수술 후 회복 향상 프로그램의 시행: 수술 관련 요소

황 대 욱

울산대학교 의과대학 서울아산병원 간담도췌외과

Enhanced recovery after surgery: operation-related factors

Dae Wook Hwang, MD

Division of Hepatobiliary and Pancreatic Surgery, Department of Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Background: The enhanced recovery after surgery (ERAS) program, which has been recently introduced in the field of perioperative care, represents a multimodal strategy to attenuate the loss, and improve the restoration, of functional capacity after surgery. This program aims to reduce morbidity and enhance recovery by reducing surgical stress, optimizing pain control, and facilitating early resumption of an oral diet and early mobilization. Considering this perspective, protocols for enhanced recovery should include comprehensive and evidence-based guidelines for best perioperative care. Appropriate protocol implementation may reduce complication rates and enhance functional recovery and thereby reduce the duration of hospitalization.

Current Concepts: In major abdominal surgeries, the recommended ERAS protocols involve common items such as preoperative counseling, preoperative optimization, prehabilitation, preoperative nutrition, fasting and carbohydrate loading, bowel preparation, thromboprophylaxis, antimicrobial prophylaxis, surgical access, drainage, nasogastric intubation, urinary drainage, early mobilization and prevention of postoperative ileus, postoperative glycemic control, and postoperative nutritional care. These items have been briefly reviewed with the relevant evidence.

Discussion and Conclusion: ERAS is a comprehensive and evidence-based guideline for optimal perioperative care. Although a number of ERAS items still require high-level evidence through well-designed randomized controlled trials, the ERAS guidelines can serve as adequate recommendations for our practice. Thus, these items can be introduced and adopted with evidence. In addition, it is important to remove items that are not supported by evidence from routine procedures.

Key Words: Enhanced recovery after surgery; Evidence based medicine; Perioperative care

Received: October 20, 2021 Accepted: November 10, 2021

Corresponding author: Dae Wook Hwang

E-mail: dwhwang@amc.seoul.kr

© Korean Medical Association

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 use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

수술의 결과를 향상시키기 위해 수술 및 수술 전후 처치를 일관되게 진행하고, 이를 표준화 하려는 노력은 이미 오래 전부터 꾸준히 이루어져 왔다. 여기에 1990년대 이후 제시 되기 시작한 근거중심의학이 더해지면서, 이전까지 받아들

여져 왔던 경험중심의 수술 전후 처치에서 근거에 기반한 처치로 변화가 일어나기 시작했다[1]. 하부위장관(colorectal) 수술에서부터 시작된 이러한 흐름은 곧이어 비뇨기와, 흉부외과, 혈관외과 및 정형외과 수술로 확대되었고, 2010년 이후 Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society에 의해 각 수술 분야별로 권고안이 발표되면서 더 널리, 더 빠르게 알려지게 되었다[2-5].

일반적으로 수술 후 회복 향상 프로그램(enhanced recovery after surgery, ERAS)의 의미를 수술 후 재원기간의 단축으로 국한하여 이해하는 경향이 있는데, 이는 적절치 않다. 오히려 ERAS는 근거에 기반하여 수술과 연관된 여러 항목들을 실제 환자처치에 적용하거나 불필요한 처치를 배제함으로써 수술 전후 외과적 스트레스를 줄이고, 수술 후 생리적 기능의 유지를 도모하며, 이를 통해 수술 후 회복을 촉진하고 일상생활로 빠르게 복귀하도록 하는 것이 주목적이다. 부가적으로 합병증의 감소, 재원기간의 단축 및 의료비용의 감소와 같은 긍정적인 효과가 함께 동반됨을 여러 연구를 통해 알 수 있다[6-8].

이러한 기본적인 이해를 바탕으로 이 논문에서는 Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society에서 발표된 주요복부수술(췌십이지장절제술, 간절제술, 위절제술 및 대장직장절제술)의 권고안들에서 수술과 직간접으로 연관된 공통요소들을 살펴보고자 한다[4,5,9,10].

