S, Shetty S, Chopra P, Clamp P, Kapadia S. An evaluation of the "cut and push" method of percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG) removal. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2008;32:78-80.
 93. Pearce CB, Goggin PM, Collett J, Smith L, Duncan HD. The 'cut and push' method of percutaneous endoscopic gastrostomy tube removal. *Clin Nutr* 2000;19:133-135.
 94. Kejarawal D, Bromley D, Miao Y. The "cut and push" method of percutaneous endoscopic gastrostomy tube removal in adult patients: the Ipswich experience. *Nutr Clin Pract* 2009;24:281-283.
 95. Agha A, AlSaudi D, Furnari M, et al. Feasibility of the cut-and-push method for removing large-caliber soft percutaneous endoscopic gastrostomy devices. *Nutr Clin Pract* 2013;28:490-492.
 96. Macchini F, Zanini A, Farris G, et al. Infant percutaneous endoscopic gastrostomy: Risks or benefits? *Clin Endosc* 2018;51:260-265.
 97. Lim YJ, Yang CH. Technique, management and complications of percutaneous endoscopic gastrostomy. *Korean J Gastrointest Endosc* 2009;39:119-124.
 98. Gottfried EB, Plumser AB, Clair MR. Pneumoperitoneum following percutaneous endoscopic gastrostomy. A prospective study. *Gastrointest Endosc* 1986;32:397-399.
 99. Allen AI, Vaughan J, Cauthen A, Long E. Evaluation of a trial of a desufflation technique to decrease the rate of postoperative pneumoperitoneum after percutaneous endoscopic gastrostomy. *Am Surg* 2017;83:e398-e399.
 100. Park WY, Lee TH, Lee JS, et al. Reappraisal of pneumoperitoneum after percutaneous endoscopic gastrostomy. *Intest Res* 2015;13:313-317.
 101. Blum CA, Selander C, Ruddy JM, Leon S. The incidence and clinical significance of pneumoperitoneum after percutaneous endoscopic gastrostomy: a review of 722 cases. *Am Surg* 2009;75:39-43.
 102. Nazarian A, Cross W, Kowdley GC. Pneumoperitoneum after percutaneous endoscopic gastrostomy among adults in the intensive care unit: incidence, predictive factors, and clinical significance. *Am Surg* 2012;78:591-594.
 103. Murphy CJ, Adler DG, Cox K, Sommers DN, Fang JC. Insufflation with carbon dioxide reduces pneumoperitoneum after percutaneous endoscopic gastrostomy (PEG): a randomized controlled trial. *Endosc Int Open* 2016;4:E292-E295.
 104. Nishiwaki S, Araki H, Hayashi M, et al. Inhibitory effects of carbon dioxide insufflation on pneumoperitoneum and bowel distension after percutaneous endoscopic gastrostomy. *World J Gastroenterol* 2012;18:3565-3570.



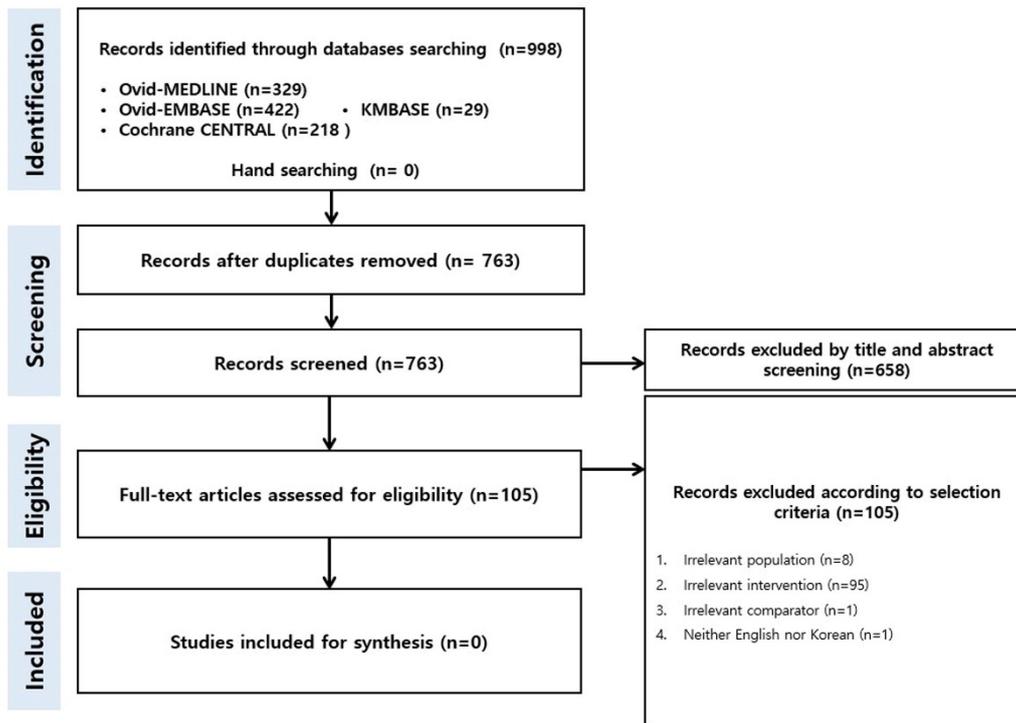
Supplementary Fig. 1. PRISMA flow diagram of prophylactic antibiotic use.



