

NECA - 주제공모연구

# 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

2010. 12. 31

## 연구 경과

### 연구 시작일

2010년 6월 1일

### 토론회 개최일

2010년 12월 27일

### 연구 종료일

2010년 12월 31일

### 연구기획관리위원회 심의일

2011년 1월 26일

### 연구성과검토위원회 검토일

2011년 4월 1일

### 보고서 최종 수정일

2011년 6월 8일

## 주의

1. 이 보고서는 한국보건 의료연구원에서 수행한 연구사업의 결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 인용할 때에는 반드시 한국보건 의료연구원에서 시행한 연구사업의 결과임을 밝혀야 합니다.

연구진

연구책임자

신채민

한국보건의료연구원, 보건의료분석실 부연구위원

참여연구원

이윤재

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀 책임연구원

서혜선

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀 책임연구원

장보형

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀 책임연구원

박지은

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀 선임연구사

손희정

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀 연구사

양장미

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀

오성희

한국보건의료연구원, 의료기술분석팀

## 목차

Executive Summary .....	i
요약문 .....	i
1. 서론 .....	1
1.1 연구배경 .....	2
1.2 연구목적 .....	6
2. 연구방법 .....	7
2.1. 로봇수술 현황 .....	8
2.2. 로봇수술의 안전성 및 유효성 .....	10
2.3. 로봇수술 집도의 대상 설문 .....	19
2.4. 사회·문화적 관점에서의 로봇수술 .....	22
2.5. 경제적 관점에서의 로봇수술 .....	24
2.6. 토론회 개최 .....	25
3. 연구결과 .....	26
3.1. 로봇수술 현황 .....	27
3.2. 로봇수술의 안전성 및 유효성 평가 .....	33
3.3. 로봇수술 집도의 대상 설문 .....	109
3.4. 사회·문화적 관점에서의 로봇수술 평가 .....	132
3.5. 경제적 관점에서의 로봇수술 평가 .....	136
3.6. 토론회를 통한 의견수렴 .....	139
4. 고찰 .....	140
4.1. 로봇수술의 안전성 및 유효성 연구 .....	141
4.2. 로봇수술에 대한 로봇수술 집도의 대상 인식 조사 .....	143
4.3. 로봇수술에 대한 사회·문화적 관점에서의 평가 .....	146
4.4. 경제적 관점에서의 로봇수술 평가 .....	147
4.5. 소결 .....	148

5. 결론 및 정책제언 .....	149
5.1. 결과 요약 .....	150
5.2. 정책제언 .....	153
6. 참고문헌 .....	155
6.1. 체계적 문헌고찰에 선정된 문헌 .....	156
6.2. 경제적 평가 관련 참고문헌 .....	176
7. 부록 .....	179
부록 1. 검색전략 .....	180
부록 2. 질평가도구 .....	185
부록 3. 다빈치 로봇수술 집도 유경험 의사 대상 설문지 .....	187
부록 4. 선정된 문헌의 연구특성[양적분석에 포함된 문헌] .....	192
부록 5. 다빈치 로봇수술 관련 기사 .....	217
부록 6. 진행 중인 로봇수술 임상시험연구[clinicaltrial.gov 검색 결과] .....	224

## 표 차례

표 1. 검색한 국내외 데이터베이스 .....	12
표 2. 다빈치 로봇수술에 대한 설문조사 대상 및 방법 .....	19
표 3. 다빈치 로봇수술에 대한 집도 유경험 의사 대상 설문지 항목구성 .....	20
표 4. 기사 검색전략 .....	23
표 5. 전세계 다빈치 보급현황(2010년 10월 기준) .....	27
표 6. 인구 백만명당 보유현황(2010년 10월 기준) .....	27
표 7. 연도별 수술건수(2010년 10월 기준) .....	28
표 8. 분야별 국내 수술현황(2010년 10월 기준) .....	28
표 9. 진료과별 주요 수술분야 .....	29
표 10. 검색 문헌 중재별 분포현황 .....	34
표 11. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(전립샘절제술) .....	40
표 12. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(전립샘절제술) .....	40
표 13. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(갑상샘절제술) .....	42
표 14. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(신장절제술) .....	42
표 15. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(신장절제술) .....	43
표 16. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(직장수술) .....	43
표 17. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(위절제술) .....	43
표 18. CABG(coronary artery bypass grafting) 질평가 결과 .....	44
표 19. 승모판막성형술(Mitral valve repair) 질평가 결과 .....	44
표 20. 심방중격성형술(Atrial septal repair) 질평가 결과 .....	44
표 21. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(자궁절제술) .....	45
표 22. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(자궁절제술) .....	46
표 23. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(근종절제술) .....	46
표 24. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(근종절제술) .....	47
표 25. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(위바닥주름술) .....	47
표 26. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(위바닥주름술) .....	47

## 표 차례

표 27. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(신우성형술) .....	48
표 28. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(신우성형술) .....	48
표 29. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(방광절제술) .....	49
표 30. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(방광절제술) .....	49
표 31. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(담낭절제술) .....	49
표 32. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(부신절제술) .....	50
표 33. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과(난관문합술) .....	50
표 34. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(결장절제술) .....	51
표 35. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(배리아트릭수술) .....	51
표 36. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(근절개술) .....	51
표 37. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(직장고정술) .....	52
표 38. 로봇수술과 비교수술과의 질평가 결과(기타수술) .....	52
표 39. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 사망여부 비교 .....	58
표 40. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 근거수준 평가결과 .....	60
표 41. 로봇전립샘절제술과 개복수술의 근거수준 평가결과 .....	67
표 42. 로봇보조갑상샘절제술 관련 문헌의 특성 .....	68
표 43. 로봇보조신장절제술의 비교결과변수 근거수준 평가결과 .....	72
표 44. 로봇보조직장절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	73
표 45. 로봇보조위절제수술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	74
표 46. 로봇보조위절제수술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	75
표 47. 로봇보조CABG 관련 문헌의 특성 .....	76
표 48. 로봇보조승모판막성형술 관련 문헌의 특성 .....	77
표 49. 로봇보조심방중격성형술 관련 문헌의 특성 .....	78
표 50. 로봇보조근종절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	82
표 51. 로봇보조근종절제술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	83
표 52. 로봇보조위바닥주름술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	84



## 표 차례

표 53. 로봇보조위바닥주름술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	88
표 54. 로봇보조신우성형술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	89
표 55. 로봇보조신우성형술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	91
표 56. 로봇보조방광절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	92
표 57. 로봇보조방광절제술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	93
표 58. 로봇보조담낭절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	95
표 59. 로봇보조부신절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	97
표 60. 로봇보조난관문합술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성 .....	99
표 61. 로봇보조결장절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	102
표 62. 로봇보조배리아트릭수술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	102
표 63. 로봇보조근절개술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	103
표 64. 로봇보조직장고정술과 복강경수술과의 비교 문헌의 특성 .....	104
표 65. 로봇보조 기타 수술과 비교수술과의 문헌 특성 .....	105
표 66. 소속 병원에서의 시술 건수 .....	114
표 67. 기사의 분류 .....	132
표 68. 블로그 및 카페 게시글 분류 .....	135
표 69. 각종 수술법의 건당 평균 소요비용과 로봇 수술했을 때의 비용변화 .....	137
표 70. 국내 병원 별 로봇수술 비급여 고시 금액의 최소값과 최대값 .....	138
표 71. 설문조사를 통한 로봇수술의 부위별 건당 수술비 .....	138
표 72. 토론자 의견 정리 .....	139

## 그림 차례

그림 1. 문헌의 분류도구, DAMI .....	15
그림 2. 설문지 형태 - 웹 구현 형태 .....	21
그림 3. 국내 지역별 다빈치 분포 현황(2010년 12월 기준) .....	29
그림 4. 서울시내 다빈치 분포 현황(2010년 12월 기준) .....	29
그림 5. 국내 로봇 도입 누적대수와 수술건수 비교 .....	30
그림 6. 각 수술종재별 2차 문헌 분포 현황(중복허용, 문헌수) .....	31
그림 7. 문헌 선정 흐름도 .....	33
그림 8. 위바닥주름술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	36
그림 9. 위바닥주름술 관련 문헌 비돌림 위험 평가 그래프 .....	36
그림 10. 쓸개절제술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	37
그림 11. 전립샘절제술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	37
그림 12. 배리아트릭수술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	37
그림 13. 부신절제술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	38
그림 14. 방광절제술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	38
그림 15. 직장수술 관련 각 문헌 비돌림 위험 평가 요약 .....	38
그림 16. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 .....	53
그림 17. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 재원기간 비교 .....	54
그림 18. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 .....	55
그림 19. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교(단일 술자) .....	56
그림 20. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 수혈비율 비교 .....	57
그림 21. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 합병증비율 비교 .....	57
그림 22. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률 비교 .....	58
그림 23. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률(pT2) 비교 .....	59
그림 24. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률(pT3) 비교 .....	59
그림 25. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 요실금 회복정도 .....	60
그림 26. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 수술시간 비교 .....	61

## 그림 차례

그림 27. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 재원일수 비교 .....	62
그림 28. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 추정출혈량 비교 .....	63
그림 29. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 수혈비율 비교 .....	64
그림 30. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 합병증비율 비교 .....	65
그림 31. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 절제면양성률 비교 .....	66
그림 32. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 .....	69
그림 33. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 재원일수 비교 .....	70
그림 34. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 .....	70
그림 35. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 수혈비율 비교 .....	71
그림 36. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 합병증비율 비교 .....	71
그림 37. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 .....	79
그림 38. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 재원일수 비교 .....	80
그림 39. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 .....	81
그림 40. 설문대상자와 설문응답자 구성비 .....	109
그림 41. 다빈치 수술분야 .....	110
그림 42. 다빈치 수술분야 - 전공별 .....	111
그림 43. 병원에서의 다빈치 도입 배경 .....	112
그림 44. 기존 수술법과 다빈치 수술법 중 수술법 선택시 주요 결정인자 .....	113
그림 45. 다빈치 수술에 필요한 인력구성 .....	115
그림 46. 다빈치 수술방법/술기 습득 경로 .....	116
그림 47. 전공분야에서 학습곡선 극복에 필요한 시술 건수 .....	117
그림 48. 학습곡선 극복에 필요한 다빈치 시술 건수-비뇨기과 .....	117
그림 49. 학습곡선 극복에 필요한 다빈치 시술 건수 .....	118
그림 50. 다빈치 수술을 도입함으로써 기대되는 이익 및 효과 .....	119
그림 51. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 도입 필요성 .....	120
그림 52. 다빈치 수술 도입 필요성- 주관식 정리 .....	121

## 그림 차례

그림 53. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준 .....	122
그림 54. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준 .....	122
그림 55. 다빈치 수술 집도의사에 대한 인센티브 제공 여부 .....	123
그림 56. 로봇수술 관련 기술사용에 대한 병원차원의 질관리 여부와 방법 .....	124
그림 57. 병원차원의 다빈치 수술과 관련한 병원 역량 자체적 평가 여부와 방법 .....	125
그림 58. 다빈치 수술 시행과 관련한 애로사항 .....	126
그림 59. 다빈치 수술 도입 및 운영과 관련한 애로사항 .....	127
그림 60. 다빈치 수술 시행과 관련하여 설문에서 언급되지 않은 이슈 .....	128
그림 61. 다빈치 수술 수행과 관련하여 바라는 사항, 주관식 재구성 .....	130
그림 62. 출판문헌에서의 보고하고 있는 시술 환자 수와 국내 시술 건수 비교 .....	131
그림 63. 주요 내용별 기사 분류 결과 .....	133

## Executive Summary

### 1. Purpose

After the FDA approval of robot surgery in the year of 2000, robot surgeries have been actively performed, and the surgeries have been performed in many diseases by showing its surgical cases to reach more than 13,000 cases in Korea after its approval by KFDA in 2005. But it is necessary to evaluate the effectiveness and safety of robot surgeries compared to other comparative surgical procedures considering its issues on high cost and monopoly. To prevent the abuse of performing indiscreet DaVinci surgeries for unverified indications and to perform correct medical examination by considering clinical characteristics of patients rather than the convenience of investigator, the present study aimed to perform health technology assessment study regard on the safety and effectiveness of robot surgeries by reflecting the national status of Korea to provide correct information to general people and to provide evidences that are necessary for the establishment of political action to decision makers.

### 2. Methods

#### 1) Current status of robot surgery

The present study was performed by reviewing the studies, reports and presentation data published along with the cooperation of a robot surgery company.

#### 2) Safety and effectiveness assessment of robot surgery

For the evaluation of studies related to the safety and effectiveness of robot surgery, 3 databases and 5 Korean local databases were reviewed.

