CONTINUING EDUCATION COLUMN
pISSN 1975-8456 / eISSN 2093-5951
J Korean Med Assoc 2019 April; 62(4):209-215
https://doi.org/10.5124/jkma.2019.62.4.209

산부인과 영역에서의 로봇수술

정 윤 지[1,2] · **김 미 란**[1,2] | 가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 [1]산부인과, [2]자궁근종센터

Robot-assisted surgery in gynecology

Youn-Jee Chung, MD[1,2] · **Mee-Ran Kim, MD**[1,2]
[1]Department of Obstetrics and Gynecology, [2]Seoul St. Mary's Fibroid Center, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

The development of robotic technology has facilitated the application of minimally invasive techniques for complex gynecologic surgery. Robot-assisted gynecologic surgery has grown exponentially since receiving Food and Drug Administration approval for use in gynecologic surgery in 2005. Robotic surgery has several major advantages, including three-dimensional visual magnification, articulation beyond normal manipulation, and the filtering of the operator's hand tremors. Therefore, robotic surgery is suitable for microsurgery, and it could be an alternative option for laparotomy. Robotic surgery has advantages, especially for suture-intensive operations such as myomectomy. Patients who underwent robot-assisted laparoscopic myomectomy had significantly decreased estimated blood loss, complication rates, and length of hospital stay. The advantages of robotic surgery help to overcome the limitations of laparoscopy, especially for complicated procedures in deep infiltrating endometriosis. Although extensive radical operations for deep infiltrating endometriosis of the bowel and urinary tract, such as segmental resections of the bladder, ureters, and bowel, were performed by laparotomy in the past, they are now performed more easily and more effectively using robotic techniques. In a recent systematic review and meta-analysis, robotic and laparoscopic sacrocolpopexy resulted in similar clinical outcomes, but robotic surgery was associated with a longer operation time and higher costs. Robotic and conventional laparoscopic hysterectomy show equivalent surgical and clinical outcomes. Compared to laparotomy, robotic gynecologic cancer surgery results in improved clinical outcomes and comparable oncologic outcomes. If robotic surgery is tailored in terms of patient selection, surgeon ability, and equipment availability, it could be a feasible option for highly advanced minimally invasive surgery.

Key Words: Robotic surgical procedures; Minimally invasive surgical procedures; Uterine myomectomy; Hysterectomy; Trachelectomy

서론

1980년대 중반 이후, 산업용으로 쓰이던 로봇을 의학 분야에 접목시키려는 시도들에 의해 의료용 로봇들이 사용되게 되었다. 1985년 PUMA 560이라는 로봇이 컴퓨터단층촬영을 이용한 뇌정위 수술에 사용되었고[1], 1988년 영국에서는 PROBOT이라는 로봇을 이용하여 전립선 수술을 시행하였으며[2], 1992년 ROBODOC을 이용하여 고관절 치환술이 시행되었다[3]. 그 후로 da Vinci Surgical System과 Computer Motion의 AESOP과 ZEUS robotic surgical system을 통하여 로봇시스템이 더욱 활발히 개발되기 시작하였으며, 1999년 산부인과 영역에서도 이들 로봇을 이용한 난관 재문합 수술이 최초로 시행되었다[4]. 이후 2005년 봄, 미국 식품의약국에서 부인과 수술에 로봇수술을 승인한 후, 산부인과 영역에서의 로봇수술은 기하급수적으로 성장

Received: January 31, 2019 **Accepted:** April 3, 2019

Corresponding author: Mee-Ran Kim
E-mail: mrkim@catholic.ac.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/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하였다. 로봇수술의 장점은 10-15배의 확대된 삼차원 시야를 제공하여 고식적 복강경수술에 비해 월등히 선명한 시야 확보가 가능하며, 수술용 기구가 작동되는 팔은 7자유도를 구현하는 EndoWrist로 술자의 손과 손목의 움직임을 그대로 재현할 수 있을 뿐만 아니라 손떨림을 보정할 수 있어 미세한 수술에도 적합하다고 할 수 있다. 로봇수술은 현재까지 최소침습수술 분야의 가장 발달된 형태일 것이다. 그러나 로봇시스템은 촉각이 전혀 없어 감각의 피드백을 전적으로 시각적 피드백에 의존하여야 하는 단점이 있다. 또한 로봇시스템은 육중하여 많은 공간이 필요하고 기존 복강경에 비해 투관침 제거 부위가 8 mm로 커서 탈장의 위험이 있다. 이러한 로봇수술의 장, 단점을 고려하여 현재 부인과 영역에서는 여러 가지 로봇을 이용한 수술들이 시행되고 있다.