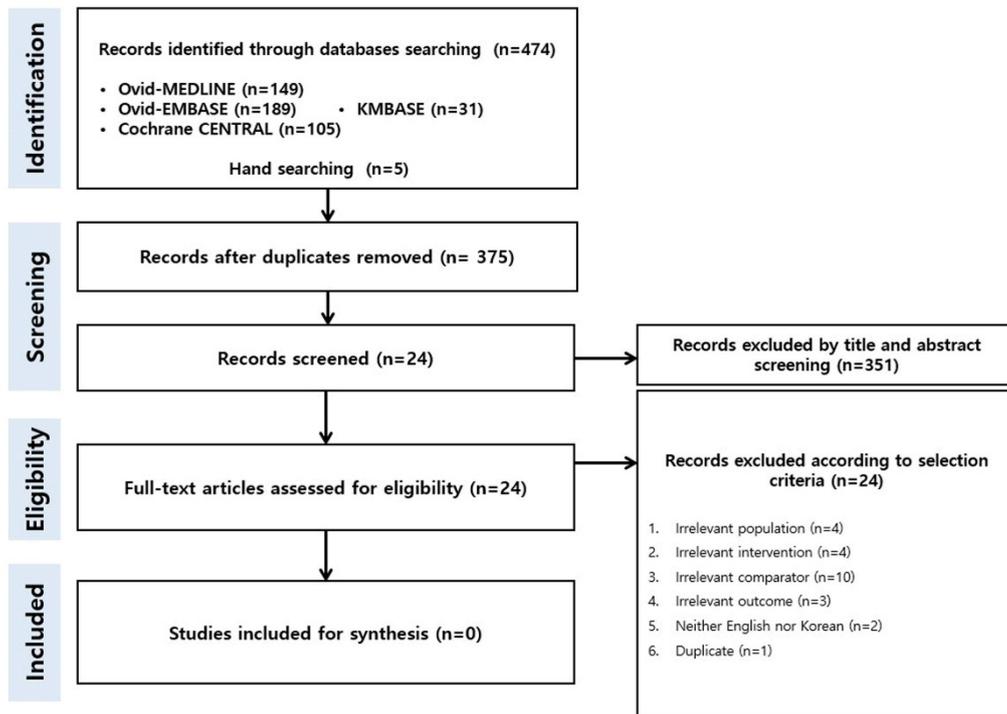
Supplementary Fig. 2. PRISMA flow diagram of timing of feeding.