The present study was performed by subjecting all robot surgeries. Robotic surgery studies compared with laparoscopy of open surgery were selected, and non-comparative studies were excluded. No limitation was set on the study period and language. The study was progressed by allowing two researchers to select a study report independently. Two researchers independently selected studies for inclusion, and a researcher performed the extraction for selected studies by using a standardized data extraction form, and the extracted result was complemented by the other researcher. Analysis was performed by using RevMan 5.0, and the estimated effect value for variable was described by using the continuous variable of mean difference (MD), and the risk ratio was performed if the variable was a binary variable.

### 3) Questionnaire for subjected robot surgery performers

Web-based questionnaire survey was performed by subjecting 184 robot surgery performing surgeons in 24 hospitals. Through the survey, the opinions of medical specialists who performed robot surgeries were investigated and the status for the robot surgeries in Korea was understood by performing the questionnaire survey to the robot surgery experienced medical specialists.

### 4) Robot surgery from sociocultural perspective

To figure out the content and volume of information regard on the DaVinci robot surgery that could be gathered from current media, the related news articles posted on the media were reviewed and classified to confirm its reported frequency based on the type of main content. To understand the types of DaVinci robot surgery related information that is required by the Korean society, the main stories posted on the online communities formed by patients, patient families and medical specialists who are directly related to the surgeries were reviewed and those stories were classified for the arrangement of

major contents.

#### 5) Robot surgery from economical perspective

Through the study reviews for the studies that discussed about the economical perspective of robot surgeries, the evaluation for robot surgery out of Korea from the economical perspective was figured out, and the surgical costs for robot surgeries in Korea were investigated.

### 3. Results

#### 1) Current status of robot surgeries

The results of investigating robot surgeries revealed that Korea was registered as the 5th largest nation holding the robot surgical equipments in the world based on October, 2010. The system owned by each million population was investigated to be the 3rd largest country in the world. After the KFDA approval in the year of 2005, the overall robot surgery performance cases were estimated to be 13,700 cases within the nation based on October, 2010. In addition, health technology assessment reports were reviewed and the robot surgery evaluation results in foreign nations were figured out and sorted.

#### 2) Evaluation of safety and effectiveness of robot surgeries

A systematic study review was performed to select total 171 study articles. Since the interventional surgeries that were discussed at the 171 studies were so various, the types of the surgeries were classified into 19 groups, and only 7 study articles were suggested to be the studies that could be used to perform an actual quantitative analysis (meta-analysis). The meta-analysis performed interventional surgeries were the prostatectomy, hysterectomy and nephrectomy. Due to the difference of subjected patient groups and limited volume

of the studies, only a qualitative study was performed for other surgeries.

Initially, the result that was acquired by performing systematic reviews on prostatectomy by comparing the robot and open surgery revealed that hospitalized period, bleeding volume and transfused blood volume were found to be significantly low in robot surgery, and the comparison of robot surgery and laparoscopic surgery revealed to show significantly low hospitalized period and bleeding volume, but it was difficult to determine the effectiveness of robot surgery due to the low consistency of reviewed results with low evidence level, and no difference was observed compared to laparoscopic surgeries by using currently available evidences from the aspects of survival rate, relapse rate and occurrence of serious side effects.

The evidences for the safety and effectiveness of robot surgeries for other organs other than prostatectomy were found to be insufficient.

As a whole, it was difficult to withdraw a conclusion through the systematic reviews due to heterogeneity between the studies by the characteristics of surgeons, variance of result variables and by the difference of result definition. Since the studies performed by subjecting cancer patients were prevalent type of the surgery, the effectiveness of the surgery could be verified by observing relapse rate and long term death rate of the patients, but it was difficult to make a conclusion under the current status since the long term follow up studies were rarely performed with the scarcity of studies that reviewed the recurrence and death rates.

Therefore, since various studies are currently performed as of now, it is necessary to put more attention on the future study results. To determine the effects of robot surgeries, it is considered to be necessary to perform long term follow up studies and to perform highly qualitative studies equipped with standardized research design.



### 3) Questionnaire investigation for the robot surgery surgeons

In the questionnaires formed with total 18 items, 74 surgeons responded by showing 40.2% of response rate. The present questionnaire investigation can have its importance as the first study that was performed to investigate the acknowledgement of robot surgery and current status of the surgery by subjecting robot surgery performing surgeons within the nation. The surgeons performing robot surgeries considered robot surgery level as the excellent one. As the background of introducing robot surgeries, provision of good quality of health service and consideration of hospital image were investigated to be the most commonly considered reasons. As the major determinants of deciding the performance of DaVinci surgery, patients' economical burden was the most commonly selected reason, and the monopoly and high cost problem were pointed out as the largest problems as the obstacles of spreading robot surgeries. Considering from the aspects, the economical aspect of robot surgery is considered to be a large consideration in Korea other than clinical effectiveness and safety of robot surgeries. Through the analyses of using the current status investigation, the robot surgeries was most commonly found to be performed in the surgeries of prostate gland, kidney, and thyroid gland, which showed a slight gap from the evidence amount of the study mainly published out of Korea.

### 4) Robot surgeries from sociocultural perspective

For the evaluation of DaVinci robot surgery from sociocultural perspective, 260 related news articles and 60 online posted comments were reviewed. As the results of reviewing the related news articles, the health institution and surgery advertising news overwhelmingly occupied the articles, which were followed by the articles that described about the detailed surgical procedures and expected effects of DaVinci robot surgery to specific indications as the level of surgical advertisement.

Under the circumstances without satisfactory levels of good qualitative individual studies regard on the effectiveness and safety of DaVinci robot surgery, promotional new articles about the achievement of surgeons in a specific hospital, that could be misunderstood as the objective information about the DaVinci robot surgery were commonly circulated. Therefore, it is considered that the information between the scientific evidence of DaVinci robot surgery and the information circulated through the current media has a gap. Very little information regard on merits and demerits of robot surgeries that were compared with previous surgical procedures and the cost effectiveness of the surgery was available. So, it is considered that the related information on the current development status and future plan for the robot surgery has to be actively provided from related government officials, academic societies and from industries.

#### 5) Robot surgeries from economical perspectives

At the time of reviewing the studies that were performed out of Korea, the cost difference between the cases of applying and not applying robot surgeries in various surgical techniques, the use of robot surgeries required to spend more than 1,600 US dollars (6% of surgery related expenditure) based on the year of 2007. To the extent of considering the payment for the purchase of a robot system, more than 3,200 US dollars that is estimated to take up 13% of the surgery related expenditure was required. To figure out the expenditure of robot surgery in Korea, each hospital homepage survey and questionnaire survey were performed. But the surgical cost for each organ was only allowed to be estimated as the expenditure range. Although there was a difference by the application of surgical methods, the approximated cost of robot surgery was ranged to be 500-1,200 million won. Considering the fact that the insurance payment for the conventional standard surgeries was

allowed, especially considering the health insurance deductible payment of 5%, the cost of robot surgery that was imposed onto a patient was relatively large one compared to conventional surgeries.

#### **4. Discussion and Conclusion**

Although the present study can have a significance of performing systematic reviews including quantitative analyses for all surgical methods of using robot surgeries, the present study was limited by the difficulties of eliminating heterogeneity and by the rarity of study articles that discussed about result variables that can be used to determine the safety and effectiveness of the surgery. In addition, although the present study can have its significance as the first study that reviewed the acknowledgment survey for robot surgery by subjecting surgeons who perform the surgery and as the first study that attempted to figure out the current status of robot surgery within the nation, it was limited by the depreciating representativeness and preciseness of the study.

However, the present study evaluated robot surgeries from various perspectives, since the evidences for safety and effectiveness of robot surgery compared to conventional surgeries were difficult to have, the study can suggest the following contents regard on the robot surgeries in Korea.

Robot surgeries were still expensive surgery compared to conventional surgeries and it showed a large gap from the aspect of patient's burden for its expense since the surgeries were not covered by insurance payment, but when the surgeries were evaluated from the currently acquired evidences, the claimed evidences for the significantly large cost effectiveness of the treatment were found to be low.

Even without the enough accumulation of evidences for robot

surgeries, the performance of robot surgeries in Korea have been performed frequently compared to nations. If robot surgeries are introduced in Korea without full discretion, it can be economically burdensome to general people and can have harmful effects on the health of general people. Therefore, the related medical staffs have to select a surgical method in an objective and neutral attitude by considering the clinical characteristics of a subjected patient who will receive a surgery and precise information has to be delivered to the patients to help them in selecting appropriate surgical procedures.

For the correct settlement of robot surgeries in Korea, it is necessary to provide a precise information regard on robot surgery through the merit and demerit evaluation performed with currently performed comparative surgical procedures. For that purpose, the performances of clinical studies that are equipped with standardized clinical research design are considered to be necessary. Especially for the robot surgery field that is actively performed, but with limited clinical studies that can help in determining its effectiveness, the provision of surgical evidences by performing clinical researches are urgently necessary. In addition, robot surgeries should not be used as a competitive approach between hospitals. If it is an absolutely necessary health technology, the introduction has to be made regionally, and impractical competition has to be avoided by placing upper and lower limits of robot surgical system introduction cost and surgical cost of the surgery.

In case of the surgery that is performed widely with sufficient amount of evidences (prostatectomy), a guideline has to be established to determine which type of patients will be benefited by the performance of the surgery. In case of newly developing robot surgeries with less sufficient amount of evidences, it is considered that the surgeries have to be performed under well-designed clinical study plan rather than indiscreetly performing the surgeries by the patients' expenses to reduce the cost of patients' burden and to

accumulate evidences for the surgeries. Especially, since the studies that are progressed with the result variables that can correctly determine the effectiveness and safety of the surgery are limited, it is considered to perform high quality clinical studies by setting appropriate result variables for each indication. Also, based on the corresponding results, the cost effectiveness of the surgery has to be evaluated with comparative surgical procedures to provide the evidences for general people to select more economically desirable surgical procedure. Other educational program and quality management program within medical institutions that are related with robot surgeries have to be improved and the DaVinci system has to be continuously supplemented and developed to meet the characteristics of established indications to have its meaning in introducing robot surgeries in Korea.

## 요약문

### 1. 목적

로봇수술은 2000년 FDA 승인 후 국외에서 활발하게 시행되고 있다. 국내에서도 2005년 식품의약품안전청 승인 후 수술건수가 지속적으로 증가하고 있으며 로봇수술이 다양한 질환에 적용되고 있는 것으로 알려져 있다. 로봇수술의 증가 속도와 이에 대한 국내외 이슈(효과, 고비용, 독점 등)를 고려하였을 때 로봇수술이 비교수술에 비해 얼마나 효과적이고 안전한지 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 한국적 상황을 고려한 로봇 수술의 안전성과 유효성에 대한 의료기술분석(health technology assessment)을 통해 국민에게는 정확한 정보를 제공하고 정책결정자에게는 정책정립에 필요한 근거를 제시하고자 하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 로봇수술 현황

국내외문헌검색, 보도 및 발표자료 검토, 로봇수술회사의 협조 등을 통해 조사하였다.

#### 2) 로봇수술의 안전성·유효성 평가

관련 연구를 확인하기 위해 국외 3개 DB와 국내 5개 DB를 검색하였으며 수기 검색을 병행하였다. 모든 로봇보조수술을 대상으로 하였으며, 로봇수술과 복강경수술 및 개복수술과의 비교연구만을 포함하였다. 언어에는 제한을 두지 않았다. 각 문헌 당 두 명의 연구자가 독립적으로 문헌을 선택하고, 연구 특성표를 작성하였다. 자료 추출은 사전에 정의된 표준화된 형식의 자료추출양식을 이용하여 각 문헌당 한 명의 연구자가 추출하고 다른 연구자가 이를 보완하는 방법으로 진행하였다. 분석에는 RevMan 5.0 소프트웨어를 활용하였으며, 변수에 대한 효과 추정치는 연속형 변수인 경우 mean difference(MD)로, 이분형 변수인 경우 risk ratio로 분석하였다.

### 3) 로봇수술 집도의 대상 설문

로봇수술을 시행하고 있는 국내 24개 병원의 184명의 로봇수술 집도의를 대상으로 온라인(web-based) 설문조사를 시행하였다.

### 4) 사회문화적 관점에서의 로봇수술

현재 매체를 통해 유통되고 있는 다빈치 로봇수술 관련 정보의 내용과 양을 파악하기 위해서 관련 기사를 검토 및 분류하여 주요 내용 별 빈도를 확인하였고, 한국 사회가 필요로 하는 다빈치 로봇수술 관련 정보의 종류를 파악하기 위해서 시술에 가장 직접적으로 관련된 환자, 환자 가족, 의료전문가가 이용하는 온라인 커뮤니티 게시글을 검토 및 분류하여 주요 내용을 정리하였다.