양성 부인과질환에서의 로봇수술

1. 로봇을 이용한 자궁근종절제술

자궁근종은 가임기 여성에서 가장 흔한 양성 골반 내 종양으로, 그 유병률은 20%에서 많게는 40%에서까지 보고되고 있다. 자궁근종은 증상이 없는 경우가 50%에 달하지만 폐경 전 여성에서 전자궁적출술의 원인 질환의 40-50%를 차지하는 질환이다. 1/3의 환자에서는 월경과다, 만성골반통, 월경통, 불임, 반복 유산, 조산 및 산후 출혈 등의 여러 가지 문제를 일으킨다. 최근 정기적인 건강검진을 받는 사람들의 숫자가 늘어나고, 초음파 검사를 받는 빈도가 높아짐에 따라 자궁근종을 조기 진단받는 예가 많아지고 있으며 만혼 및 첫아이 임신 연령이 높아짐에 따라 자궁을 보존하고자 하는 환자들이 늘어나면서 자궁근종절제술에 대한 요구도가 높아지고 있다. 자궁근종절제술 시행 시 근종을 자궁으로부터 잘 절제해내는 것과 더불어 가장 중요한 수술기법은 절개 부위를 꼼꼼하고 세심하게 층별로 잘 봉합하는 것이다. 자궁근종절제술은 다른 부인과 수술에 비해 상대적으로 출혈이 많은 수술이며 수술 후 유착 가능성도 많은 수술이므로, 이러한 유착을 방지하는 것 역시 자궁근종절제술 시행 시 중요한 수술기법 중의 하나이다.

자궁근종절제술 방법에는 개복하, 복강경하, 그리고 로봇을 이용한 방법이 있다. 개복하 자궁근종절제술은 절개 부위를 정교하게 봉합할 수 있는 장점이 있는 반면 출혈이 많고 회복이 늦다는 단점이 있고, 복강경하 자궁근종절제술은 출혈이 적고 회복이 빠르지만 개복수술에 비해 정교함이 떨어지는 단점이 있다. 복강경수술과 개복수술의 장점을 모두 가지는 최소침습수술의 가장 진화된 방법이 로봇수술이라고 여겨지고, 이 세 가지 수술방법을 비교한 메타분석이 최근 발표되었다. 그 결과, 로봇수술이 개복수술에 비해 출혈이 적고, 수혈한 경우도 적었으며, 합병증도 적고 재원기간도 짧았지만 수술시간은 개복수술에 비해 길었다. 로봇수술과 복강경수술을 비교했을 때에는 실혈량, 수혈 여부, 수술시간, 재원기간 또는 회복시간이 모두 비슷했다. 흥미롭게도 로봇수술과 복강경수술에서 개복수술로의 전환율을 살펴보았을 때, 로봇수술에 비해 복강경수술에서 4.5배 정도 개복수술로의 전환율이 높았다[5]. 로봇을 이용한 자궁근종절제술 후 임신율에 대한 후향적 코호트연구 결과, 기존의 보고된 복강경하 자궁근종절제술 시행 후 임신과 관련된 결과와 비슷한 결과를 보였다. 그리고 제왕절개 소견에서 매우 낮은 골반유착 형성을 보여, 로봇수술과 같은 최소침습수술의 장점을 뒷받침해주는 결과였다[6]. 또다른 연구에서는, 크기가 큰 심부 근층 내 자궁근종으로 로봇을 이용한 자궁근종절제술을 시행한 환자들의 수술 경과 및 임신율을 확인하였는데, 자궁내막이 손상되었던 경우에도 60%에서 성공적인 임신과 분만을 보고한 경우도 있어[7], 로봇을 이용한 자궁근종절제술의 장점을 확인할 수 있다. 자궁근종의 위치가 좋지 않아 개복하여 자궁근종절제술을 시행할 수밖에 없는 여성들에게 있어서 로봇 복강경하 자궁근종절제술은 그 대안으로 시행될 수 있겠다.