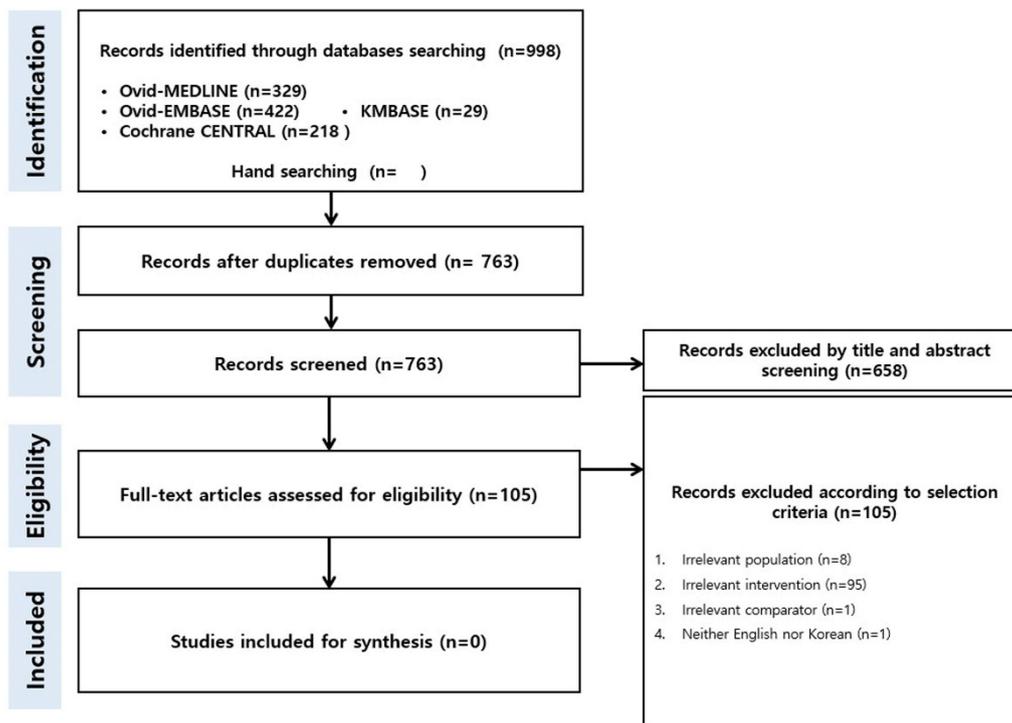
Supplementary Fig. 3. PRISMA flow diagram of percutaneous endoscopic gastrostomy techniques.



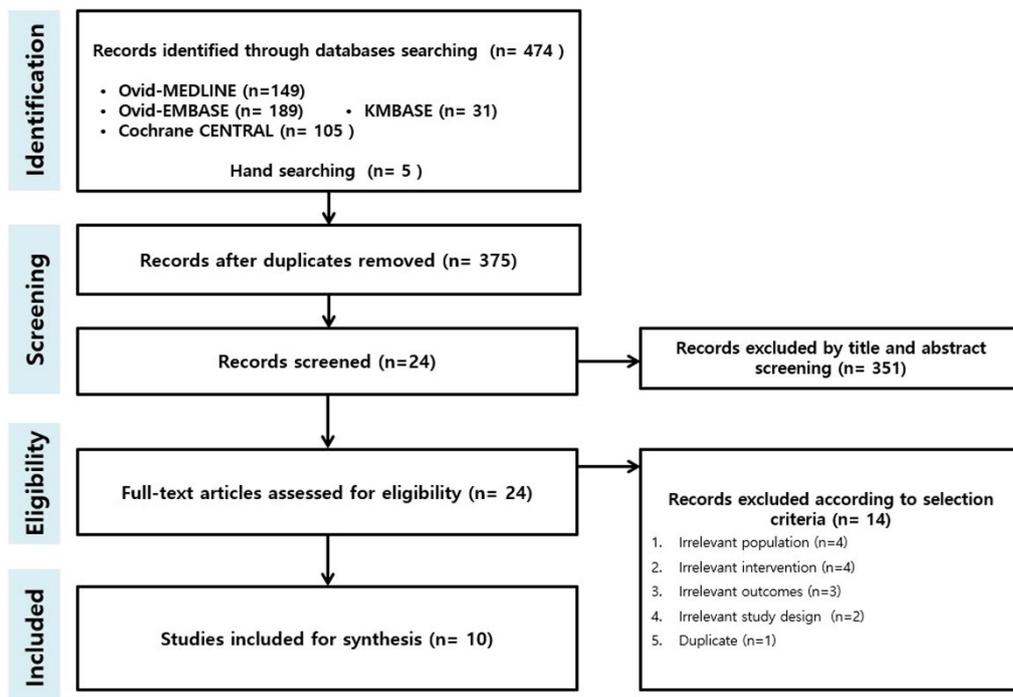
Supplementary Fig. 4. PRISMA flow diagram of peristomal leakage.