ERAS의 수술 관련 요소

1. 수술 전 교육과 상담

종합적인 수술 전 교육과 상담은 크게 두 가지 효과를 기대할 수 있는데, 첫째는 수술과 마취에 대한 정확한 정보를 전달함으로써 환자의 수술과 마취에 대한 불안을 줄이고 이로 인한 동통을 감소시킨다[11,12]. 둘째, 환자중심의 자세하고 해당 수술에 특화된 정보전달을 통해 환자의 준비 정도, 만족감 및 전반적인 수술에 대한 경험을 상당 수준 향상시킨다[13,14]. 따라서 단순한 인쇄물에 의존하기보다 다학제적 접근 및 멀티미디어를 적극 활용한 환자교육과 상담은

ERAS를 시행하는 데 있어 첫 번째 요소이다.

2. 수술 전 위험도 평가, 금연 및 금주

수술 전 위험도를 평가하는 매우 다양한 방법들이 지금껏 소개되어 왔으나, 그 근거수준이 높은 것은 드물어 실제 적용에는 제한이 있는 것이 사실이다. 하지만 수술 전 영양평가를 통해 고위험영양불량 환자를 미리 확인하고 수술에 앞서 영양중재를 시행하여 전반적인 합병증 발생을 줄이고, 4주 이상 금연하도록 함으로써 호흡기합병증에 더불어 상처치유 지연 등을 방지하며, 금주를 통한 감염성 합병증 발생률의 감소를 가져오는 것과 같은 대표적인 내용들은 이미 여러 연구들을 통해 잘 알려져 있다[15-17]. 따라서 이러한 기본적인 사항에 대한 준비가 누락되지 않도록 표준화된 프로토콜을 마련할 필요가 있다.

3. 수술 전 재활

수술 전 불량한 신체상태는 수술 후 심각한 합병증의 발생 및 장기간의 장애와 깊이 연관되어 있다[18]. 이를 위해 도입된 개념인 선행재활(prehabilitation)은 진단부터 급성기 치료(수술, 항암치료, 방사선치료 등) 사이의 연속선상에서 이루어지는 처치로서, 신체적, 영양학적, 정신과적 평가를 통해 환자의 기저수준과 기왕의 손상을 확인함과 동시에 추후 발생할 손상의 발생빈도와 심각성을 낮추기 위해 제공하는 중재적인 처치를 의미한다[19]. 따라서 수술에 앞서 신체적인, 생리적인 예비 정도를 향상시켜 수술 위험도를 낮출 수 있는 좋은 방법으로 생각되고 있으나, 아직 그 근거수준은 낮은 실정이다.

4. 수술 전 영양관리

수술 전 영양불량은 단기적으로 수술합병증 및 수술사망률을 증가시킬 뿐 아니라, 장기적으로 소화기계 암의 수술에서 불량한 종양학적 예후를 보인다[20,21]. 이에 영양선별검사를 통해 영양불량이 확인된 환자에서는 수술 전 7-10일부터 경구영양보충과 필요한 경우 정맥영양보충을 추가로 시행하여 수술 후 주요합병증의 발생을 줄이는 노력이 필요하다[22].

5. 수술 전 금식 및 탄수화물 공급

현재까지도 많은 기관에서 유지하고 있는 것이, 소화기계 암 수술에 앞서 수술 전 야간금식을 시행하는 것이다. 하지만 이미 야간금식이 도움이 되지 않음이 밝혀져 있고, European Society for Parenteral and Enteral Nutrition 가이드라인에서는 위출구폐쇄나 심한 당뇨병증상이 있는 환자가 아니라면 마취유도 6시간 전까지 고형음식물을, 2시간 전까지는 맑은 액체의 섭취를 권장하고 있다[23]. 또한 수술 2시간 전에 탄수화물 용액(carbohydrate-rich solution)을 경구섭취하는 경우 야간금식으로 인한 글리코겐 결핍상태를 피할 수 있고, 수술 후 발생하는 인슐린 저항의 약화, 갈증과 불안감소 등 긍정적인 효과가 보고되었다[24,25].

6. 수술 전 장정결

주요복부수술에서 수술 전 장정결(mechanical bowel preparation)은 탈수, 체액 전해질 불균형 및 불편감을 유발하여 임상적 이점이 없다고 알려져 있으나, 근거가 충분한 것은 아니다[26,27]. 대장수술의 경우 임상적 이점이 없으나, 직장수술의 경우에는 오히려 도움이 될 수 있다는 결과도 있는 만큼, 추후 대규모의 전향적 연구결과를 지켜보아야 할 것이다.