2. 로봇을 이용한 자궁내막증의 수술적 치료

자궁내막증은 가임기 여성에서 11%정도의 유병률을 보이는 흔한 양성질환으로, 심한 생리통, 성교통, 골반통으로 인해 삶의 질을 떨어뜨리고 불임까지 일으킬 수 있는 질환이다. 복강경수술은 자궁내막증의 표준 치료로, 통증을 경

감시키고 육안으로 보이는 모든 병변을 제거하는 것이 수술의 목표이다. 자궁내막증의 수술적 치료방법으로 로봇수술과 고식적 복강경수술을 비교한 몇 가지 연구가 있었는데, 두 가지 수술방법 모두 실혈량, 재원일수, 합병증, 수술 후 통증, 삶의 질 향상 정도와 같은 지표에서는 큰 차이를 보이지 않았고, 로봇수술에서 수술시간만 더 긴 것으로 나타났다[8-10]. 자궁내막증 환자 중 1-2%는 심부 자궁내막증 소견을 보이고, 이러한 경우 심한 통증을 호소하거나 불임과 연관성을 보이는 경우가 많다[11]. 심부 자궁내막증이 골반강 내 깊은 곳에 위치하게 되면 고식적 복강경수술이나 개복수술로 접근이 어려운 경우가 있다. 로봇수술은 고식적 복강경수술의 단점을 보완해줄 수 있는 수술방법으로, 심한 자궁내막증의 경우 로봇수술이 장점을 보인다는 의견도 있다[10]. 또한, 자궁내막증은 특히 주변 조직과 유착을 많이 일으키는 질병으로, 방광, 요관, 직장 및 S상결장에 침습적 병변을 만들어 장기를 절제해야 하는 경우가 발생하기도 한다. 이런 경우 로봇을 이용한 복강경수술을 시행하면 침습적 병변이 발견된 부위의 조직을 절제하고 봉합하는 것이 고식적 복강경수술에 비해 훨씬 용이하다[12-17]. 기존의 고식적 복강경수술에 비해 로봇수술을 이용한 자궁내막증 수술은 난소의 자궁내막종뿐만 아니라 방광, 요관, 직장 등의 자궁내막증 병변절제수술을 보다 안전하고 포괄적으로 수술할 수 있게 해준다는 장점이 있다. 또한, 기존의 이차원 복강경에 비해 로봇수술은 삼차원, 고화질의 시야를 통해 자궁내막증 병변을 더 정확하게 구별해낼 수 있다[18]. 자궁내막증의 수술적 치료에서 로봇수술은 특히 심부 자궁내막증 환자에서 도움이 될 것으로 생각된다.

3. 로봇을 이용한 천골질고정술

노인인구가 증가함에 따라 고령 여성에서 골반강 내 장기를 지지하는 조직의 손상에 의한 생식기관, 방광, 직장 및 일부 소화기관 등의 골반 내 내용물들이 질벽의 결손부위로 탈출하는 골반장기탈출증의 유병률이 높아지게 된다. 현대 의학의 발전으로 인한 인구의 고령화와 더불어 생활수준의 향상으로 사회적 활동이 왕성한 현대 여성들이 늘어나고 있고, 의료적 수요 역시 증가하고 있는 추세이다. 천골질고정술은 골반장기탈출증의 수술적 치료로 널리 쓰이는 방법이다. 접근방법에는 복식과 질식 및 복강경수술이 있는데, 복식 천골질고정술이 질식수술보다 수술결과가 더 좋은 것으로 보고되고 있다[19]. 복식수술이 재발률이 낮고 해부학적 구조가 잘 복원되며 수술 후 성교통이 적었으나, 질식수술에 비해 수술 후 회복기간이 길다는 단점이 있다[20]. 의사와 환자 모두 복강경수술의 장점인 짧은 회복기간과 복식 접근의 더 좋은 수술결과를 모두 원하는 경향이 뚜렷해지고 있다. 로봇을 이용한 복강경하 천골질고정술은 회복이 빠르고 실혈양이 적은 복강경수술의 장점을 모두 가지면서 복식수술 시의 장점인 봉합의 용이함 또한 갖고 있어 해부학적 구조의 복원에서 복강경수술보다 더 좋은 수술결과를 보였다는 보고도 있었다[21]. 그러나 최근 발표된 체계적 문헌고찰 및 메타분석에 의하면, 로봇을 이용한 천골질고정술과 고식적 복강경하 천골질고정술을 비교한 결과, 실혈양, 재원기간, 수술 후 합병증 발생률 등의 지표는 두 수술방법 간에 차이가 없었으나, 로봇수술 시간이 더 길었고 비용이 더 많이 소요되었으며, 수술 후 통증을 더 호소하는 것으로 나타났다[22]. 골반장기탈출증은 젊은 여성에서도 발생하는 경우가 있고, 가임력 보존을 원할 때는 자궁고정술을 시행하는 경우도 있다. 이러한 경우에도 로봇을 이용한 천골자궁고정술을 시행할 수도 있다[23].