Supplementary Fig. 5. PRISMA flow diagram of gastrostomy tube breakage, occlusion, dislodgement, or degradation.



Supplementary Fig. 6. PRISMA flow diagram of the management of adverse events.



Supplementary Fig. 7. PRISMA flow diagram of replacement or removal of gastrostomy tube.

Supplementary Table 1. Committee for the development of clinical practice guidelines for percutaneous endoscopic gastrostomy

Title	Name	Institution	Comments
Team leader	Moon Kyung Joo	Korea University College of Medicine	
Co-secretary	Chung Hyun Tae	Ewha Womans University College of Medicine	
Co-secretary	Ju Yup Lee	Keimyung University School of Medicine	
Member	Chan Hyuk Park	Hanyang University College of Medicine	
Member	Eun Jeong Gong	Hallym University College of Medicine	
Member	Cheol Min Shin	Seoul National University Bundang Hospital	
Member	Hyun Lim	Hallym University College of Medicine	
Member	Hyuk Soon Choi	Korea University College of Medicine	
Member	Sang Hoon Kim	Dongguk University Ilsan Hospital	Korean College of Helicobacter and Upper Gastrointestinal Research – Metabolism, Obesity & Nutrition Research Group
Member	Chul Hyun Lim	The Catholic University of Korea College of Medicine	Korean Society of Gastrointestinal Endoscopy - The Research Group for Endoscopes and Devices
Consultant	Miyoung Choi	National Evidence-based Health Care Collaborating Agency	Expert methodologist

Supplementary Table 2. Summary of the evidence for prophylactic antibiotics

First author	Publication year	Country	Study period	Population (adults vs. children)	Major indications for PEG	Number of participants	PEG method	IV antibiotics	Control	Follow-up, days	Antibiotics-related adverse event (n)
Jonas	1985	USA	1982–1984	N/A	Swallowing dysfunction, head and neck cancer	33	Pull	Cefoxitin	Placebo	≥4	N/A
Jain	1987	USA	1984–1986	N/A	Swallowing dysfunction, oropharyngeal cancer	55	Pull	Cefazolin	Placebo	2–7	N/A
Akkersdijk	1995	Netherlands	N/A	N/A	Swallowing dysfunction, oropharyngeal cancer	69	Pull	Amoxicillin/Clavulanic acid	No antibiotics	30	N/A
Sturgis	1996	USA	1994–1995	N/A	Neurological diseases, malignancy	61	Pull	Cefazolin	Placebo	7	N/A
Gossner	1999	Germany	1993–1995	N/A	Swallowing dysfunction, obstruction	307	Pull	Cefotaxime or Piperacillin/Tazobactam	No antibiotics	7	N/A
Preclik	1999	Germany	N/A	Adults	Swallowing dysfunction, oropharyngeal or esophageal cancer	84	Pull	Amoxicillin/Clavulanic acid	Placebo	≥7	Antibiotics group: nausea (1), seizure (1) Placebo group: vomiting (1), suspected allergic exanthema (1)
Dormann	2000	Germany	N/A	Adults	Swallowing dysfunction, malignancy	216	Pull	Ceftriaxone	No antibiotics	10	N/A
Panigrahi	2002	UK	N/A	Adults	Swallowing dysfunction, malignancy	58	Pull	Amoxicillin/Clavulanic acid	Placebo	7, 28	N/A
Ahmad	2003	UK	N/A	Adults	Swallowing dysfunction, oropharyngeal cancer	66	Pull	Cefuroxime	Placebo	7	Antibiotics group: C. difficile-associated diarrhea (3) Placebo group: C. difficile-associated diarrhea (0)
Saadeddin	2005	UK	2001–2003	Adults	Swallowing dysfunction	83	Pull	Amoxicillin/Clavulanic acid	Placebo	≥7	N/A
Radhakrishnan	2006	UK	1999–2004	N/A	Swallowing dysfunction	62	Pull	Cefuroxime	No antibiotics	7	N/A
Shastri	2008	Germany	2003–2007	N/A	Malignancy	93	Push	Ceftriaxone	Placebo	7	N/A
Adachi	2016	Japan	2009–2013	N/A	Swallowing dysfunction	90	Push	Ampicillin/Sulbactam	Placebo	7	N/A
Alessandri	2021	Italy	2014–2019	Children	Swallowing dysfunction	49	Pull	Amoxicillin/Clavulanic acid	Placebo	14	Antibiotics group: none Placebo group: none

N/A, not applicable.