7. 혈전증 예방

수술 후 발생하는 심부정맥혈전증과 폐색전증은 특히 고령 암 환자에서 매우 높은 빈도로 발생하는 주요합병증이다[28]. American Society of Clinical Oncology 가이드라인에서는 수술 전 2-12시간 내에 저분자량 헤파린(low molecular weight heparin) 혹은 unfragmented heparin을 반드시 사용하도록 제시하고 있고, 수술 후 7-10일은 저분자량 헤파린을 필수적으로 사용, 주요복부수술을 시행한 고위험군 암 환자에게는 수술 후 4주까지 전신적인 수술 후 혈전예방을 권고하고 있다[29].

8. 예방적 항생제 사용

각 수술에 따라 정도의 차이는 있으나, 수술 전 예방적 항생제의 사용을 통해 수술부위감염을 유의하게 감소시키는 것

을 잘 알려져 있다[30,31]. 호기성 및 혐기성 세균에 대한 표준적인 경구 혹은 정맥 항생제가 사용되며, 정맥투여의 경우 피부절개 60분 이내에 이루어져야 한다. American College of Surgeons와 Surgical Infection Society의 권고사항으로는 1세대 세팔로스포린(cephalosporin)의 1회 정주를 피부절개 60분 이내로 권고하고 있다[32]. 또한 수술부위감염 발생의 감소는 재원기간, 재입원을, 의료비용 및 술후보조요법 시행지연의 감소를 동반한다는 것도 잘 알려져 있다[31,33].

9. 수술적 접근법

최소침습수술은 주요복부수술들에서 표준적인 술기로 자리잡고 있다[34-37]. 집도의의 재량에 따라 정확한 수술술기의 시행을 위해 적절한 절개방법을 선택하는 것은 당연한 것이라 하겠다. 하지만 2000년대 이후 급속히 보급되고 발전하고 있는 최소침습수술을 감안할 때, 경험이 충분한 집도의의 경우에는 적극적인 최소침습수술을 시행함으로써 수술 후 회복속도의 향상, 전반적인 합병증 감소, 수술부위 관련 합병증 감소, 유착감소 등의 이점을 얻을 수 있다[37-40].

10. 배액관 거치

주요수술부위 주변에 발행할 수 있는 혈액 및 체액저류의 제거 및 문합부 누출의 조기 발견을 위해 배액관을 전통적으로 거치해왔다. 여러 연구를 통해 위절제술 및 대장직장절제술에서 배액관의 거치는 임상적 이점이 없음이 증명되었으나, 간담췌수술에서는 배액관의 거치 여부에 대한 근거가 아직 충분하지 않다[41-45]. 간담췌수술 중 특히 췌장절제술의 경우에는 배액관을 거치하되 조기에 제거하는 것이 가장 적절한 방법으로 생각된다.

11. 비위관 삽입

수술 후 자주 발생하는 위팽만에 의한 복부불편감의 감소와 구토방지를 위해 전통적으로 비위관을 삽입하여 왔으나, 문합부 결손, 흡인성폐렴 발생, 창상감염 등을 포함한 합병증 발생을 줄이거나 이로 인한 수술사망률을 감소시키는 효과는 없음이 확인되었다[46-48]. 오히려 수술 후 장 기능의 회복 및 식이의 시작을 불필요하게 지연시키고, 호흡기계 합

병증의 발생을 증가시키는 등의 부정적인 결과가 보고되기도 하였다. 따라서 확실적인 비위관 삽입은 지양되어야 하며, 불필요하게 삽입한 경우 마취회복 전 반드시 제거하도록 한다.

12. 도뇨관 삽입

요정체의 방지 및 요배출량 측정을 위해 통상적으로 도뇨관을 거치한다. 특히, 흉추 수준에서의 경막외마취를 사용하는 경우, 대부분의 환자는 수술 1일차에 배뇨장애를 겪게 되므로 도뇨관의 거치가 필요하다. 수술의 종류에 따라 차이가 있기는 하지만, 환자가 독립보행을 시작하는 시점이나 수술 1-3일차에는 도뇨관을 제거하는 것이 적절하다[49,50]. 수술 후 4일이 경과한 경우에는 도뇨관의 삽입보다 치골상부 도관삽입이 더 양호한 성적을 보고하고 있다[49,51].