4. 로봇을 이용한 전자궁절제술

최소침습수술은 여성의 건강관리에 매우 혁신적인 발전이었다. 최소침습수술의 가장 발전한 형태라고 할 수 있는 로봇수술이 산부인과 수술에 도입된 이래 로봇을 이용한 양성질환에서의 전자궁절제술은 산부인과 영역에서 가장 많이 이루어지는 수술이 되었다. 그러나 양성질환에서의 로봇을 이용한 전자궁절제술의 유용성에 대해서는 아직까지 논란의 여지가 있다. 최근 시행된 메타분석에서는, 양성질환에서의 전자궁절제술을 로봇수술과 고식적 복강경수술을 비교한 결과, 수술 전후 합병증, 재원 일수, 실혈량, 수술 후 통증과 삶의 질 관련 지표에서 두 군 간에 차이가 없었고[24], 로봇수술에서 비용이 더 높고 수술시간이 더 길었다[25]. 질

식 전자궁절제술 또는 고식적 복강경하 전자궁절제술과 로봇을 이용한 전자궁절제술을 비교한 무작위 대조군 연구에서도 수술결과에는 두 군간 차이가 없었고, 로봇수술에서 수술시간이 더 길고 수술비용은 더 높은 결과를 보였다[26]. 그러나 로봇수술은 수술자에게 기존의 고식적 복강경수술보다 더 인체공학적인 환경을 제공하고, 개복수술에 비해 이환율이 더 낮은 대안으로 이용될 수 있으며, 더 광범위한 환자에게 최소침습수술의 옵션을 제공할 수 있다는 장점을 여전히 가지고 있다[27]. 앞으로 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

악성 부인종양질환에서의 로봇수술

로봇수술은 복잡한 부인암 수술에 최소침습수술의 적용을 용이하게 하는 기술적 진보였다. 아직까지 임상적 증거는 논란이 많지만, 로봇수술은 고식적 복강경수술에 비해 3D vision과 손떨림 보정, 짧은 학습곡선과 같은 장점이 있으므로, 산부인과 수술에 로봇수술이 도입된 이후로 로봇수술을 이용한 부인암 수술이 점차 증가하고 있다. 현재 부인종양 영역에서는 주로 초기 자궁경부암과 초기 자궁내막암 수술시 로봇수술을 적용하고 있으며 난소암에서는 아직까지 많이 적용되지는 않고 있다.

1. 자궁내막암

자궁내막암의 수술적 병기 설정 수술은 전자궁절제술과 양측 난소난관 절제술 및 림프절 절제술이다. 2006년 복강경수술과 개복수술을 비교한 논문[28]이 발표되기 전까지는 개복수술이 표준 치료방법이었다. 큰 절개창을 이용한 개복수술은 비만한 환자나 당뇨 환자에서는 특히 출혈, 통증, 창상 감염과 같은 심각한 이환율을 보였다. 대규모 후향적 무작위 연구를 통해서 자궁내막암 환자의 수술방법을 개복수술과 복강경수술을 비교한 결과, 종양학적 결과는 비슷하였으며, 복강경으로 수술이 성공적으로 마무리된 환자에서는 재원 일수도 짧았고 출혈도 적었다[28]. 로봇수술이 자궁내막암 수술에 도입되면서 고식적 복강경수술의 한계를 극복할 수 있었고, 짧은 학습 곡선을 통하여 비만한 환자들이 더 많은 이익을 얻을 수 있었다[29].