### 5) 경제적 관점에서의 로봇수술

경제적 관점에서 로봇수술을 연구한 문헌조사를 통해 국외에서의 경제적 관점에서의 로봇수술 평가에 대해 알아보고, 국내에서의 로봇수술 시술비용 등을 조사하였다.

## 3. 결과

### 1) 로봇수술 현황

국내외의 로봇수술 현황을 조사한 결과 한국은 로봇수술 기기 세계 5위 보유국이자 인구 백만명 당 보유대수는 세계 3위로 조사되었다(2010년 10월 기준). 국내 2005년 식품의약품안전청 승인 이후 국내 전체 시술건수는 약 13,700건으로 추정되었으며, 비뇨기과, 일반외과, 산부인과 순으로 많이 시행되고 있었다(2010년 10월 기준).

### 2) 로봇수술의 안전성·유효성 평가

체계적 문헌고찰을 수행한 결과 로봇수술과 기존수술을 비교한 국내·외 비교연구는 총 171편이었다. 171편의 문헌에서 다루고 있는 중재수술은 매우 다양하여 19개 군으로 분류할 수 있었으며, 이 중 실제 정량적인 분석(메타분석)이 가능한 중재군은 3개 군에 지나지 않았다(전립샘, 신장절제술, 자궁절제술) 그 외 수술은 대상 환자군의 차이와 문헌수가 적어 서술적인 분석만을 수행하였다.

가장 많은 연구가 이루어진 전립샘암 수술의 경우 로봇수술이 개복 수술 및 복강경 수술에 비해 입원기간은 짧았고 출혈량은 적었으며 개복 수술에 비해서는 수혈량도 낮았다. 하

지만 연구 간 이질성이 커서 효과 크기에 대한 결론은 내릴 수 없었다. 또한 현재까지의 근거로는 장기 생존율, 재발률, 심각한 부작용 등과 같은 주요 지표에서 로봇수술이 기존 수술법에 비해 차이가 있다는 근거는 없었다.

전립샘암 이외의 질환에서 로봇수술의 임상적 유용성을 평가하기 위한 근거는 부족하였다. 자궁내막암 및 자궁경부암 환자를 대상으로 한 자궁절제술의 경우 로봇수술이 출혈량은 낮았으나 수술시간, 입원일수에는 차이가 있다는 근거가 없었다. 신장암 환자를 대상으로 한 신장절제술의 경우 복강경 수술과 비교한 관찰연구는 9편이었으며 이를 분석한 결과 수술시간, 입원일수, 수혈 요구도, 합병증 비율에서 로봇수술과 복강경 수술 간에 차이가 있다는 근거는 없었다. 그 외 질환에 적용되는 수술의 경우 개별 질환 당 기존 수술법과 비교한 문헌이 1~4편 정도로 적고 문헌 간 일관성이 낮아 효과 여부에 대해 판단을 내릴 수 없었다.

전반적으로 대부분의 연구에서 수술자의 특성, 결과변수의 다양성, 결과 정의 차이 등으로 이질성이 심해 체계적 문헌고찰을 통해 결론을 내리기 어려웠으며, 암 환자를 대상으로 한 연구가 많아 재발이나 장기간 사망률을 관찰해야 수술의 유효성을 입증할 수 있을 것으로 생각되나, 장기간 추적 관찰 연구가 드물고, 재발, 사망률을 본 연구가 적어 현 상황으로는 결론을 내리기 어려웠다.

### 3) 로봇수술 집도의 대상 설문

총 18개 항목으로 구성된 설문지에 74명이 응답하여 응답률을 40.2%를 보였다. 2010년 8월 현재 로봇 수술 집도의 수는 약 180여명 정도로 파악되며 이들을 대상으로 한 설문조사에는 총 74명이 응답하였다(응답률 40.2%). 다빈치 수술 분야는 총 17개였으며 전립샘, 신장, 갑상샘 수술을 가장 많이 수행하고 있는 것으로 나타나 국외에서 주로 출판된 문헌의 근거의 양과는 차이를 보이는 질환군이 있는 것으로 조사되었다. 로봇수술을 시행하고 있는 시술자들은 우리나라에서의 로봇수술을 우수하다고 판단하고 있었으며, 로봇수술 도입배경으로는 양질의 의료서비스 제공, 병원 이미지 제고 등을 가장 많이 고려한 것으로 조사되었다. 다빈치 수술 시술 결정에 영향을 미치는 주요 결정인자로는 환자의 경제적 부담이 가장 컸으며, 로봇수술 확산의 걸림돌로 독점체제와 고비용 문제를 가장 큰 문제로 지적하여 이로 짐작해볼 때 현재 국내에서는 로봇수술의 임상적 유용성 안전성 외에도 경제적인 측면이 매우 큰 고려 사항인 것으로 생각된다.



#### 4) 사회·문화적 관점에서의 로봇수술

다빈치 로봇수술의 사회문화적 관점에서의 평가를 위해 260개의 관련 기사와 60개의 온라인 게시글을 검토하였다. 관련 기사 검토 결과, '의료 기관 및 시술홍보' 기사가 압도적으로 많았으며 그 다음으로 높은 빈도를 차지한 '다빈치 수술의 특정 적응증에 대한 효과성'도 시술홍보 차원에서 조금 더 상세하게 수술법과 기대 효과를 서술한 것이 대부분이었다. 이와 같이 다빈치 로봇수술의 효과성 및 안전성에 대한 양질의 개별 연구가 충분하지 않은 상태에서 다빈치 로봇수술에 대한 객관적인 정보로 오해될 수도 있는 특정 병원 및 집도의의 성과 홍보를 위한 홍보성 기사가 언론에서 다수 유통되고 있음이 확인되었고, 따라서 다빈치 로봇수술에 대한 과학적 근거와 현재 매체를 통해 유통되는 정보 사이에 간극이 존재하는 것으로 판단된다. 환자들이 궁금해 하고 있는 기존 수술과 비교한 장단점이나 비용대비 효과 등에 대해서는 관련 정보가 매우 적어 관련 정부관계자, 학회 및 산업체에서 현 개발 상황 및 향후 계획 등과 관련한 정보를 적극적으로 제공할 필요가 있다고 판단되었다.

#### 5) 경제적 관점에서의 로봇수술

국외문헌에서 살펴보았을 때 각종 수술법에서 로봇을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우의 비용의 차이를 산출하였을 때, 로봇을 사용하는 경우 2007년 기준으로 수술 건당 미화 약 1,600불(수술관련 비용의 6%)이 더 소요되는 것으로 나타났다. 로봇 기기 구입에 대한 상환금액까지 고려하였을 때는 수술관련 비용의 13%에 상당하는 금액인 미화 3,200불이 더 소요되는 것으로 나타났다. 국내에서의 로봇수술의 비용을 파악하기 위하여 각 병원 홈페이지 조사와 설문조사를 시행하였으나 부위별로 제공하지 않거나 범위로만 파악할 수 있어 금액의 범위만을 판단할 수 있었다. 로봇수술의 수술비는 수술방법에 따라 일부 차이가 있긴 하지만 대략 500만원~1,200만원 사이였으며, 기존의 수술이 급여가 인정되는 점, 특히 암 수술의 경우 본인부담률이 5%인 점 등을 고려 시 환자에게 가해지는 비용부담은 기존 수술에 비해 큰 수준이었다.

### 4. 고찰 및 결론

로봇수술은 기존의 수술과 비교할 때 고가이며 비급여이기 때문에 환자의 비용부담이 크다고 할 수 있다. 하지만 현재까지의 근거에 입각하여 분석하였을 때는 가격대비 치료효과가 현저히 크다고 주장할 수 있을만한 근거는 없는 상황이다. 국내 로봇 수술의 증가 속도로 미루어보아 근거가 충분히 축적되지 않은 상태로 로봇수술이 확산될 경우 환자에게 경

제적 부담을 지을 수 있을 뿐만 아니라 건강상의 위해도 미칠 수 있다는 점을 반드시 고려하여야 한다. 그러므로 관련 의료진들은 수술대상 환자의 임상적 특성을 고려하여 객관적이고 중립적으로 수술법을 선택하여야 할 것이며, 환자에게 로봇 수술과 비교수술법 모두에 대한 정확한 정보를 알려주어 수술법 선택에 도움을 줄 수 있어야 할 것이다.

로봇수술이 국내에 올바르게 정착하기 위해서는 다빈치 수술이 단순히 새로운 의료기술이기 때문에 도입되어야 한다는 논리보다는, 현재의 비교수술에 비해 어떠한 장점과 단점을 갖고 있는지에 대한 명확한 평가를 통해 로봇수술에 대한 정확한 정보를 생성하고 제공할 필요가 있다. 따라서 표준화된 연구 설계를 갖춘 임상연구가 필요하며, 특히 국내에서 활발하게 시행되고 있으나 관련 연구가 적고 근거가 불확실한 분야의 경우 임상연구를 통한 근거생성이 시급하다. 또한 병원 간의 경쟁수단으로 삼기 보다는 필요한 의료기술이라고 판단되는 경우 권역별로 도입하거나, 도입단가 및 수술비의 상·하한선을 두어 무리한 경쟁을 피하도록 할 필요가 있다.

국내외에서 많은 수술이 시행되고 있고, 근거의 양이 많은 일부 수술의 경우(예. 전립샘) 어떠한 환자에게 로봇수술을 적용했을 때 이득이 있는지 또는 예상되는 위해가 있는지에 대한 지침을 수립해 나가야 할 것이며, 근거의 양이 많지 않고 새롭게 개발되고 있는 로봇수술의 경우 무분별하게 환자부담으로 수술을 도입하기 보다는 체계적으로 설계된 임상연구 계획 하에 수술을 수행함으로써 환자의 부담을 줄이고 근거를 축적해 나가야 한다. 특히 현재 유효성과 안전성을 제대로 판단할 수 있는 결과변수로 진행되는 연구가 많지 않은 만큼, 각 적응증별로 적합한 결과변수 설정을 통한 질 높은 임상연구가 진행되어야 한다. 또한, 해당 결과를 토대로 비교수술과의 비용 효과성 평가 등을 수행하여 보다 일반 국민이 보다 경제적이고 적합한 수술법을 선택할 수 있도록 근거를 마련해 주어야 할 것이다. 또한 교육 프로그램 및 의료기관 내 질 관리 프로그램 등과 같은 질 관리 체계의 수준 향상을 위한 노력이 동시에 이루어져야 하며 정해진 적응증별 특성에 맞게 지속적으로 다빈치 시스템을 보완, 발전시켜야 로봇수술의 국내 도입이 의미 있을 것이다.

# 1. 서론

## 1.1. 연구배경

### 1.1.1. 로봇수술의 역사

1990년대 들어 다양한 종류의 로봇을 이용한 수술법이 도입되었다. 1992년 인공관절 삽입수술 시 삽입부위의 인공관절을 가공하는 CAD/CAM 시스템인 로보닥이 최초로 사용되었으며, 1994년 복강경 수술 시 보조의사의 역할을 대신하여 시술자의 명령에 따라 카메라를 인체 내에서 고정해주거나 이동해 주는 AESOP이 Computer Motion사에 의해 개발되었다. 1997년 Intuitive Surgical사에 의해 3D 영상시스템을 갖추고 7자유도 구현이 가능한 4개의 로봇팔을 가진 원격 수술용 로봇인 다빈치(Da Vinci)가 개발되었다. 비슷한 시기인 1998년 Computer Motion사에 의해 2D 영상 시스템을 갖추고 있고 5자유도 구현이 가능한 로봇팔을 가진 수술기구 조정로봇인 제우스(ZEUS)가 개발되었다. 하지만 제우스의 경우 단순히 복강경 기구를 잡아 주는 역할만 가능하였고 입체 영상 전달이 불가능하였으며 2003년 Intuitive Surgical사가 Computer Motion사를 합병하게 되면서 생산이 중지된 상태이다. (제우스는 복강경 기구들을 시술자 대신 잡아 주는 장치인 반면, 다빈치는 환자의 몸 안에 삽입되는 로봇으로 집도의의 원격 조정에 의해 시술자의 손처럼 움직여서 수술을 수행한다. 또한 집도의에게 좌우 반전없이 10배 확대된 입체영상을 전달할 뿐만 아니라 손떨림을 보정하여 집도의가 좀 더 수술을 수월하게 할 수 있는 장점이 있음)

다빈치는 2000년도에 미국 FDA로부터 비뇨기과 수술 등의 사용목적으로 승인되었으며, 국내에서는 2005년 7월 13일에 식품의약품안전청으로부터 일반외과, 흉부외과, 심장외과, 비뇨기과, 산부인과, 소아외과 등의 분야에서의 수술을 사용목적으로 하여 허가를 득하였다. 국내에서는 2005년 7월 15일에 신촌 세브란스 병원에서 다빈치를 이용한 수술이 최초로 수행되었으며, 분야는 담낭절제술 및 전립샘암 수술이었다.