13. 수술 후 조기보행 및 장폐색 예방

수술 후 침상안정은 근위축, 혈전색전증 발생과 인슐린 저항성을 높이는 등의 문제가 있어, 환자의 회복에 도움이 되지 않는다는 것이 잘 알려져 있다[52]. 최근 보고된 몇몇 전향적 연구에서 물리치료사의 도움으로 효과적인 수술 후 운동이 이루어질 수 있다는 것은 확인이 되었으나, 수술 결과 향상과의 연관성까지 밝혀내지는 못하였다[53].

장기간의 장폐색은 재원기간을 늘리고 의료비용의 상승을 초래하는 주된 원인 중의 하나이다. 장폐색을 줄이기 위해서 마약성 진통제의 사용을 줄이고, 최소침습수술을 적극 도입하며, 불필요한 비위관 삽입을 지양하고, 수액균형을 유지하는 등의 핵심요소들은 이미 잘 알려져 있다[3]. 이외에도 씹는 껌의 사용이나 경구제제의 사용은 그 효과가 입증되지 않았다.

14. 수술 후 혈당관리

수술에 대한 생리학적 반응의 가장 큰 특징은 인슐린 내성이며, 이는 수술 후에도 몇 주간에 걸쳐 지속된다[54]. 이로 인한 고혈당은 합병증 발생의 주요 위험 인자이며, 집중적인 인슐린요법을 통한 혈당의 조절이 수술합병증 및 사망률을 감소시킨다는 보고가 있었으나, 추가로 동일한 결과가 확인된 전향적 연구는 없었다[55]. 하지만 체장절제술, 외상 및

중환자를 대상으로 한 연구들에서는 유사한 결과가 확인되는 만큼, 저혈당으로 인한 환자 안전에 문제가 없는 선에서 정상범위로 혈당을 유지하기 위한 노력이 필요하다[56,57].

15. 수술 후 영양관리

상당수의 소화기계 암 환자에서 영양불량이 보고되고 있으며, 조기에 시작하는 경구 혹은 경장영양공급이 가장 적절한 영양공급방법으로 판단된다[58,59]. 조기 경구섭취 및 정상적인 식이의 진행이 지연될수록 감염성 합병증의 증가가 알려진 만큼, 환자의 식이를 독려하고 경구영양보조제를 적극 활용할 필요가 있다[60]. 경정맥 영양공급의 경우 환자 개개인의 영양평가에 따라 꼭 필요한 경우에만 제한적으로 시행하거나, 경구영양공급이 불가능한 경우에 국한하여 시행한다[58].

결론

이번 논문에서는 ERAS 중 수술 및 수술 전후 처치와 관련된 요소들에 대해 살펴보았다. 워낙 내용이 방대하고, 아직까지 근거가 충분하지 않은 요소들이 상당히 많아, 한가지로 귀결되는 결론을 내기에는 부족한 것이 현실이다. 하지만 개인의 경험에 우선하는 것이 ‘근거’라는 이름의 집단의 경험인 만큼, 근거를 갖춘 요소들에 대해서는 적극적으로 도입하여 시행하는 것이 필요하다. 다른 한편으로, 전통적으로 혹은 경험에 기반한 여러 처치들 중 그 근거 없음이 확인되었음에도 불구하고 여전히 시행되고 있는 처치들이 산재해 있는 현실에서, 근거 없음에 대해 정확히 인지하고 과감히 배제해 나가는 노력도 역시 필요하다.