로봇을 이용한 자궁내막암 수술은 개복수술과 비교했을 때 실혈량, 재원일수, 수술 후 합병증과같은 수술결과가 개선되었다는 보고가 있고, 일부 지표에서는 복강경수술보다 더 좋은 결과를 보였다. 개복수술에 비해 로봇수술에서 학습곡선이 훨씬 짧았으며[30], 특히 비만 환자에서 개복수술에 비해 수술 후 이환율이 훨씬 낮다는 장점을 보였다[31]. 생존율 분석 결과 역시 기존의 보고와 다르지 않았다[32,33]. 자궁내막암 수술에 있어서 로봇수술은 많은 장점을 가지고 있어 급속히 발전하고 있는 분야이다.

2. 자궁경부암

1) 로봇을 이용한 광범위 전자궁절제술

초기 자궁경부암에서 로봇을 이용한 광범위 전자궁절제술을 개복수술과 비교한 결과 실혈량의 감소를 보고하였으며, 제거된 림프절의 개수와 합병증에서는 차이가 없었으며, 로봇수술에서 수술시간이 더 길었다[34]. 이러한 경우, 로봇을 이용한 광범위 전자궁절제술이 안전하고 실현 가능하며 종양학적 결과가 비슷하여 개복수술보다 선호되는 것으로 보였다[35]. 그러나, 최근 발표된 후향적 연구 결과에 따르면, 초기 자궁경부암 환자를 복강경수술 또는 로봇수술과 같은 최소침습수술을 시행한 군과 개복수술을 시행한 군의 수술 결과를 비교하여 살펴보았는데, 최소침습수술군에서 개복수술군에 비해 생존율이 감소하고 재발률이 증가하는 결과를 보였다[36]. 한가지 연구 결과만을 가지고 자궁경부암에서의 최소침습수술은 지양해야 한다고 단정지을 수는 없지만, 추가적인 후속 연구 결과에 대해서는 주목해 볼 필요가 있을 것이다.

2) 로봇을 이용한 광범위 자궁경부절제술

초기 자궁경부암을 진단받은 젊은 여성이 가임력을 보존하기를 원하는 경우, 골반림프절절제술과 함께 광범위 자궁경부절제술을 시행하는 것을 광범위 자궁절제술의 대안으로 시행할 수 있다[37]. 광범위 자궁경부절제술은 질식 또는 개복으로 시행하게 되는데, 출산의 경험이 없는 환자에서는 골반 하강이 없어 질식 접근이 어렵게 되고, 개복하여

접근 시에는 수술 자체는 용이하나 추후 성공적인 임신으로 이어지는 경우는 많지 않다[38]. 로봇수술을 광범위 자궁경부절제술에 이용할 경우, 골반 하강이 없어 질식 접근이 어려운 경우에도 수술이 용이하며, 선명하고 자세한 수술 시야 덕분에 자궁 혈관을 보존하기가 수월하다. 로봇을 이용한 광범위 자궁경부절제술은 질식수술과 개복수술의 장점을 모두 가진다고 할 수 있다[39]. 개복수술과 로봇수술을 비교한 결과, 출혈량과 재원 일수에서 로봇수술이 장점을 가지는 결과를 보였다[40]. 질식수술과 로봇수술을 비교한 결과 역시 출혈량과 재원 일수에서 장점을 가졌으며, 질식수술 술기를 로봇수술로도 정교하게 재현할 수 있음을 확인하였고, 자궁경관 봉축술은 로봇수술에서 더욱 정확하게 시행할 수 있었다[41]. 여러 연구결과가 긍정적이기는 하지만, 광범위 자궁경부절제술의 최종 목표는 가임력 보존이라는 것을 염두에 두고, 추후 임신율과 관련된 연구가 진행되어야 할 것이다.