### 1.1.2. 다빈치 수술의 특성

다빈치(Da Vinci)는 단순히 복강경 기구를 잡아 주거나 제한적 기능을 가졌던 기존의 로봇(로보닥, 이습, 제우스 등)과 달리 인체의 몸 안에 삽입되어 원격으로 시술자의 손놀

림을 반영하여 수술을 수행하는 로봇으로 팔과 몸통으로 이루어진 로봇카트와 원격에서 로봇의 팔을 조종할 수 있는 콘솔로 구성되어 있다. 로봇 카트는 높이 2m, 무게 544kg이며, 보통 4개의 팔이 부착되어 있는데 하나의 팔에는 카메라가 장착되어 있고, 나머지 3개는 수술을 수행할 수 있게 되어 있다. 영상적인 측면에서 다빈치는 좌우반전 없고 사각지대가 최소화된 확대된 3D 입체 영상(최대 10배)을 제공하고 있으며, 로봇팔의 경우에는 인체 내에서 7자유도의 유연함을 가지고 540도 회전할 수 있는 특징이 있을 뿐만 아니라 손떨림이 없어 미세봉합, 박리 및 지혈 등이 가능하다. 이와 같은 이점으로 인해 관련 집도의들은 복강경 등 기존 수술법에 비해 효율적이고 정밀한 수술이 가능하다고 설명한다. 이 외에도 보통 5-8mm 크기의 구멍을 4개 정도 뚫어 로봇팔을 집어넣어 수술하기 때문에 개복수술에 비해 감염 위험이 낮을 뿐만 아니라 흉터가 작아 미용 상 만족도가 높다는 장점이 있다. 그 밖의 복강경이나 개복수술에 비해 학습곡선(learning curve)이 짧을 뿐만 아니라 집도의가 콘솔에 앉아서 수술을 수행할 수 있어 체력 부담이 적다는 장점이 있다. 최근에는 현 시스템을 보완하여 2명의 의사가 동시에 수술을 진행할 수 있는 콘솔이 2개인 다빈치가 개발되어 시판되고 있다.

상기와 같은 이유로 현재 국내에서는 비뇨기과, 외과, 산부인과, 흉부외과를 포함한 다양한 분야의 수술에 다빈치가 사용되고 있다. 하지만, 초기 다빈치 시술자의 경우 해당 수술팀의 숙련도 및 학습시간에 따라 수술결과의 편차가 크므로 일정 수준의 학습곡선을 극복해야 할 뿐만 아니라 촉각 피드백이 결여되어 있어, 초기 시술자의 경우 시술부위 주변의 혈관 천공 및 조직 손상이 불가피한 경우가 많다. 이 외에 trocar 삽입 부위 설정과 관련하여 초기 세팅 시간이 많이 소요되는 단점이 있는데 특히 비만이거나 체구가 작은 환자의 경우 삽입 부위 선정이 어려우며, 이와 같은 이유로 긴급하게 수술이 필요한 경우에 그 이용이 제한되고 있다.

### 1.1.3. 국내·외 이슈

#### 1.1.3.1. 고가의 수술비

현재 비급여 항목인 관계로 공식적으로 공개된 정확한 수술비 파악이 어렵지만 수술 수행병원 고시자, 관련 집도의 설문 및 인터넷 환우회 블로그 등을 통해 조사한 결과 평균 수술비가 700만원~2,000만원 사이였으며, 이는 기존 수술에 비해 3배~10배 정도의 고가임을 알 수 있으며, 현재 많은 환자 및 환자 가족들이 고가의 수술비에 대하여 토로하고 있는 상황이다.

### 1.1.3.2. 고가의 도입비 및 유지비용

모델별, 환율별 다소 차이가 있긴 하나 다빈치의 평균 도입가는 현재 약 30억~40억 정도이며, 한대당 연간 유지비용이 약 2억~2억 5천만원 정도이다(10회 사용 시마다 약 300만원에 이르는 로봇팔 교체 비용 및 소모품 등 유지비 필요. 단, 같은 부위, 같은 종류의 수술이라 하더라도 시술자의 수술방법에 따라 소모품이 다르게 사용됨 이처럼 시술자의 술기에 따라, 수술형태 및 시술방법이 상이한 관계로 소모품 연간 교체비용 일괄적으로 통계를 내기에 한계가 있음). 도입 비용은 제외하고 연간 유지비용을 기준으로 수지타산을 맞출 때 다빈치 1대당 연간 150건~200건의 수술(평균 15건/월)을 수행하여야 한다고 보도자료를 통해 발표되고 있다.

### 1.1.3.3. 독점판매

현재 Intuitive Surgical사에서 다빈치를 제조, 전 세계에 보급하고 있으며 다빈치에 견줄만한 경쟁력 있는 수술용 로봇은 없는 상태이다. 이러한 독점 공급 상황에서 Intuitive Surgical사가 굳이 가격 경쟁을 할 필요가 없기 때문에 다빈치를 도입하고자 하는 대부분의 병원에서는 가격관련 흥정 없이 해당 제조업체에서 제시하는 가격을 수용할 수밖에 없다.

### 1.1.3.4. 과잉수술 및 남용

기존 수술과 비교할 때 가격대비 치료효과가 크지 않다는 연구결과 및 전문가 지적 등을 고려함에도 불구하고, 첨단 의료장비에 대한 국내 의료진과 환자들의 선호 및 국내 대형병원들의 홍보 목적 등으로 인해 각 병원들이 경쟁적으로 다빈치를 도입하여 다양한 분야에서 많은 양의 수술을 수행하고 있다. 특히 국외에서 일반적으로 잘 수행되지 않는 적응증 등에도 다빈치 수술이 적용되고 있다(예, 갑상샘암, 폐암 등). 물론 이로 인해 우리 의료 기술의 수준 향상 및 의료분야 국제 주도권 선점이라는 점에서는 일부 장점이 있으나 외국에서 수행하지 않는 수술법 대해 한국인이 외국의 안전성, 유효성 시험대상이 될 수 있다는 우려가 지속적으로 제기되고 있다.

### 1.1.3.5. 관련 부작용

다빈치 수술법에 대해 충분한 경험을 축적하지 못할 경우, 오히려 기존 수술법 보다 더 많은 부작용이 생길 수 있다고 보고되고 있다. 전립샘 암 수술을 예로 들자면 동 수술법에 미숙한 의료진이 수술을 수행할 경우 성기능 상실, 요실금 등의 부작용 발생을 등이 기존

수술법에 비해 크다고 보고되고 있다. 원인은 다빈치의 경우 촉감을 느낄 수 없는 상태에서 원격으로 집도의가 조종하여 수술하기 때문에 수술 중 실수로 전립샘을 둘러싼 신경 등을 잘못 건드렸기 때문인 것으로 보고되고 있다.<sup>1)</sup> 그 밖에 외과 등의 수술 중 복강 내에서 로봇팔을 실수로 잘못 움직일 경우 로봇팔 자체가 주변 장기에 가하는 압력이 크기 때문에 주변 장기가 손상을 받는 경우가 많다고 전문가들은 보고하고 있다. 이 외에도 근종 절제술 후(myomectomy) 후 엉덩이뼈 신경통(sciatic neuropathy)과 같은 부작용 및 수술도중 다빈치의 작동이상과 같은 긴급상황이 다수 발생하고 있으며 아직 정확한 원인은 밝혀지지 못한 상황이다.

#### 1.1.3.6. 응급수술 불가능

복강경이나 개복 등 기존 수술법에 비해 로봇수술을 준비할 경우 초기 세팅시간이 오래 걸려 수술실 회전율이 낮으며, 이러한 이유로 인해 긴급을 요하는 수술의 경우에는 다빈치를 이용하기엔 무리가 있다.

그 밖의 다빈치와 관련 이슈로는 국내·외 관련 교육 프로그램이 부족하여 다빈치 수술을 익히고자 하는 일부 집도의(특히 지방 병원에 근무하는 의사)들이 불편을 겪고 있다는 것과 병원 운영자 측면에서는 다빈치 도입이 병원 이미지 제고 및 홍보, 환자 유치라는 점에서 상당한 긍정적 효과를 나타내지만 다빈치 도입, 설치 및 유지에 상당한 비용이 소요될 뿐만 아니라 다빈치를 장착을 위한 별도의 대형 수술방이 필요한 상황이어서 도입 시 수술방을 신축 또는 기존 건물의 리모델링에 따른 부담이 이슈로 제기되고 있다.

#### 1.1.4. 연구의 필요성

최소 침습 및 미용을 고려한 고급의료에 대한 수요증가라는 현 의료상황을 고려할 때, 다빈치 수술로의 패러다임 변화는 자연스러운 변화이다. 하지만 검증되지 않은 적응증에 대한 무분별한 다빈치 수술의 남용을 방지 및 시술자 편의성만을 고려한 진료가 아닌 환자의 임상적 특징에 맞는 올바른 진료가 이루어 질 수 있도록 한국적 상황을 고려한 로봇 수술의 안전성과 유효성에 대한 의료기술 분석 연구를 수행하여 일반국민에게는 정확한 정보를 제공하고 정책결정자에게는 정책정립에 필요한 근거를 제시할 필요가 있다.

1) 코메디 닷컴 뉴스 2009.10.15 "비싼 전립샘암 로봇수술, 부작용 더 커

## 1.2. 연구 목적

체계적 문헌고찰 등의 방법론을 통해 안전성 및 유효성 측면에서 다빈치 수술과 기존 수술법(복강경 및 개복수술)의 비교효과를 평가하고 보도자료 및 관련 문헌 분석을 통해 사회·문화적 및 경제적 관점에서 다빈치 수술을 분석하고 설문조사를 통해 관련 현황 및 이슈를 파악·정리하여 국민에게 다빈치 수술과 관련한 정확한 정보를 제공하고 정책정립에 필요한 근거를 제시한다.



## 2. 연구방법

## 2.1. 로봇수술 현황

### 2.1.1. 전 세계 다빈치 보급현황

국외에서의 다빈치 보급현황은 국내외 문헌 및 홈페이지 등을 조사하여 정리하였다.

### 2.1.2. 국내 도입 및 시술 현황

국내에서의 로봇수술은 비급여이기 때문에 정확한 현황파악이 어려운 점이 있어 국내의 수입업체인 바이오로보틱스사의 협조와 문헌, 발표자료, 보도자료, 홈페이지 등을 종합하여 정리하였다.

### 2.1.3. 국내·외 연구현황

국외문헌 검색을 통해 2차 문헌(각 기관의 의료기술평가보고서, 체계적 문헌고찰 및 메타분석)연구를 검색하여 국내외 연구현황과 각 수술중재별 근거의 현황을 mapping 하였다. 각 중재별 전체적인 문헌의 양과 대상질환, 연구디자인, 결론 등을 파악하였다.

#### 2.1.3.1. 검색방법

##### ● 데이터베이스

검색 데이터베이스는 2차 문헌을 검색할 수 있는 다음 4개의 DB를 활용하였다.

- The Cochrane Library의 the Cochrane Database of Systematic Reviews(CDSR)
- Ovid-Medline
- Ovid-EMBASE
- Centre for Reviews and Dissemination(CRD)

##### ● 검색의 PICOTS

- Patients : All indication(모든 대상질환 포함)
- Intervention : robotic surgery
- Comparison : All

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

- Outcome : All
- S : Systematic review or Health Technology Assessment (HTA)  
(검색필터 : Ovid-Medline, Ovid-EMBASE에서 SIGN SR filter 사용<sup>2)</sup>)
- T : 2002년 이후 출판문헌

● 검색어

MeSH로는 Robotics를 사용하였으며, davinci, robot surgery 등의 free text도 포함하여 검색전략을 구성하였다. 자세한 검색전략은 부록 1에서 확인할 수 있다.

2) <http://sign.ac.uk/methodology/filters.html#systematic>

## 2.2. 로봇수술의 안전성 및 유효성

### 2.2.1. 목적

체계적 문헌고찰을 통하여 국내외에 발표된 비교 평가 문헌의 결과를 종합하고, 이를 바탕으로 로봇수술의 임상적 효과성 및 안전성에 대해 최신의 근거를 제공하고자 하였다.