찾아보기말: 수술 후 회복 향상, 근거중심의학, 수술전후기 관리

ORCID

Dae Wook Hwang, <https://orcid.org/0000-0002-1749-038X>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. Ellis J, Mulligan I, Rowe J, Sackett DL. Inpatient general medicine is evidence based. A-Team, Nuffield Department of Clinical Medicine. *Lancet* 1995;346:407-410.
2. Cerantola Y, Valerio M, Persson B, Jichlinski P, Ljungqvist O, Hubner M, Kassouf W, Muller S, Baldini G, Carli F, Naesheimh T, Ytrebo L, Revhaug A, Lassen K, Knutsen T, Aarseth E, Wiklund P, Patel HR. Guidelines for perioperative care after radical cystectomy for bladder cancer: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Society recommendations. *Clin Nutr* 2013;32:879-887.
3. Gustafsson UO, Scott MJ, Schwenk W, Demartines N, Roulin D, Francis N, McNaught CE, Macfie J, Liberman AS, Soop M, Hill A, Kennedy RH, Lobo DN, Fearon K, Ljungqvist O; Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society, for Perioperative Care; European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN); International Association for Surgical Metabolism and Nutrition (IASMEN). Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Society recommendations. *World J Surg* 2013;37:259-284.
4. Melloul E, Hubner M, Scott M, Snowden C, Prentis J, Dejong CH, Garden OJ, Farges O, Kokudo N, Vauthey JN, Clavien PA, Demartines N. Guidelines for perioperative care for liver surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations. *World J Surg* 2016;40:2425-2440.
5. Mortensen K, Nilsson M, Slim K, Schäfer M, Mariette C, Braga M, Carli F, Demartines N, Griffin SM, Lassen K; Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Group. Consensus guidelines for enhanced recovery after gastrectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Society recommendations. *Br J Surg* 2014;101:1209-1229.
6. Muller S, Zalunardo MP, Hubner M, Clavien PA, Demartines N; Zurich Fast Track Study Group. A fast-track program reduces complications and length of hospital stay after open colonic surgery. *Gastroenterology* 2009;136:842-847.
7. Roulin D, Donadini A, Gander S, Griesser AC, Blanc C, Hubner M, Schafer M, Demartines N. Cost-effectiveness of the implementation of an enhanced recovery protocol for colorectal surgery. *Br J Surg* 2013;100:1108-1114.
8. Hwang DW, Kim HJ, Lee JH, Song KB, Kim MH, Lee SK, Choi KT, Jun IG, Bang JY, Kim SC. Effect of Enhanced Recovery After Surgery program on pancreaticoduodenectomy: a randomized controlled trial. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2019;26:360-369.
9. Melloul E, Lassen K, Roulin D, Grass F, Perinel J, Adham M, Wellge EB, Kunzler F, Besselink MG, Asbun H, Scott MJ, Dejong CHC, Vrochides D, Aloia T, Izbicki JR, Demartines N. Guidelines for perioperative care for pancreaticoduodenectomy: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) recommendations 2019. *World J Surg* 2020;44:2056-2084.
10. Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M, Nygren J, Demartines N, Francis N, Rockall TA, Young-Fadok TM, Hill AG, Soop M, de Boer HD, Urman RD, Chang GJ, Fichera A, Kessler H, Grass F, Whang EE, Fawcett WJ, Carli F, Lobo DN, Rollins KE, Balfour A, Baldini G, Riedel B, Ljungqvist O. Guidelines for perioperative care in elective colorectal surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS(R)) Society recommendations: 2018. *World J Surg* 2019;43:659-695.
11. Ayyadhah Alanazi A. Reducing anxiety in preoperative patients: a systematic review. *Br J Nurs* 2014;23:387-393.
12. Gan TJ, Habib AS, Miller TE, White W, Apfelbaum JL. Incidence, patient satisfaction, and perceptions of post-surgical pain: results from a US national survey. *Curr Med Res Opin* 2014;30:149-160.
13. Granziera E, Guglieri I, Del Bianco P, Capovilla E, Dona' B, Ciccarese AA, Kilmartin D, Manfredi V, De Salvo GL. A multidisciplinary approach to improve preoperative understanding and reduce anxiety: a randomised study. *Eur J Anaesthesiol* 2013;30:734-742.
14. Wongkietkachorn A, Wongkietkachorn N, Rhunsiri P. Preoperative needs-based education to reduce anxiety, increase satisfaction, and decrease time spent in day surgery: a randomized controlled trial. *World J Surg* 2018;42:666-674.
15. Jie B, Jiang ZM, Nolan MT, Zhu SN, Yu K, Kondrup J. Impact of preoperative nutritional support on clinical outcome in abdominal surgical patients at nutritional risk. *Nutrition* 2012;28:1022-1027.
16. Bluman LG, Mosca L, Newman N, Simon DG. Preoperative smoking habits and postoperative pulmonary complications. *Chest* 1998;113:883-889.
17. Kork F, Neumann T, Spies C. Perioperative management of patients with alcohol, tobacco and drug dependency. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010;23:384-390.
18. Wilson RJ, Davies S, Yates D, Redman J, Stone M. Impaired functional capacity is associated with all-cause mortality after major elective intra-abdominal surgery. *Br J Anaesth* 2010;105:297-303.
19. Silver JK, Baima J. Cancer prehabilitation: an opportunity to decrease treatment-related morbidity, increase cancer treatment options, and improve physical and psychological health outcomes. *Am J Phys Med Rehabil* 2013;92:715-727.
20. Correia MI, Waitzberg DL. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clin Nutr* 2003;22:235-239.
21. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clin Nutr* 2008;27:5-15.
22. Waitzberg DL, Saito H, Plank LD, Jamieson GG, Jagannath P, Hwang TL, Mijares JM, Bihari D. Postsurgical infections are reduced with specialized nutrition support. *World J Surg* 2006;30:1592-1604.
23. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hubner M, Klek S, Laviano A, Ljungqvist O, Lobo DN, Martindale RG,