결론

산부인과 영역에서 로봇수술이 도입된 이래 지속적으로 수술건수가 증가하고 있고, 의사와 환자모두에서 그 요구도가 증가하고 있다. 로봇수술이 고식적 복강경수술에 비해 가지는 장점이 명확함에도 불구하고 다양한 수술이 이루어지지 못하고 있는 것은 로봇수술이 가지는 가장 큰 한계점인 비용 때문일 것으로 생각된다. 로봇수술이 가지는 분명한 장점에 대한 전반적인 합의가 이루어지고, 장비개발 등으로 로봇수술에 소요되는 비용은 점차 감소될 수 있을 것이다. 선명한 시야 확보와 EndoWrist를 이용한 섬세하고 꼼꼼한 봉합, 손떨림 보정 등 로봇수술의 장점을 최대한 이용한다면 부인과 영역에서의 향후 로봇수술의 적응증과 효용성이 확대될 것으로 판단된다.

찾아보기말: 로봇수술; 최소침습수술; 로봇 자궁근종절제술; 로봇 광범위자궁절제술; 로봇 전자궁절제술

ORCID

Youn-Jee Chung, https://orcid.org/0000-0002-8186-6230
Mee-Ran Kim, https://orcid.org/0000-0003-4492-0768

REFERENCES

1. Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA, Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. IEEE Trans Biomed Eng 1988;35:153-160.
2. Davies BL, Hibberd RD, Ng WS, Timoney AG, Wickham JE. The development of a surgeon robot for prostatectomies. Proc Inst Mech Eng H 1991;205:35-38.
3. Paul HA, Bargar WL, Mittlestadt B, Musits B, Taylor RH, Kazanzides P, Zuhars J, Williamson B, Hanson W. Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1992;(285):57-66.
4. Falcone T, Goldberg J, Garcia-Ruiz A, Margossian H, Stevens L. Full robotic assistance for laparoscopic tubal anastomosis: a case report. J Laparoendosc Adv Surg Tech A 1999;9:107-113.
5. Iavazzo C, Mamais I, Gkegkes ID. Robotic assisted vs laparoscopic and/or open myomectomy: systematic review and meta-analysis of the clinical evidence. Arch Gynecol Obstet 2016;294:5-17.
6. Pitter MC, Gargiulo AR, Bonaventura LM, Lehman JS, Srouji SS. Pregnancy outcomes following robot-assisted myomectomy. Hum Reprod 2013;28:99-108.
7. Kang SY, Jeung IC, Chung YJ, Kim HK, Lee CR, Mansukhani TS, Kim MR. Robot-assisted laparoscopic myomectomy for deep intramural myomas. Int J Med Robot 2016 Mar 16 [Epub]. https://doi.org/10.1002/rcs.1742.
8. Nezhat FR, Sirota I. Perioperative outcomes of robotic assisted laparoscopic surgery versus conventional laparoscopy surgery for advanced-stage endometriosis. JSLS 2014;18:e2014.00094.
9. Dulemba JF, Pelzel C, Hubert HB. Retrospective analysis of robot-assisted versus standard laparoscopy in the treatment of pelvic pain indicative of endometriosis. J Robot Surg 2013;7:163-169.
10. Nezhat C, Lewis M, Kotikela S, Veeraswamy A, Saadat L, Hajhosseini B, Nezhat C. Robotic versus standard laparoscopy for the treatment of endometriosis. Fertil Steril 2010;94:2758-2760.
11. Koninckx PR, Ussia A, Adamyan L, Wattiez A, Donnez J. Deep endometriosis: definition, diagnosis, and treatment. Fertil Steril 2012;98:564-571.
12. Araujo SE, Seid VE, Marques RM, Gomes MT. Advantages of the robotic approach to deep infiltrating rectal endometriosis: because less is more. J Robot Surg 2016;10:165-169.
13. Morelli L, Perutelli A, Palmeri M, Guadagni S, Mariniello MD,

Di Franco G, Cela V, Brundu B, Salerno MG, Di Candio G, Mosca F. Robot-assisted surgery for the radical treatment of deep infiltrating endometriosis with colorectal involvement: short- and mid-term surgical and functional outcomes. Int J Colorectal Dis 2016;31(3):643-652.