### 2.2.2. 고찰을 위한 연구 고려 기준

#### 2.2.2.1. 연구 유형 (Type of studies)

- 무작위배정 비교임상시험
- 준무작위배정 비교임상시험
- 전향적 코호트 연구
- 비동시적/과거대조군 코호트 연구
- 후향적 코호트 연구
- 전향적 환자-대조군 연구
- 전후연구
- 시계열연구
- 단면연구

#### 2.2.2.2. 연구 대상 (Type of participants)

- Robot assisted surgery를 적용하는 모든 질환

#### 2.2.2.3. 중재법 (Type of interventions)

모든 Robot assisted surgery를 대상으로 하였다.

- Robot assisted prostatectomy
- Robot assisted hysterectomy
- Robot assisted fundoplication
- Robot assisted nephrectomy

- Robot assisted pyeloplasty
- Robot assisted cystectomy
- Robot assisted colectomy
- Robot assisted cholecystectomy
- Robot assisted adrenalectomy
- Robot assisted bariatric surgery
- Robot assisted thyroidectomy
- Robot assisted myomectomy
- Robot assisted rectal surgery
- Robot assisted tubal anastomosis
- Robot assisted coronary artery bypass grafting
- Robot assisted mitral valve repair
- Robot assisted gastrectomy
- Robot assisted myotomy
- Robot assisted rectopexy
- Robot assisted adnexectomy
- Robot assisted thymectomy
- Robot assisted cystoprostatectomy
- Robot assisted portoenterostomy
- Robot assisted lobectomy
- 그 외 Robot assisted surgery

#### **2.2.2.4. 비교군(Type of comparison)**

- 복강경 수술 (Laparoscopy)
- 개복 수술 (Open surgery)

#### **2.2.2.5. 결과(Type of outcome measures)**

- 수술시간 (Operative time)
- 재원기간 (Hospital stay)
- 출혈량 (Estimated blood loss)
- 수혈 (Transfusion rate)

- 합병증 비율 (Complication rate)
- 수술 중 및 직후 사망 (Perioperative and postoperative death)
- 삶의 질 (Quality of life)
- 수술후 통증 (Postoperative pain)
- 개복수술로의 전환 (Conversion to open, 단, 비교군이 복강경인 경우)
- 중재수술 관련 기능적 결과
  - : 배뇨자제비율(Continence rate, 단, 전립샘 수술 관련)
  - : 성교능력회복비율(Potency rate, 단, 전립샘 수술 관련)
  - : 임신비율 (Pregnancy rate, 단, 자궁 수술 관련)
- 재발율 (Recurrence rate, 암환자를 대상으로 한 경우)
- 생존율 (Survival rate, 암환자를 대상으로 한 경우)
- 절제면 양성률 (Positive margin rate, 단, 전립샘 및 방광수술 관련)
- 절제 림프절 수

#### 2.2.2.6. 언어(Languages)

- 제한없음

### 2.2.3. 문헌검색

사용된 데이터베이스는 다음과 같으며 각 데이터베이스의 검색어 및 결과는 부록 1에 기술하였다. 또한 추가로 수기검색을 수행하여 문헌을 최대한 검색하고자 하였다. 국외 데이터베이스는 2010년 7월 28일에 검색하였으며, 국내 데이터베이스는 2010년 8월 17일에 검색하였다.

표 1. 검색한 국내외 데이터베이스

국내 데이터베이스	한국Med	<a href="http://www.한국med.org">http://www.한국med.org</a>
	KISS	<a href="http://kiss.kstudy.com">http://kiss.kstudy.com</a>
	KMBASE	<a href="http://kmbase.medic.or.kr">http://kmbase.medic.or.kr</a>
	NDSL	<a href="http://www.ndsl.kr">http://www.ndsl.kr</a>
	과학기술학회마을	<a href="http://society.kisti.re.kr">http://society.kisti.re.kr</a>
국외 데이터베이스	Ovid-Medline	
	Ovid-EMBASE	
	CENTRAL (Cochrane Library)	

### 2.2.3.1. 연구 선택기준 및 방법

#### ● 연구 선택기준

환자를 대상으로 다빈치를 이용한 로봇수술의 비교 효과 연구

2000년 1월 1일 이후에 출판된 연구

#### ● 연구 배제기준

- 다빈치를 이용한 로봇수술이 아닌 경우
  - 사이버나이프, 감마나이프 등의 방사선 수술
  - ROBODOC, 무릎·고관절의 관절 치환술
  - 치과수술
  - 안과 관련 수술
  - Roboassist
  - AESOP
  - ZEUS
  - The Hansen Medical Sensei robotic catheter system
- 학습곡선 전후로만 비교한 경우
- 그림이나 일부 통계값으로만 결과가 제시되어 결과값 추출이 불가능한 경우
- 증례보고 및 연속적 증례보고
- 체계적 문헌고찰, 메타 분석
- 경제성 분석만 시행한 경우
- 사설, 전문가 의견
- 학회 초록

#### ● 연구 선택방법

문헌선정은 검색된 모든 문헌들에 대해 상기의 선택 및 배제 기준에 따라 총 다섯 명의 검토자(LYJ, JBH, SHS, PJE, SHJ)가 연구를 선택하였으며 한 문헌 당 두 명의 검토자가 독립적으로 시행하였다. 1차 선택/배제 과정에서는 제목과 초록을 검토하고 본 연구의 연구주제와 관련성이 없다고 판단되는 문헌들을 배제하였다. 2차 선택/배제 과정에서는 초록에서 명확하지 않은 문헌의 전문을 검토하여 본 연구의 연구주제와 맞는 문헌을 선택하였다. 의견 불일치가 있는 경우 논의하여 의견 일치를 이루었고, 일치를 못 이루는 경우 제3자가 개입하여 다수결의 원칙으로 합의를 이루었다.

## 2.2.4. 질평가

무작위배정 비교임상시험의 경우에는 Cochrane's Risk of Bias를 사용하였고 비무작위 임상시험 연구의 경우에는 Methodological Index for Non-Randomized Studies(이하 MINORS)를 사용하였다(Higgins 등<sup>3)</sup>, 2009; Slim 등<sup>4)</sup>, 2003). Cochrane's Risk of Bias는 총 6개 문항으로 이루어져 있으며, 각 문항에 대해 '예/아니오/불확실'의 3가지 형태로 평가를 한다. '예'이면 비뚤림 위험이 낮은 것이다. 각 문항들은 적절한 순서생성방법을 사용했는지, 배정 은폐가 적절했는지, 눈가림이 잘 되었는지, 결측치 등의 처리가 적절했는지, 선택적 결과 보고는 없었는지와 기타 다른 비뚤림에 대해 평가를 한다. MINORS는 총 12개 항목으로 이루어져있으며, 각 항목에서 보고하고 있지 않으면 0점, 보고하고 있으나 부적절하면 1점, 보고되었고 적절하면 2점을 부여하게 되어 있다. 항목에 대한 자세한 사항은 부록 2에서 확인할 수 있다.

## 2.2.5. 자료추출

자료추출은 미리 정해놓은 자료 추출 양식에 맞게 여섯 명의 검토자(SCM, LYJ, PJE, SHJ, YJM, OSH)가 각각 독립적으로 자료를 추출하였다.

- 일반정보(general information) : 저자, 출판연도, 연구수행국가
- 연구설계 : 문헌분류는 DAMI(study design algorithm for medical literature of intervention)를 이용하여 분류하였으며, 두 사람이 각자 분류하여 합의하였다(그림 1).
- 중재수술법 및 비교수술
- 대상환자(participants) : 질환명
- 각 군별 대상자 수 및 평균 연령

3) Higgins JPT, Altman DG, Sterne JAC (editors). Chapter 8: Assessing risk of bias in included studies. In: Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.0.2 (updated September 2009). The Cochrane Collaboration, 2009. Available from [www.cochrane-handbook.org](http://www.cochrane-handbook.org).

4) Slim K, Nini E, Forestier D, Kwiatkowski F, Panis Y, Chipponi J. Methodological index for non-randomized studies (minors): development and validation of a new instrument: Development and validation of a new instrument. ANZ J Surg. 2003 Sep;73(9):712-6.



# 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

- 추적관찰기간
- 결과변수(outcomes)
- 결과(results) : 연속형 변수(평균, 표준편차, 중앙값, 범위 등)와 이분형 변수의 값, 가능한 경우 각 시험군 및 대조군 차이에 대한 95% 신뢰구간 및 p-value
- 결론

사용한 자료 추출 양식 및 추출 결과는 부록에 자세히 기술되었다. 비용 관련 결과변수는 각 국가의 현황에 따라 매우 다르기도 하며, 이번 체계적 문헌고찰의 관심변수가 아니라 판단되어 추출에서 제외되었다.

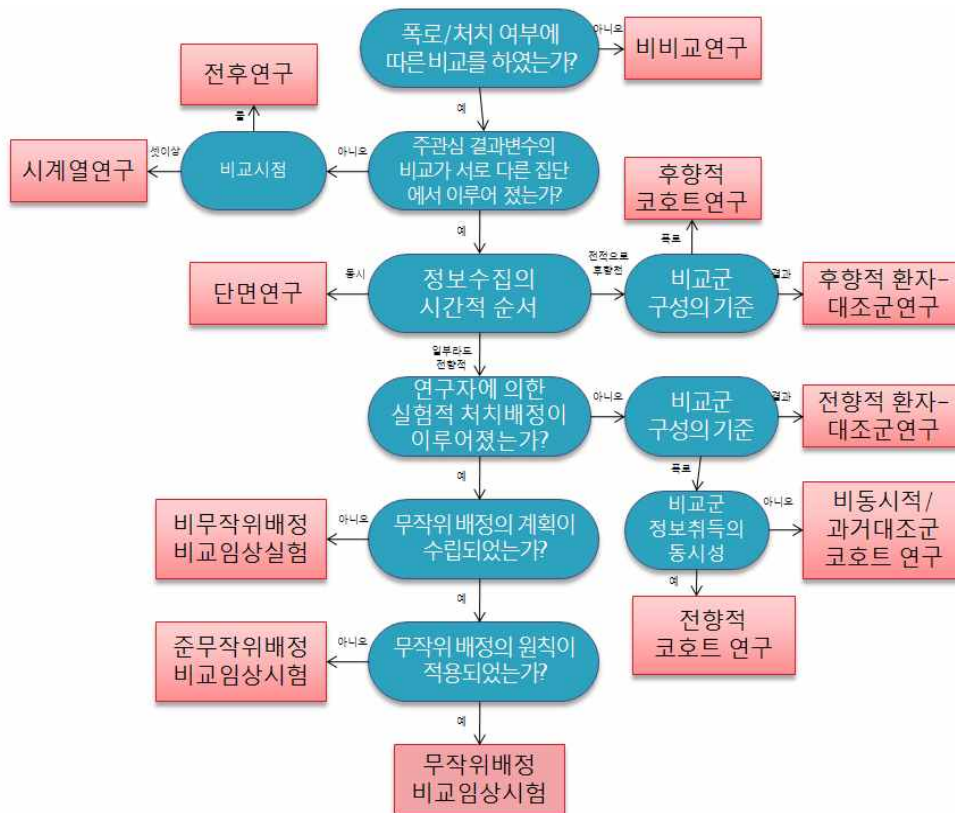


그림 1. 문헌의 분류도구, DAMI

## 2.2.6. 자료 분석방법

### 2.2.6.1. 추정 효과 분석 및 합성

로봇수술과 비교수술과의 비교평가에 대한 결과분석은 무작위배정 비교임상시험이 많지 않아, 연구디자인과 관계없이 중재수술과 비교수술에 따라 분류하여 분석하였으며, 동일한 수술법이라고 하더라도 수술의 대상질환이 암이 아닌 다른 질환과 혼재되어 있는 경우 정량적인 분석에 포함하지 않았다. 로봇수술을 이용한 중재수술의 다양성과 국내외 수술양상에 차이가 있어 국내에서 가장 많이 시술되고 있는 것으로 알려진 전립샘절제술, 갑상샘절제술, 신장절제술 등의 국내 현황순으로 정리하여 결과를 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 RevMan 5.0<sup>5)</sup>을 이용하여 자료를 분석하였다. 결과변수에 대한 효과 추정치는 연속형 변수인 경우 mean difference(MD)로 기술하였고, 이분형 변수인 경우 risk ratio로 표현하였다. 연속형 변수인 경우 논문에서 치료종료 시점의 결과값인 평균과 표준편차가 모두 보고되지 않은 경우에는 다음의 계산식<sup>6)7)</sup>에 의하여 연구자가 재계산하여 RevMan에 값을 입력하였다. 그러나 주요 또한 주요 중재결과가 그래프로만 제시되거나 일부 통계값만 제시된 경우 측정값의 표준편차를 추출할 수 없는 제한으로 메타분석에 통합되지 못하였다. 각 결과변수의 평균효과와 95% 신뢰구간은 이분형 자료의 경우 멘텔-헨젤 방법을 사용한 random-effects model로 분석하였다. 연속형 결과변수의 경우에는 각 문헌들의 값을 추출하여 역분산(inverse variance) 방법을 사용하여 분석하였다. random effects model을 사용한 이유는 메타분석에 포함될 연구의 인구집단 및 중재수술이 동질하지 않을 가능성이 높다고 보았기 때문이다. 결과값이 평균, 표준편차의 형태로 나타나지 않은 경우 아래와 같은 변환식을 활용하여 값을 변환한 후 분석하였다.