Supplementary Table 3. Summary of the evidence for the timing of feeding

First author	Publication year	Country	Study period	Study design	Definition		Number of participants		Follow-up, days	Adverse events (%)	Mortality within 72 hours (%)	Significant increase of residual volume (%)
					Early feeding	Late feeding	Early feeding	Late feeding				
Brwon	1995	US	N/A	RCT	<3 hours	Next day	27	30	>14	5 (8.8)	0	N/A
Choudhry	1996	US	1993'11–1995'4	RCT	<3 hours	After 24 hours	21	20	3	3 (7.3)	1 (2.4)	3 (7.3)
Unni	1996	US	N/A	RCT	<3 hours	After 24 hours	10	10	1	0	N/A	0
McCarter	1998	US	N/A	RCT	<4 hours	After 24 hours	57	55	30	12 (10.7)	1 (0.9)	19 (17.0)
Stein	2002	Germany	1997'1–1997'12	RCT	<1 hour	After 24 hours	40	40	3	12 (15.0)	5 (6.3)	24 (30.0)

N/A, not applicable; RCT, randomized controlled trial.

Supplementary Table 4. Summary of the evidence for the type of gastrostomy tube (patients without upper aerodigestive tract cancers)

First author	Publication year	Country	Study period	Study design	Major indications for PEG	Number of participants	Pull method	Push method	Success rate		Complication rates	
									Pull method	Push method	Pull method	Push method
Ohno	2015	Japan		Observational		113	22	91				
Retes	2017	Brazil	2008-2013	Observational	Head and neck cancer	309	172	137	N/A	N/A	Early: 13 (7.6%) Late: 42 (24.4%)	Early: 5 (3.6%) Late: 40 (29.2%)
Dyck	2011	Belgium	2006–2008	Observational	Head and neck or esophageal malignancies	57	33	24	33 (100%)	20 (83%)	Early: 4 (12%) Mortality: 0 (0%)	Early: 11 (48%) Mortality: 2 (8%)
Tucker	2003	USA	1999–2001	Observational	Head and neck cancer	79	50	29	N/A	N/A	15 (30%)	0 (0%)
Kohler	2015	Austria	2009–2012	Observational		231	131	100			Overall complication rate: 28 (21.4%)	Overall complication rate: 33 (33%)
Campoli	2012	Brazil		Meta-analysis		2,336 from 6 comparative and 10 observation all studies			N/A	N/A	Dislocation of the tube: 5 (3.8%) Occlusion of the PEG: 1 (0.8%)	Dislocation of the tube: 12 (1.2%) Occlusion of the PEG: 10 (1.0%)
Lee	2014	Korea	2009.1–2012.6	Observational	Neurologic disease (58.7%), malignancy (21.7%), other indications (19.6%)	141	77	58	Overall success rate: 96.5%	1/77 (1.2%)	29/71 (40.8%)	25/54 (46.3%)
Sartori	1996	Italy		Observational		80	39	41	100%	100%	1/39 (2.6%)	1/41 (2.4%)
Maetani	2003	Japan	1999.9–2002.5	Observational	Patients with dysphagia	58	29	29	100%	100%	Peristomal infection: 9 (31.0%)	Peristomal infection: 0
Pih	2018	Korea	2005–2015	Observational		411	139	262	N/A	N/A	30-day mortality: 8 (5.8%)	30-day mortality: 12 (4.6%)

N/A, not applicable; PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy; OR, odds ratio; CI, confidence interval.

Supplementary Table 5. Summary of the evidence for the type of gastrostomy tube (patients with upper aerodigestive tract cancers)

First author	Publication year	Country	Study period	Population (adults vs. children)	Major indications for PEG	Number of participants	Pull method	Push method	PEG metastasis rates	
									Pull method	Push method
Siu	2020	USA	to 2019	Adults (age ≥18 years)	UADT malignancies	10,388 from 98 Studies	7,887	2,501	0.56% (95% CI: 0.40–0.79%)	0.29% (95% CI: 0.15–0.55%)
Fung	2017	USA	1/5/2009–12/22/2014	adults	Head and neck malignancy	777	777	-	5 (1 stromal metastasis, 4 radiologically detected either on CT or PET)	-

PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy; UADT, upper aerodigestive tract; CI, confidence interval; CT, computed tomography; PET, positron emission tomography.