14. Rajakumar C, Vilos GA, Vilos AG, Marks JL, Ettler HC, Pautler SS. Combined transurethral and laparoscopic partial cystectomy and robotically assisted bladder repair for the treatment of bladder endocervicosis: case report and review of the literature. J Obstet Gynaecol Can 2014;36:141-145.

15. Siesto G, Ieda N, Rosati R, Vitobello D. Robotic surgery for deep endometriosis: a paradigm shift. Int J Med Robot 2014; 10:140-146.

16. Nezhat C, Modest AM, King LP. The role of the robot in treating urinary tract endometriosis. Curr Opin Obstet Gynecol 2013;25:308-311.

17. Neme RM, Schraibman V, Okazaki S, Maccapani G, Chen WJ, Domit CD, Kaufmann OG, Advincula AP. Deep infiltrating colorectal endometriosis treated with robotic-assisted rectosigmoidectomy. JSLS 2013;17:227-234.

18. Mosbrucker C, Somani A, Dulemba J. Visualization of endometriosis: comparative study of 3-dimensional robotic and 2-dimensional laparoscopic endoscopes. J Robot Surg 2018;12:59-66.

19. Maher CM, Feiner B, Baessler K, Glazener CM. Surgical management of pelvic organ prolapse in women: the updated summary version Cochrane review. Int Urogynecol J 2011;22: 1445-1457.

20. Nygaard IE, McCreery R, Brubaker L, Connolly A, Cundiff G, Weber AM, Zyczynski H; Pelvic Floor Disorders Network. Abdominal sacrocolpopexy: a comprehensive review. Obstet Gynecol 2004;104:805-823.

21. Carroll AW, Lamb E, Hill AJ, Gill EJ, Matthews CA. Surgical management of apical pelvic support defects: the impact of robotic technology. Int Urogynecol J 2012;23:1183-1186.

22. Pan K, Zhang Y, Wang Y, Wang Y, Xu H. A systematic review and meta-analysis of conventional laparoscopic sacrocolpopexy versus robot-assisted laparoscopic sacrocolpopexy. Int J Gynaecol Obstet 2016;132:284-291.

23. Vitobello D, Siesto G, Bulletti C. Robotic sacral hysteropexy for pelvic organ prolapse. Int J Med Robot 2012;8:114-117.

24. Albright BB, Witte T, Tofte AN, Chou J, Black JD, Desai VB, Erekson EA. Robotic versus laparoscopic hysterectomy for benign sisease: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. J Minim Invasive Gynecol 2016;23:18-27.

25. Wright JD, Ananth CV, Lewin SN, Burke WM, Lu YS, Neugut AI, Herzog TJ, Hershman DL. Robotically assisted vs laparoscopic hysterectomy among women with benign gynecologic disease. JAMA 2013;309:689-698.

26. Lonnerfors C, Reynisson P, Persson J. A randomized trial comparing vaginal and laparoscopic hysterectomy vs robot-assisted hysterectomy. J Minim Invasive Gynecol 2015;22:78-86.

27. Madueke-Laveaux OS, Advincula AP. Robot-assisted laparoscopy in benign gynecology: advantageous device or controversial gimmick? Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol 2017;45:2-6.

28. Walker JL, Piedmonte MR, Spirtos NM, Eisenkop SM, Schlaerth JB, Mannel RS, Spiegel G, Barakat R, Pearl ML, Sharma SK. Laparoscopy compared with laparotomy for comprehensive surgical staging of uterine cancer: Gynecologic Oncology Group Study LAP2. J Clin Oncol 2009;27:5331-5336.

29. O'Malley DM, Smith B, Fowler JM. The role of robotic surgery in endometrial cancer. J Surg Oncol 2015;112:761-768.

30. Soliman PT, Frumovitz M, Sun CC, Dos Reis R, Schmeler KM, Nick AM, Westin SN, Brown J, Levenback CF, Ramirez PT. Radical hysterectomy: a comparison of surgical approaches after adoption of robotic surgery in gynecologic oncology. Gynecol Oncol 2011;123:333-336.