#### - 표준오차와 신뢰구간으로부터 표준편차 변환

$$SD = SE \times \sqrt{N}$$

$$SD = \sqrt{N} \times (upperlimit - lowerlimit) / 3.92$$

5) <http://www.cc-ims.net/RevMan>

6) Julian PT Higgins and Sally Green . Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2008.

7) Hozo S, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. BMC medical research methodology. 2005;5(1):13

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

#### - 신뢰구간으로부터 표준오차 변환

$$SE = (upperlimit - lowerlimit) / 3.92$$

(SD: 표준편차, standard deviation; SE: 표준오차, standard error)

#### - 중앙값과 범위로 부터 평균과 표준 편차 추정

Sample Size	n≤15	15≤n≤25	25≤n≤70	70<n
추정 평균	$\frac{minimum + maximum + 2Median}{4}$		Median	
추정 표준편차	변환식1	Range/4		Range/6
변환식1	$\sqrt{\frac{1}{12} \left( \frac{(minimum + maximum - 2Median)^2}{4} + (maximum - minimum)^2 \right)}$			

#### 2.2.6.2. 이질성 평가(Assessment of heterogeneity)

이질성 평가에는 유의수준 10% 미만으로 하여 Chi-squared test를 이용하였다. 또한, 우연보다 이질성으로 인한 변이의 퍼센트 값으로 추정치를 제공하는 I-squared(<sup>12</sup>) test를 이용하여 평가하였으며,  $I^2$ 의 판단기준은 그 값이 50% 초과일 경우 실제로 이질성이 있다고 판단하였다<sup>8)</sup>. 메타분석에서 이질성이 있다고 판단된 경우에는 그 이질성의 원인을 조사하기 위하여 추출된 값을 재확인하였으며 subgroup 분석을 포함한 추가분석을 수행하였다.

#### 2.2.7. 근거수준 평가방법(GRADE)

GRADE 평가방법을 이용하여 근거수준을 평가하였으며, GRADEprofiler 프로그램을 이용하였다. 연구진과 임상이가 함께 협의하여 평가하였으며, 메타분석이 가능했던 전립샘 절제술과 신장절제술의 근거수준만 평가하였다.

8) Higgins J, Thompson S, Deeks J, Altman D. Measuring inconsistency in meta-analysis. BMJ 2003;327:557-60.

### 2.2.8. 연구 보고지침

체계적 문헌고찰을 수행한 결과는 PRISMA<sup>9)</sup>(Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)의 보고 지침 체크리스트 항목을 참고하여 작성하였다.

---

9) Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP et al., The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Ann Intern Med. 2009 Aug 18;151(4):W65-94. Epub 2009 Jul 20.

## 2.3. 로봇수술 집도의 대상 설문

### 2.3.1. 설문목적

국내 로봇수술 집도 유경험 의사를 대상으로 설문조사를 시행하여 국내 로봇수술에 대한 현황과 이에 대한 인식을 파악하고자 하였다.

### 2.3.2. 조사대상 및 방법

조사 대상자는 2010년 8월 당시 다빈치를 도입한 국내 24개 병원의 홈페이지에서 로봇수술을 시행하고 있는 것으로 조사된 모든 집도의 및 학회 협조를 통해 알게 된 로봇수술 집도의 184명으로, 다빈치 로봇 수술에 대한 인식과 국내현황에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문 조사는 2010년 8월 24일부터 9월 30일까지 약 1개월에 걸쳐 실시하였으며 온라인 조사(web survey)를 시행하였다. ((주)시큐어탑에 의뢰) 설문 응답자에 대한 정보는 프로그램 상으로 익명처리 되어 연구자가 확인하거나 역추적할 수 없었다.

표 2. 다빈치 로봇수술에 대한 설문조사 대상 및 방법

구 분	내 용
조 사 기 간	2010년 8월 24일(화)~9월 30일(목)
조 사 지 역	전국(다빈치를 도입한 국내 24개 병원)
조 사 대 상	다빈치 로봇수술 유경험 의사
표 본 크 기	184명
조 사 방 법	온라인 조사(web survey)
자 료 수 집	(주)시큐어탑, 월드서베이 (대표: 주영수)

### 2.3.3. 설문조사 항목 및 구성

설문조사의 영역은 다빈치 로봇 수술 집도에 대한 국내현황, 집도 유경험 의사의 인식, 기타 세 가지로 나뉘어져 있으며, 각 영역별 조사 항목은 아래 표와 같이 구성하였다. 설

문지는 객관식 15문항에 주관식 3문항, 총 18개 항목으로 구성되어 있으며, 결측치 발생을 방지하기 위해 질문에 응답해야 다음 문항으로 넘어갈 수 있도록 시스템을 구성하였다. 중복응답이 가능한 문항도 있었다. 설문지는 연구진이 질문지를 구성한 후 5명의 로봇수술 집도 경험이 있는 의사에게 pilot test를 실시하고 피드백을 받아 설문지를 확정하였다(부록 3).

표 3. 다빈치 로봇 수술에 대한 집도 유경험 의사 대상 설문지 항목구성

설문조사 영역	설문조사 항목
다빈치 로봇 수술 국내 현황	집도 수술 분야 수술 건수 수술에 필요한 인력 구성 수술 방법/기술 습득 방식 보유대수 도입배경 병원차원에서의 다빈치 수술 질관리 현황(quality control) 병원차원에서의 다빈치 수술 역량 평가 현황
다빈치 로봇 수술에 대한 인식	학습곡선 극복에 필요한 건수 수술방법 선택에 영향을 미치는 요인 수술 분야에서의 국내 다빈치 수술 위치 국내에서의 다빈치 수술 도입 필요성 수술 분야에서의 국내 다빈치 수술 수준
기타	환자 고지 여부 다빈치 수술 도입으로 인해 예상되는 이익 및 효과 다빈치 수술 집도의에 대한 인센티브 다빈치 수술과 관련한 애로사항 설문에서 언급되지 않은 그밖의 이슈 다빈치 수술 수행과 관련하여 관련 기관, 단체에 바라는 사항

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

NECA

다빈치 수술관련 국내 현황조사를 위한 설문지

14%

1 귀하의 주로 어떤 분야에서 다빈치 수술을 수행하시고 계십니까? (중복선택 가능)

1. ☐ 갑상선 2. ☐ 유방 3. ☐ 위장 4. ☐ 대장 5. ☐ 직장  
 6. ☐ 간 7. ☐ 담도, 담낭 8. ☐ 췌장 9. ☐ 식도 10. ☐ 심장  
 11. ☐ 폐 12. ☐ 신장 13. ☐ 방광 14. ☐ 요도 15. ☐ 전립선  
 16. ☐ 자궁 17. ☐ 난소  
 18. ☐ 기타

2 귀하의 병원에서 보유하고 있는 다빈치는 총 몇 대이며, 언제 구입하셨습니다까?

2005	2006	2007	2008	2009	2010	총 도입대수
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2-2 도입시기를 모르신다면 전체 도입대수만 기재해주세요.

대

3 귀하의 병원에서 다빈치를 도입하게 된 배경은 무엇입니까? (중복선택 가능)

1. ☐ 신의료기술의 적극적 도입을 통한 양질의 의료서비스 제공  
 2. ☐ 로봇수술에 대한 수요증가  
 3. ☐ 병원 이미지 제고  
 4. ☐ 타 병원과의 경쟁  
 5. ☐ 기타

그림 2. 설문지 형태 - 웹 구현 형태

## 2.3.4. 통계분석방법

분석데이터베이스 구축과 통계분석에는 SPSS statistical software package, version 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)을 활용하였다.

## 2.4. 사회·문화적 관점에서의 로봇수술

### 2.4.1. 목적

다빈치 로봇수술에 대해 한국 사회 내에서 매체를 통해 유통되고 있는 주된 정보의 내용과 양을 파악하고, 한국의 특수한 사회문화적 환경에서의 다빈치 로봇수술 시행의 방향성을 확인하고자 하였다. 또한, 한국 사회가 필요로 하는 다빈치 로봇수술 관련 정보의 종류를 파악하여, 다빈치 로봇수술에 대한 객관적인 근거와 현재 유통되는 정보 사이에 간극(gap)이 있는지, 한국 사회가 필요로 하는 정보와 현재 유통되고 있는 정보 사이에 간극이 있는지를 알아보하고자 하였다.

### 2.4.2. 방법

현재 매체를 통해 유통되고 있는 다빈치 로봇수술 관련 정보의 내용과 양을 파악하기 위해서 관련 기사를 검토하고 분류하여 주요 내용 별 빈도를 확인하였고, 한국 사회가 필요로 하는 다빈치 로봇수술 관련 정보의 종류를 파악하기 위해서는 시술에 가장 직접적으로 관련된 환자, 환자 가족, 의료전문가가 이용하는 온라인 커뮤니티 게시글을 검토 및 분류하여 주요 내용을 정리하였다.

### 2.4.3. 관련 기사 검토

국내 최대 포털사이트 네이버와 다음(daum)에서 종합지, 방송사, 전문지 기사를 검색하였다. 네이버 뉴스상세 검색에서는 8개의 종합지와 방송사를 선택하였고, 다음(daum)에서는 15개의 방송사 및 전문지를 선택하였다. 검색어는 동일하게 '로봇 수술'과 '다빈치 수술'로 하였으며, 다빈치 로봇이 국내에 처음 도입된 2005년 7월 이후부터 연구 마무리 시점인 2010년 12월 23일까지로 년도 및 일시를 제한하였다. 그리고 범위 설정이 가능한 경우 검색어는 제목과 본문에 국한하였다.



표 4. 기사 검색전략

검색원	검색일	선택된 종합지, 방송사, 전문지	검색어	연도 제한
네이버	12월 12일	중앙일보, 국민일보, 한겨레, 한국일보, 동아일보, 조선일보, MBC TV, SBS TV	로봇수술, 다빈치수술	2005-2010년
다음 (daum)	12월 23일	KBS 뉴스, MBC 뉴스, SBS, KMAtimes(의협신문), 기능식품신문, 매일경제MK헬스, 메디컬한국, 메디팜뉴스, 식약신문, 식품위생신문, 약사공론, 청년의사, 코메디닷컴, 하이닥, 후생신보		

검색된 기사에서 2인의 연구자가 사전에 정의된 배제기준에 따라 합의를 관련 기사를 선정하였으며, 사전 정의된 배제기준은 다음과 같았다

- 2005년 7월 이전의 기사
- 보건의료분야가 아닌 로봇에 대한 기사
- 다빈치 로봇을 이용하지 않는 수술 등 안전성 및 유용성 평가에서 배제 대상이었던 수술(예: 사이버나이프, 감마나이프, 정형외과 수술, 혈관 치료용 초소형 로봇)에 대한 기사
- 기사원문이 삭제된 경우
- 중복기사

이 때 중복기사는 검색기능의 한계로 '로봇수술'과 '다빈치 수술'을 각각 검색하여 나온 동일한 기사로 정의하였다. 동일한 보도자료를 기반으로 작성된 것으로 보이지만 발행 매체, 일자, 제목 등이 다른 경우는 다른 기사로 보았다. 또한, 본 연구에서 배포한 보도자료나 토론회 관련 기사는 고려대상에서 제외하였다. 확보된 기사를 검토 및 분류하는 작업 또한 두 연구자가 합의를 이루어 시행하였다.

#### 2.4.4. 관련 블로그 및 카페 게시글 검토

네이버, 다음(daum), 네이트 등에서 환우회, 의료전문가, 의료정보 관련 블로그와 카페를 검색하였으며, 검색된 블로그 및 카페 내 모든 게시판에서 '로봇 수술' 또는 '다빈치 수술'로 검색하여 총 60개의 게시글을 확보하였다. 확보된 게시글의 다빈치 로봇수술 관련

여부는 2인의 연구자가 사전에 정의된 선정/배제기준에 따라 합의를 통해 확인하였으며, 사전 정의된 배제기준은 기사 검토에서 정의된 바와 동일하였다. 관련 게시글을 검토하고 분류하는 작업 또한 두 연구자가 합의를 이루어 시행하였다.

## 2.5. 경제적 관점에서의 로봇수술

경제적 관점에서 로봇수술을 살펴보고자, 세 가지 방법으로 조사하였다. 첫째, 여러 가지 로봇수술의 효과를 보기 위해서 검색을 수행하였다. 비용이나 경제적 관점에서 로봇수술을 다룬 연구들을 검토하였다.