Supplementary Table 6. Summary of the evidence for the endoscopic treatment of buried bumper syndrome

First author	Year	Country	Study period	Study design	Number of participants	Comparison	Main outcome
Casper	2018	Germany	2000–2015	Retrospective and Prospective cohort	Retrospective 25 Prospective 4	N/A	Patients with partial buried bumper syndrome were effectively treated by endoscopy in both cohorts (24/25 and 4/4 patients respectively). For complete buried bumper syndrome (Cyrany grade 3) success rates of endoscopic therapy differed significantly between the cohorts (p=0.017)
Mueller-Geibes	2017	Germany	2002–2013	Retrospective cohort	82	Bougie, grasp, needle-knife, papillotome	No AEs were observed in 70 patients (85.4%). Bleeding occurred in seven patients (31.8%) after cutting with a needle-knife papillotome and in one patient (8.3%) after grasping. No bleeding was recorded after using a standard papillotome or a bougie (p<0.05). Ten of 22 patients (45.5%) treated with the needle-knife had a serious AE and one patient died (4.5%).
El Ali	2011	Belgium	2002–2009	Retrospective cohort	879	N/A	Only eight patients (8/879; 0.9%) developed BBS. Five patients underwent successful treatment with Cruciform mucosal incisions with needle-knife. No complications were observed
Downman	2015	UK	2009–2013	Retrospective	58	Corflo vs. Freika PEG tube	Increased risk of buried bumper syndrome with Freika PEG tubes when compared to Corflo PEG tubes.

N/A, not applicable; AE, adverse event; PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy.

Supplementary Table 7. Summary of the evidence for the replacement of gastrostomy tube

First author and year	Country	Study period	Study design	Timing of replacement	Number of participants	Number of total replacements	Tube type	Method of replacement	Number of routine or short interval replacements	Number of on-demand or long interval replacements	Main outcomes	Comparison (routine vs. on-demand)
Nishiwaki 2011	Japan	2000–2010	Retrospective	Routine replacement (4–8 months) or on-demand	317	1,092	Internal bloster	Percutaneous traction	1070	22	13 complications associated with replacement (1.2%); fistular disruption: 8 (0.7%), hemorrhage: 4 (0.4%); device breakage: 1 (0.1%)	No differences in complications between routine and on-demand placement (data not presented)
Lee 2013	Korea	2008–2012	Retrospective	Routine replacement or on-demand	330	N/A	Internal bloster	Percutaneous (154), endoscopic (176)	264	66 (37: PEG site infection, 14: leakage)	1) Immediate complication 16 (4.8%); laceration 13 (3.9%); bleeding 2 (0.1%), perforation 1 (0.03%). 2) Late complications 8 (2.4%); infection 5 (1.5%), leakage 3 (0.95)	Short interval of replacement (≤ 6 months) shows higher mechanical complication than long interval (> 6 months): 11 (6.3%) vs. 3 (1.9%)
Jo 2014	Korea	2009–2014	Retrospective	On-demand	72 (30: displacement, 22: obstruction, 10: leakage, 8: PEG site infection)	N/A	Internal bloster	N/A	57 (early replacement)	15 (late replacement)	The 'early exchange' group had a lower BMI than 'late exchange' group (19.7 \pm 3.57 vs. 22.4 \pm 3.87). Reason of replacement was not different between two groups.	Replacement associated complications were not analyzed between the two groups (Reason of replacement is analyzed).
Lisotti 2019	Italy	2016–2018	Prospective cohort	Routine replacement or on-demand	99	234	Balloon type	N/A	203	31	Among 203 elective tube placements, 197 (97.0%) have been performed at home. No adverse events were reported.	Comparison between routine vs. on-demand replacement was not presented.