31. Chan JK, Gardner AB, Taylor K, Thompson CA, Blansit K, Yu X, Kapp DS. Robotic versus laparoscopic versus open surgery in morbidly obese endometrial cancer patients: a comparative analysis of total charges and complication rates. Gynecol Oncol 2015;139:300-305.

32. Cardenas-Goicoechea J, Shepherd A, Momeni M, Mandeli J, Chuang L, Gretz H, Fishman D, Rahaman J, Randall T. Survival analysis of robotic versus traditional laparoscopic surgical staging for endometrial cancer. Am J Obstet Gynecol 2014;210:160.e1-160.e11.

33. Kilgore JE, Jackson AL, Ko EM, Soper JT, Van Le L, Gehrig PA, Boggess JF. Recurrence-free and 5-year survival following robotic-assisted surgical staging for endometrial carcinoma. Gynecol Oncol 2013;129:49-53.

34. Boggess JF, Gehrig PA, Cantrell L, Shafer A, Ridgway M, Skinner EN, Fowler WC. A comparative study of 3 surgical methods for hysterectomy with staging for endometrial cancer: robotic assistance, laparoscopy, laparotomy. Am J Obstet Gynecol 2008;199:360.e1-360.e9.

35. Zanagnolo V, Garbi A, Achilarre MT, Minig L. Robot-assisted surgery in gynecologic cancers. J Minim Invasive Gynecol 2017;24:379-396.

36. Ramirez PT, Frumovitz M, Pareja R, Lopez A, Vieira M, Ribeiro R, Buda A, Yan X, Shuzhong Y, Chetty N, Isla D, Tamura M, Zhu T, Robledo KP, Gebski V, Asher R, Behan V, Nicklin JL, Coleman RL, Obermair A. Minimally invasive versus abdominal radical hysterectomy for cervical cancer. N Engl J Med 2018;379:1895-1904.

37. Plante M, Renaud MC, Hoskins IA, Roy M. Vaginal radical

trachelectomy: a valuable fertility-preserving option in the management of early-stage cervical cancer. A series of 50 pregnancies and review of the literature. Gynecol Oncol 2005; 98:3-10.

38. Bernardini M, Barrett J, Seaward G, Covens A. Pregnancy outcomes in patients after radical trachelectomy. Am J Obstet Gynecol 2003;189:1378-1382.

39. Burnett AF, Stone PJ, Duckworth LA, Roman JJ. Robotic radical trachelectomy for preservation of fertility in early cervical cancer: case series and description of technique. J Minim Invasive Gynecol 2009;16:569-572.

40. Nick AM, Frumovitz MM, Soliman PT, Schmeler KM, Ramirez PT. Fertility sparing surgery for treatment of early-stage cervical cancer: open vs. robotic radical trachelectomy. Gynecol Oncol 2012;124:276-280.

41. Persson J, Imboden S, Reynisson P, Andersson B, Borgfeldt C, Bossmar T. Reproducibility and accuracy of robot-assisted laparoscopic fertility sparing radical trachelectomy. Gynecol Oncol 2012;127:484-488.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 산부인과 양성 및 악성 질환 치료에 있어서 점차 확대되고 있는 로봇수술에 대한 최신 지견을 정리하여 소개해 주고 있다. 로봇수술은 국내에서 기존 복강경 또는 개복 수술과 비교하여 수술비용이 높은 측면이 있지만, 선명한 수술 시야 확보와 쉬운 기구 조작 측면에서 장점이 있는 최소침습수술법이다. 이러한 로봇수술의 특징을 자궁근종, 자궁내막증, 골반장기탈출증, 자궁내막암, 자궁경부암에 따라 기존 보고들을 정리하여 서술해 주고 있다. 특히 자궁근종 수술에 있어서 로봇수술을 사용할 경우, 봉합이 쉽고 유착이 적어 향후 임신에 유리함을 제시해 주고 있다. 자궁내막증에서도 심부침윤 및 유착이라는 질환의 복잡성을 고려했을 때 로봇수술의 장점이 큼을 제시해 주고 있다. 이 논문은 산부인과 영역에서 로봇수술의 적응 질환과 장점을 이해하는데 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]