둘째, 국내에서의 로봇수술의 비용을 파악하기 위하여 각 병원 홈페이지를 방문하여 비급여 고시 금액에 대하여 조사하였다. 2010년 12월을 기준으로 하여 홈페이지에서 비급여 고시 금액을 제시하고 있는 총 16개의 병원의 자료를 검색, 정리하였다.

셋째, 로봇수술을 시행하는 임상전문가들을 대상으로 실시한 설문조사에서(2010년 8월 시행) 시술하고 있는 부위에서의 수술비에 대해 질의하였다. 소속병원이나 응급의사 등에 따라 답변이 매우 달라 중앙값과 범위로 정리하였다.

## 2.6. 토론회 개최

로봇수술의 임상적 유효성과 안전성에 대한 근거평가 연구결과 및 국내 현황에 대하여 학계, 연구회, 기업, 언론계를 대표하는 전문가들이 참석한 가운데 토론회를 개최하였다. 토론회는 연구진의 기본 발제와 지정 토론자의 발표에 이어 전체 토론이 이루어졌다. 토론회의 진행은 다음과 같다.

- 일시 : 2010년 12월 27일 월요일 17시-19시
- 장소 : 한국보건 의료연구원 11층 대회의실
- 프로그램

시간	프로그램	발표자
17:00~17:10	인사말	허대석(한국보건 의료연구원장)
17:10~17:50	연구결과 발표	신채민 (한국보건 의료연구원 부연구위원) 외 좌장 이상무(한국보건 의료연구원 연구위원)
17:50~18:20	패널토론 및 종합토론	김양중(한겨레신문사 의학전문기자) 김영태(서울대학교 의과대학 흉부외과) 김형호(서울대학교 의과대학 외과) 패널 문혜성(이화여자대학교 의과대학 산부인과) 양승철(연세대학교 의과대학 비뇨기과) 정웅윤(연세대학교 의과대학 외과) 김신복(바이오로보틱스 이사)
18:20~18:50	자유토론	
18:50~19:00	정리	

## 3. 연구결과

## 3.1. 로봇수술현황

### 3.1.1. 전세계 다빈치 보급현황

다빈치는 1980년대 말 미 육군에서 야전병원 원격치료용으로 개발되었으며, 1997년 벨기에에서 첫 수술이 수행되었다. 그 후 미국 FDA에서 2000년에 비뇨기과, 부인과, 흉부외과 수술을 적응증으로 하여 다빈치 로봇을 승인하였으며, 승인 후 2010년 10월 기준 전 세계 약 1,500여대가 보급된 상황이다. 이중 대부분은 미국 및 유럽에 설치되어 있으며 아시아에는 약 50여대가 보급되어 있다. 국내에서는 2005년 7월 13일에 식약청으로부터 일반외과, 흉부외과, 심장외과, 비뇨기과, 산부인과, 소아외과 등의 분야에서의 수술을 사용목적으로 하여 허가를 득하였으며, 현재 약 33대의 다빈치가 국내에 보급(2010년 12월 기준)되어 있다. 한국은 세계 5위 보유국이자 아시아에서 최다 보유국이며, 인구 백만 명 당 보유대수는 세계 3위이다.

표 5. 전세계 다빈치 보급현황(2010년 10월 기준)

(단위 : 대)

순위	국가	보유현황
1	미국	1267
2	이탈리아	46
3	프랑스	36
4	독일	33
5	한국	30 (2010년 12월 기준 33대)
6	스페인	24
7	영국	22
8	일본	18
9	중국	15

표 6. 인구 백만명당 보유현황(2010년 10월 기준)

(단위 : 대)

순위	국가	보유 대수(대/백만명)
1	미국	4.20
2	이탈리아	0.79
3	한국	0.60
4	스페인	0.59
5	프랑스	0.55
6	독일	0.40
7	영국	0.36
8	일본	0.14
9	중국	0.01

(자료제공 : 바이오로보틱스 社)

### 3.1.2. 국내 도입 및 시술현황

2005년 식약청 승인이후 아시아 최초로 다빈치 로봇 수술을 시작(2005년 7월)한 이래로 2010년 10월 기준, 국내 전체 시술건수는 약 13,700건(세브란스 정웅윤 교수 발표자료 참고)이며 연도별 수술건수는 표 7과 같다. 미국 및 유럽의 경우 대부분의 다빈치가 전립샘 및 신장수술과 같은 비뇨기과 수술용으로 쓰이고 있는데 반해, 우리나라의 경우 비뇨기과 영역 이외에도 위암, 대장암, 갑상샘암과 같은 외과영역 뿐만 아니라 이비인후과 및 흉부외과, 심장외과 등의 영역에서도 다양하게 사용되고 있다. 우리나라에서 가장 많이 시술된 분야는 전립샘암과 갑상샘암이며 진료과별 주요 수술분야는 표 8과 같다. 비뇨기과에서는 주로 전립샘암, 방광암, 신장암 등의 수술이 수행되고 있으며, 산부인과에서는 각종 부인암, 자궁근종, 난관 문합술 등의 수술, 흉부외과에서는 심장 수술, 폐질환 수술, 식도 질환 등의 수술, 외과에서는 갑상샘암, 위암, 간담도 질환, 대장암, 직장암 등의 수술이 주로 수행되고 있다. 2010년 12월 기준 국내 도입 대수는 총 33대이며 인구분포 및 대형 병원 밀집도와 연관이 있다. 서울시내 도입대수는 총 19대이다(그림 3, 그림4)

표 7. 연도별 수술건수(2010년 10월 기준)

연도	시술건수(건)	비율(%)
2005	약 24	0.2
2006	약 150	1.1
2007	약 600	4.4
2008	약 2,500	18.2
2009	약 4,000	29.2
2010.10 기준	약 6,426	46.9
합계	13,700	100

〈출처 : 바이오로보틱스사 자료 및 세브란스 정웅윤 교수 토론회 발표자료 참고〉

표 8. 분야별 국내 수술현황(2010년 10월 기준)

순위	분야	수술건수(건)	비율(%)
1	비뇨기과	6,250	45.7
2	일반외과	6,000	43.8
3	산부인과	620	4.5
4	심장	330	2.4
5	흉부	280	2
6	이비인후과	220	1.6
합계		13,700	100

〈출처 : 세브란스 정웅윤 교수 토론회 발표자료 참고〉

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

표 9. 진료과별 주요 수술분야

분야	수술종류
비뇨기과	전립샘암, 방광암, 신장암
산부인과	각종 부인암, 자궁근종, 난관 문합술
흉부외과	심장 수술, 폐질환 수술, 식도 질환 등
외과	갑상샘암, 위암, 간담도 질환, 대장암, 직장암

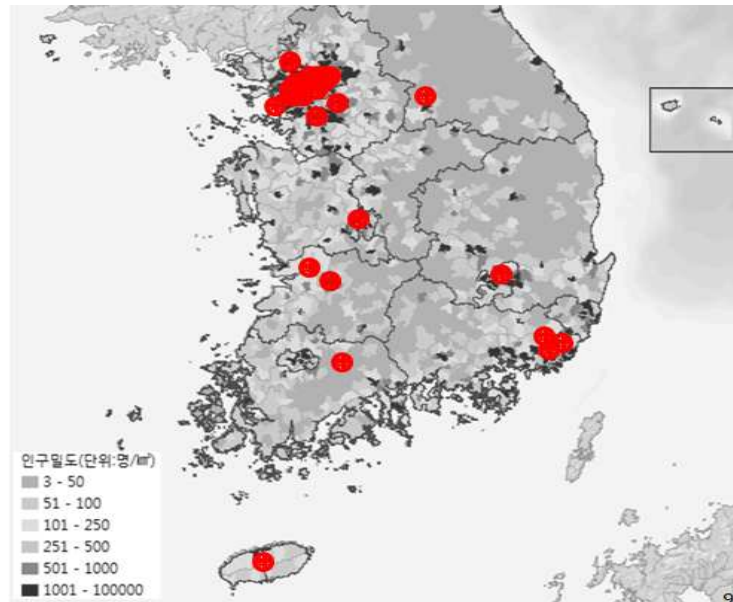


그림 3. 국내 지역별 다빈치 분포 현황 (2010년 12월 기준)

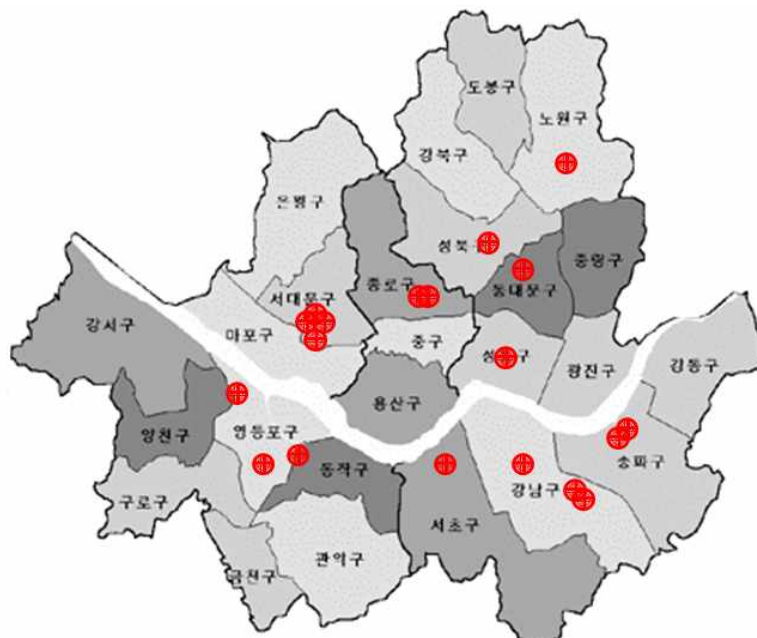


그림 4. 서울시내 다빈치 분포 현황 (2010년 12월 기준)

위 자료를 바탕으로 국내 다빈치 로봇 누적 도입대수와 국내 수술건수를 현황을 도식화하면 다음과 같다.

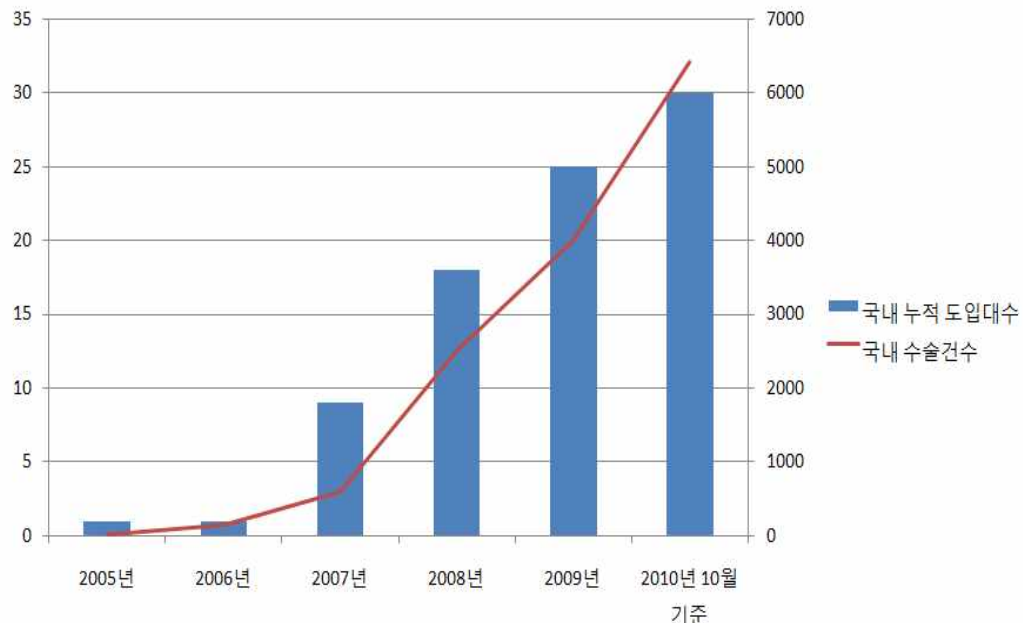


그림 5. 국내 로봇 도입 누적대수와 수술건수 비교

현재 다빈치 도입가는 모델별, 환율별로 약간의 차이는 있으나 기본 사양 기준으로 약 30~40억 정도이다. 다빈치 수술은 현재 비급여 항목이며 병원별로 고시하고 있는 금액의 범위가 넓고 다양하여 정확한 수술 건수 및 수술비에 대한 통계치 파악이 불가능한 상태이다. 인터넷 환우회 홈페이지 자료 등을 통해 조사한 결과 국내 수술비용은 환자의 임상상태 및 수술 적응증별 차이가 있겠지만 약 700~2,000만원 정도로 추정된다. 그 외 다빈치는 10회 사용 시마다 약 300만원 상당의 로봇팔을 교체하도록 설계되어 있어 로봇 팔 교체 비용 및 유지비용을 포함해서 연간 한 대당 평균 약 2억~2억5천만원의 비용이 필요하다.