Supplementary Table 7. Continued

First author and year	Country	Study period	Study design	Timing of replacement	Number of participants	Number of total replacements	Tube type	Method of replacement	Number of routine or short interval replacements	Number of on-demand or long interval replacements	Main outcomes	Comparison (routine vs. on-demand)
Sbeitz 2021	Israel	Not presented	Retrospective	On-demand	48 (leak: 20, obstruction: 10, dislodgement: 18)	N/A	Bumper type or balloon type	N/A	22	26	No difference of PEG-related long-term complication (leak: 8/22 vs. 12/26, p=0.057; obstruction: 5/22 vs. 5/26, p=0.72; dislodgement: 9/22 vs. 9/.26, p=0.76) between replacement within 6 vs. beyond 6 months.	Replacement associated complications are not presented between two groups (Reason of replacement is analyzed).

PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy; BMI, body mass index; N/A, not applicable.

Supplementary Table 8. Summary of the evidence for removing gastrostomy tube using the "cut-and-push" technique

First author	Year	Country	Study period	Study design	Number of participants	Type of tube (size not presented)	Number of "cut and push" method	Number of endoscopic removal	Follow-up protocol	Follow-up duration	Main results	Comparison between "cut and push" technique vs. endoscopic removal
Korula	1991	USA	1988–1990	Prospective cohort	64	Internal bloster (size not presented)	63	1	Radiographs of abdomen on 7 to 14 days after tube placement	4–200 days	Radiograph was taken in 57; complete elimination of tube: 84% (48/57), tube in colon: 14% (8/57) → one in stool. Radiograph was not taken in 14; one in stool. Tube retention and additional endoscopic removal in one patient (1.6%, 1/63)	N/A
Pearce	2000	UK	1995–1999	Retrospective	80	9–15 Fr.	73	7	No routine radiographs	Not presented	Two (2.7%) complications in "cut and push" group: stuck in abdominal wall, abdominal pain	N/A (complication of endoscopic removal was not presented)
Merrick	2008	UK	Not presented	Prospective cohort	42	Internal bloster, 15 Fr.	42	0	Radiographs of abdomen on day 7 and 14 after tube placement	7–14 days	41 (97.6%) passed the remnant by day 8 and all by day 14. No adverse events occurred.	N/A
Kejarawal	2009	UK	2002–2007	Retrospective	89	Internal bloster, 15 Fr.	89	0	No routine radiographs	26.8 months (1–66)	No minor and major complications	N/A
Agha	2013	Italy	2009–2011	Prospective cohort	79	Internal bloster, 20 Fr. (57), 24 Fr. (22)	79	0	No routine radiographs	Up to 12 months	74 (93.6%) tubes passed through the intestine within 7 days. No serious complications were reported.	N/A

N/A, not applicable.

Supplementary Table 9. Summary of the evidence for the effects of CO₂ gas

First author	Year	Country	Study period	Study design	Number of participants	Comparison	Main outcome
Allen	2017	Georgia	2015–2016	Retrospective	257	Desufflation vs. No desufflation	PNP rate on POD1 in CXR: Desufflation Group 14.8%, No desufflation group 7.9%, $p>0.05$
Murphy	2016	USA	2012–2014	Prospective, double-blind, Randomized trial	35	CO ₂ vs. air	PNP 2/14 (14.3%) using CO ₂ and 8/15 (53.3%) using ambient air ($p=0.05$). No significant difference in abdominal distention. VAS scores for pain or bloating between CO ₂ and ambient air.
Nishiwaki	2012	Japan	2009–2011	Comparative Study Randomized Controlled Trial	60	CO ₂ vs. air	PNP was observed only in the air group but not in the CO ₂ group ($p=0.003$). The evaluation of bowel distension on abdominal X ray revealed a significant decrease of small bowel distension in the CO ₂ group compared to the air group ($p<0.001$) at 10 min and 24 h after PEG, whereas there was no significant difference in large bowel distension between the two groups.
Gottfried	1986	USA	1982–1983	Observational	24	N/A	Nine patients (38%) developed radiologic PNP. Five patients (21%) had gross evidence of PNP, three patients had more subtle findings of small amounts of free air, and one patient had free air found by CT scan. No patient developed signs or symptoms of peritoneal inflammation.

PNP, pneumoperitoneum; POD, post-operative day; CXR, chest X-ray; PEG, percutaneous endoscopic gastrostomy; CT, computed tomography; N/A, not applicable; VAS, visual analog scale.