- Waitzberg D, Bischoff SC, Singer P. ESPEN practical guideline: clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr* 2021;40:4745-4761.
24. Soop M, Nygren J, Myrenfors P, Thorell A, Ljungqvist O. Preoperative oral carbohydrate treatment attenuates immediate postoperative insulin resistance. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001;280:E576-E583.
 25. Ljungqvist O. To fast or not to fast before surgical stress. *Nutrition* 2005;21:885-886.
 26. Sanders G, Mercer SJ, Saeb-Parsey K, Akhavan MA, Hosie KB, Lambert AW. Randomized clinical trial of intravenous fluid replacement during bowel preparation for surgery. *Br J Surg* 2001;88:1363-1365.
 27. Holte K, Nielsen KG, Madsen JL, Kehlet H. Physiologic effects of bowel preparation. *Dis Colon Rectum* 2004;47:1397-1402.
 28. Agnelli G, Bolis G, Capussotti L, Scarpa RM, Tonelli F, Bonizzoni E, Moia M, Parazzini F, Rossi R, Sonaglia F, Valarani B, Bianchini C, Gussoni G. A clinical outcome-based prospective study on venous thromboembolism after cancer surgery: the @RISTOS project. *Ann Surg* 2006;243:89-95.
 29. Key NS, Khorana AA, Kuderer NM, Bohlke K, Lee AYY, Arcelus JI, Wong SL, Balaban EP, Flowers CR, Francis CW, Gates LE, Kakkar AK, Levine MN, Liebman HA, Tempero MA, Lyman GH, Falanga A. Venous thromboembolism prophylaxis and treatment in patients with cancer: ASCO clinical practice guideline update. *J Clin Oncol* 2020;38:496-520.
 30. Nelson RL, Gladman E, Barbateskovic M. Antimicrobial prophylaxis for colorectal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;(5):CD001181.
 31. Kent TS, Sachs TE, Callery MP, Vollmer CM Jr. The burden of infection for elective pancreatic resections. *Surgery* 2013;153:86-94.
 32. Bratzler DW, Dellinger EP, Olsen KM, Perl TM, Auwaerter PG, Bolon MK, Fish DN, Napolitano LM, Sawyer RG, Slain D, Steinberg JP, Weinstein RA; American Society of Health-System Pharmacists; Infectious Disease Society of America; Surgical Infection Society; Society for Healthcare Epidemiology of America. Clinical practice guidelines for antimicrobial prophylaxis in surgery. *Am J Health Syst Pharm* 2013;70:195-283.
 33. Kirkland KB, Briggs JP, Trivette SL, Wilkinson WE, Sexton DJ. The impact of surgical-site infections in the 1990s: attributable mortality, excess length of hospitalization, and extra costs. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:725-730.
 34. Lee JH, Han HS, Lee JH. A prospective randomized study comparing open vs laparoscopy-assisted distal gastrectomy in early gastric cancer: early results. *Surg Endosc* 2005;19:168-173.
 35. Vollmer CM, Asbun HJ, Barkun J, Besselink MG, Boggi U, Conlon KC, Han HS, Hansen PD, Kendrick ML, Montagnini AL, Palanivelu C, Rosok BI, Shrikhande SV, Wakabayashi G, Zeh HJ, Kooby DA. Proceedings of the first international state-of-the-art conference on minimally-invasive pancreatic resection (MIPR). *HPB (Oxford)* 2017;19:171-177.
 36. Song KB, Kim SC, Park JB, Kim YH, Jung YS, Kim MH, Lee SK, Seo DW, Lee SS, Park DH, Han DJ. Single-center experience of laparoscopic left pancreatic resection in 359 consecutive patients: changing the surgical paradigm of left pancreatic resection. *Surg Endosc* 2011;25:3364-3372.
 37. Hwang DW, Han HS, Yoon YS, Cho JY, Kwon Y, Kim JH, Park JS, Yoon DS, Choi IS, Ahn KS, Kim YH, Kang KJ, Kim YH, Roh YH, Chu CW, Kim HC, Kang CM, Choi GH, Choi JS, Kim KS, Lee WJ, Yun SS, Kim HJ, Min SK, Lee HK, Song IS, Chun KS, Cho EH, Han SS, Park SJ. Laparoscopic major liver resection in Korea: a multicenter study. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2013;20:125-130.
 38. Penninckx F, Kartheuser A, Van de Stadt J, Pattyn P, Mansvelt B, Bertrand C, Van Eycken E, Jegou D, Fieuw S; PROCARE. Outcome following laparoscopic and open total mesorectal excision for rectal cancer. *Br J Surg* 2013;100:1368-1375.
 39. Edwin B, Sahakyan MA, Abu Hilal M, Besselink MG, Braga M, Fabre JM, Fernández-Cruz L, Gayet B, Kim SC, Khatkov IE; EAES Consensus Conference Study Group. Laparoscopic surgery for pancreatic neoplasms: the European association for endoscopic surgery clinical consensus conference. *Surg Endosc* 2017;31:2023-2041.
 40. Kim W, Kim HH, Han SU, Kim MC, Hyung WJ, Ryu SW, Cho GS, Kim CY, Yang HK, Park DJ, Song KY, Lee SI, Ryu SY, Lee JH, Lee HJ; Korean Laparo-endoscopic Gastrointestinal Surgery Study (KLASS) Group. Decreased morbidity of laparoscopic distal gastrectomy compared with open distal gastrectomy for stage I gastric cancer: short-term outcomes from a multicenter randomized controlled trial (KLASS-01). *Ann Surg* 2016;263:28-35.
 41. Wang Z, Chen J, Su K, Dong Z. Abdominal drainage versus no drainage post gastrectomy for gastric cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(8):CD008788.
 42. Denost Q, Rouanet P, Faucheron JL, Panis Y, Meunier B, Cotte E, Meurette G, Kirzin S, Sabbagh C, Loriau J, Benoist S, Mariette C, Sielezneff I, Lelong B, Mauvais F, Romain B, Barussaud ML, Germain C, Picat MQ, Rullier E, Laurent C; French Research Group of Rectal Cancer Surgery (GRECCAR). To drain or not to drain infraperitoneal anastomosis after rectal excision for cancer: the GRECCAR 5 randomized trial. *Ann Surg* 2017;265:474-480.
 43. Bassi C, Molinari E, Malleo G, Crippa S, Butturini G, Salvia R, Talamini G, Pederzoli P. Early versus late drain removal after standard pancreatic resections: results of a prospective randomized trial. *Ann Surg* 2010;252:207-214.
 44. Ven Fong Z, Correa-Gallego C, Ferrone CR, Veillette GR, Warshaw AL, Lillemoe KD, Fernandez-del Castillo C. Early drain removal--the middle ground between the drain versus no drain debate in patients undergoing pancreaticoduodenectomy: a prospective validation study. *Ann Surg* 2015;262:378-383.
 45. Kyoden Y, Imamura H, Sano K, Beck Y, Sugawara Y, Kokudo N, Makuuchi M. Value of prophylactic abdominal drainage in 1269 consecutive cases of elective liver resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2010;17:186-192.
 46. Nelson R, Edwards S, Tse B. Prophylactic nasogastric

- decompression after abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;(3):CD004929.
47. Roland CL, Mansour JC, Schwarz RE. Routine nasogastric decompression is unnecessary after pancreatic resections. *Arch Surg* 2012;147:287-289.
 48. Pessaux P, Regimbeau JM, Dondéro F, Plasse M, Mantz J, Belghiti J. Randomized clinical trial evaluating the need for routine nasogastric decompression after elective hepatic resection. *Br J Surg* 2007;94:297-303.
 49. McPhail MJ, Abu-Hilal M, Johnson CD. A meta-analysis comparing suprapubic and transurethral catheterization for bladder drainage after abdominal surgery. *Br J Surg* 2006;93:1038-1044.
 50. Grass F, Sliker J, Frauche P, Sola J, Blanc C, Demartines N, Hubner M. Postoperative urinary retention in colorectal surgery within an enhanced recovery pathway. *J Surg Res* 2017;207:70-76.
 51. Han CS, Kim S, Radadia KD, Zhao PT, Elsamra SE, Olweny EO, Weiss RE. Comparison of urinary tract infection rates associated with transurethral catheterization, suprapubic tube and clean intermittent catheterization in the postoperative setting: a network meta-analysis. *J Urol* 2017;198:1353-1358.
 52. Brower RG. Consequences of bed rest. *Crit Care Med* 2009;37(10 Suppl):S422-S428.
 53. Fiore JF Jr, Castelino T, Pecorelli N, Niculiseanu P, Balvardi S, Hershorn O, Liberman S, Charlebois P, Stein B, Carli F, Mayo NE, Feldman LS. Ensuring early mobilization within an enhanced recovery program for colorectal surgery: a randomized controlled trial. *Ann Surg* 2017;266:223-231.
 54. Thorell A, Efendic S, Gutniak M, Haggmark T, Ljungqvist O. Insulin resistance after abdominal surgery. *Br J Surg* 1994;81:59-63.
 55. van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, Verwaest C, Bruyninckx F, Schetz M, Vlasselaers D, Ferdinande P, Lauwers P, Bouillon R. Intensive insulin therapy in critically ill patients. *N Engl J Med* 2001;345:1359-1367.
 56. NICE-SUGAR Study Investigators for the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group and the Canadian Critical Care Trials Group, Finfer S, Chittock D, Li Y, Foster D, Dhingra V, Bellomo R, Cook D, Dodek P, Hebert P, Henderson W, Heyland D, Higgins A, McArthur C, Mitchell I, Myburgh J, Robinson B, Ronco J. Intensive versus conventional glucose control in critically ill patients with traumatic brain injury: long-term follow-up of a subgroup of patients from the NICE-SUGAR study. *Intensive Care Med* 2015;41:1037-1047.
 57. Eshuis WJ, Hermanides J, van Dalen JW, van Samkar G, Busch OR, van Gulik TM, DeVries JH, Hoekstra JB, Gouma DJ. Early postoperative hyperglycemia is associated with postoperative complications after pancreatoduodenectomy. *Ann Surg* 2011;253:739-744.
 58. Gerritsen A, Besselink MG, Gouma DJ, Steenhagen E, Borel Rinkes IH, Molenaar IQ. Systematic review of five feeding routes after pancreatoduodenectomy. *Br J Surg* 2013;100:589-598.
 59. Andersen HK, Lewis SJ, Thomas S. Early enteral nutrition within 24h of colorectal surgery versus later commencement of feeding for postoperative complications. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(4):CD004080.
 60. Smedley F, Bowling T, James M, Stokes E, Goodger C, O'Connor O, Oldale C, Jones P, Silk D. Randomized clinical trial of the effects of preoperative and postoperative oral nutritional supplements on clinical course and cost of care. *Br J Surg* 2004;91:983-990.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 복부 수술환자에게 시행되는 수술 후 회복향상 프로그램(ERAS)의 여러 가지 항목들에 대하여 그 세부적인 적용 방법과 근거들을 자세하게 설명하고 있다. ERAS는 외과 영역에서 근거 중심의학의 실제적인 임상 적용의 대표적인 예이다. ERAS는 수술 전 금식 및 장세척, 배액관 삽입 등과 같은 기존의 관습적인 수술환자 관리에서 탈피하고 과학적인 연구 결과들의 철저한 평가에 기반한 실용적 근거를 바탕으로 환자 관리 프로토콜을 개발 적용하여 수술 후 생리적 스트레스를 줄이고 환자의 회복을 촉진하는 프로그램이다. ERAS가 처음 소개된 지 30여 년이 지난 지금, 그간의 임상적인 경험과 연구 결과들을 비춰볼 때 앞으로 ERAS는 수술환자 관리에 있어서 선택적 요소가 아니라 필수적인 항목으로 인정될 것이다. 이 논문은 ERAS를 처음 접하는 외과 의사가 ERAS에 대한 기초적인 이해에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]