현재 상기에서 언급하였던 고가의 수술비용 및 유지비용, 독점판매로 인한 가격경쟁 결여를 포함하여 과잉수술 및 남용의 우려, 부작용 보고(작동이상 및 근종 절제술 후 엉덩이 뼈 신경통) 등이 다빈치 관련 사회적 이슈로 제기되고 있다.



### 3.1.3. 국내·외 연구현황

#### 3.1.3.1. 로봇수술 관련 2차 문헌 검색 결과

문헌검색전략에 의해 총 342편의 2차 문헌이 검색되었으며, 중복제거 후 264편, 제목과 초록으로 로봇수술과 관련 없는 문헌 및 비공개문헌이어서 원문을 획득할 수 없는 의료기술평가보고서를 배제 한 후 최종적으로 포함된 36편을 정리하였으며 각 수술 중재별 근거의 양을 파악하였다. 한 의료기술평가보고서에서 여러 수술 중재를 함께 다루어 평가한 경우가 많았기에 중복을 허용하였으며, 각 수술 중재를 다루고 있는 문헌의 수(중복허용)는 다음 그림과 같다.

2차 문헌의 수가 많다는 것은 실제 수술건수가 많고 관련 문헌의 출판이 활발하다는 것으로 짐작할 수 있는데, 그림에서 볼 수 있듯이 전립샘암 관련 연구가 가장 많은 것을 알 수 있다. 그 이외에도 비뇨기과 기타수술, 위식도 수술 등이 많았으며 그 이외의 중재수술은 적은 편이었다. 위의 2차 문헌 중 주요한 의료기술평가보고서의 내용을 정리하면 아래와 같다.

Indication	문헌수(SR&HTA)											
Prostatectomy												
Nephrectomy												
Radical Cystectomy												
Pyeloplasty												
Miscellaneous indications in urological surgery												
Robot-assisted coronary artery bypass surgery												
Epicardial lead placement												
Mitral valve surgery												
Miscellaneous indications in thoracic and vascular surgery												
Hysterectomy												
Myomectomy												
Tubal re- anastomosis												
Prolapse surgery												
Miscellaneous indications in gynaecological surgery												
Anti-reflux surgery												
Gallbladder surgery												
Colorectal surgery												
Miscellaneous indications in abdominal surgery												
Thyroidectomy												
그외												

그림 6. 각 수술중재별 2차 문헌 분포 현황 (중복허용, 문헌수)

### 3.1.3.2. 의료기술평가관련 연구현황

#### 1) 벨기에 KCE report 104C

##### (Robot-assisted surgery : health technology assessment, 2009)

등 보고서에서는 충분한 연습과 수련을 거친 숙련된 의사를 포함하여 이상적인 수술환경이 갖춰질 경우 다빈치 수술은 다른 수술법에 비해 우수할 수 있는 신의료기술이라고 기술하고 있다. 하지만, 현재의 연구 결과들을 근거로 할 경우 기존 수술법에 비해 명백한 이점이 밝혀지지 않았으며 수술팀의 술기와 숙련도에 전적으로 의존하는 수술법이라고 정리하고 있다.

따라서 각 적응증 별로 실제 임상 상황에서 전향적 연구를 통해 비교수술법과의 임상적 효과를 비교하여야 한다고 기술하고 있으며, 최종적으로 그 근거를 바탕으로 환자에게 급여/비급여 여부를 포함하여 수술간의 차이점을 명백하게 제시한 후 환자에게 선택할 수 있는 기회를 준 다음 수술을 시행하여야 한다고 언급하고 있다.

#### 2) 캐나다 CADTH REPORT

##### (Robot-assisted Surgery versus Open Surgery and Laparoscopic Surgery : Clinical and Cost Effectiveness Analysis, 2010)

다양한 분야에서 다빈치가 수술에 사용되고 있지만 현재까지는 비교수술과의 비교 효과를 평가하는데 근거가 될 수 있는 질높은 연구가 부족한 상황이라고 기술하고 있다. 현재의 근거를 토대로 적응증별로 메타분석을 수행할 경우 전립샘 절제술 등에서 재원일수의 감소, 출혈량 및 수혈량 등에 있어서 기존 수술법에 비해 이점은 있으나 수술시간에 있어서는 복강경수술에 비해 수술시간이 덜 소요되나 개복수술과 비교할 경우 더 많이 소요된다고 결론을 내리고 있다. 그 밖에도 전반적으로 적응증별 문헌을 확인한 결과 연구간의 이질성이 크고 근거의 질이 낮아 종합적인 결론을 내리기 어렵다고 기술하고 있으며 따라서 최종적으로는 잘 설계된 전향적 임상연구가 수행되어 근거가 보충되어야 한다고 결론을 내리고 있다.

#### 3) 그 밖의 연구현황

국내외에서 다빈치 수술과 관련한 많은 연구가 보고되고 있지만 대부분 증례보고이며, 기존 수술법과 비교한 연구는 상대적으로 그 비율이 낮다. 또한 비교 연구라 할지라도 결과변수의 정의가 명확하지 않거나 통계분석 방법에 제대로 기술된 문헌의 수가 적은 등 문헌의 질이 전반적으로 낮은 상태이다.

## 3.2. 로봇수술의 안전성 및 유효성 평가

### 3.2.1. 연구특성에 대한 기술

#### 3.2.1.1. 문헌 검색결과

국외 데이터베이스 검색 및 수기 검색을 통해 총 28,203편의 문헌이 확인되었으며, 국내 데이터베이스 검색을 통해서도 1,066편의 문헌이 확인되었다. 중복제거 및 제목 및 초록 검토를 통해 선별된 국내외 문헌은 368편이었으며, 원문 확인을 통해 선정된 문헌은 총 171편이었다. 선정된 문헌의 목록은 참고문헌 6.1에서 확인할 수 있다. 중재수술이나 대상 환자군의 특성 때문이거나 혹은 일부 통계값만을 제시하여 양적합성이 불가능한 문헌이 있었기에 양적 합성에 포함된 문헌은 74편, 질적 합성에 포함된 문헌은 171편이었다. 전체 문헌 선정 흐름도는 다음 그림과 같다.

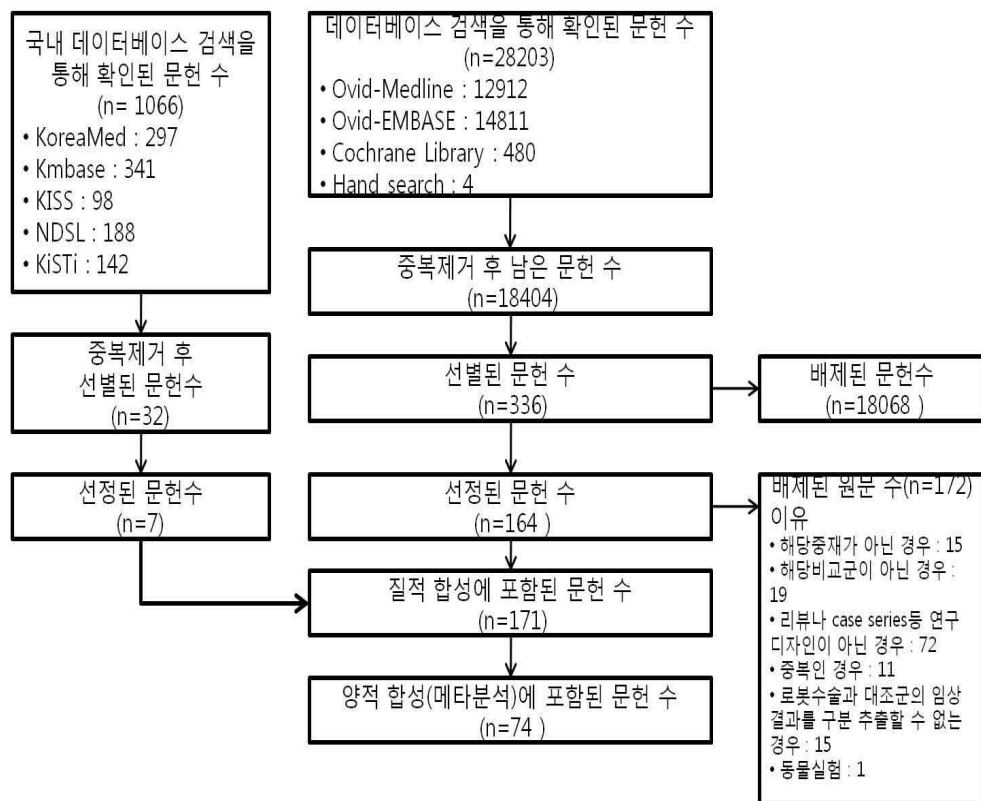


그림 7. 문헌 선정 흐름도

### 3.2.1.2. 포함된 연구의 특성

분석에 포함된 개별 연구에 대한 문헌 분포 현황을 정리하면 다음과 같다.

표 10. 검색 문헌 중재별 분포현황

중재수술	비교군	해당 문헌 수	
전립샘절제술(Prostatectomy)	Robot vs. Laparoscopy	18 (14+4*)	53
	Robot vs. Open surgery	39 (35+4*)	
자궁절제술(Hysterectomy)	Robot vs. Laparoscopy	17 (10+7*)	25
	Robot vs. Open surgery	15 (8+7*)	
근종절제술(Myomectomy)	Robot vs. Laparoscopy	2	4
	Robot vs. Open surgery	2	
관상동맥우회술(CABG)	로봇수술 vs 비교수술	2	2
승모판막성형술(Mitral valve repair)	로봇수술 vs 비교수술	2	2
심방중격성형술(Atrial septal repair)	Robot vs. Laparoscopy	2	2
신장절제술(Nephrectomy)	Robot vs. Laparoscopy	9 (8+1*)	10
	Robot vs. Open surgery	2 (1+1*)	
위바닥주름술(Fundoplication)	Robot vs. Laparoscopy	14 (13+2*)	14
	그 외	2 (2*)	
신우성형술(Pyeloplasty)	Robot vs. Laparoscopy	6	8
	Robot vs. Open surgery	2	
방광절제술(Cystectomy)	Robot vs. Laparoscopy	1	7
	Robot vs. Open surgery	6	
담낭절제술(Cholecystectomy)	Robot vs. Laparoscopy	4	4
부신절제술(Adrenalectomy)	Robot vs. Laparoscopy	4	4
직장 수술(Rectal surgery)	Robot vs. Laparoscopy	3	3
난관문합술(Tubal anastomosis)	Robot vs. Open surgery	2	2
결장절제술(Colectomy)	Robot vs. Laparoscopy	6	6
배리아트릭수술(Bariatric surgery)	Robot vs. Laparoscopy	4	4
위절제술(Gastrectomy)	Robot vs. Laparoscopy	2	2
근절개술(Myotomy)	Robot vs. Laparoscopy	2	2
직장고정술(Rectopexy)	Robot vs. Laparoscopy	2	2
갑상샘절제술(Thyroidectomy)	Robot vs. 비교수술 (open & endoscopic surgery)	4	4
기타 수술	Robot vs. 비교수술	11	11

\* : Robot vs. Laparoscopy vs open surgery인 3 arm 연구임

**1) 연구유형(Study types)**

총 171편의 문헌을 분석한 결과, 11편은 무작위배정 비교임상시험이었으며, 160편은 전향적 코호트 연구, 비동시적/과거대조군 코호트 연구, 후향적 코호트 연구 등이었다.

**2) 언어(language)**

171편 중 165편이 영어 및 한국어였다. 6편의 문헌 중 3편은 프랑스어, 1편은 스페인어, 1편은 이탈리아어, 1편은 독일어였다.

**3) 연구 수행 국가**

연구수행국가는 미국, 한국, 프랑스, 이탈리아, 오스트레일리아, 캐나다, 벨기에, 네덜란드 등으로 매우 다양하여 로봇수술 시행 국가가 다양함을 알 수 있었다. 미국에서 진행된 연구가 가장 많음을 알 수 있었다.

### 3.2.2. 포함된 연구의 비뚤림 위험 평가 결과

#### 3.2.2.1. 무작위배정 비교임상시험

총 171편의 문헌 무작위배정 비교임상시험은 11편이 있었다. 이를 Cochrane의 risk of bias로 평가하였으며, 11편을 해당 중재수술에 따라 분류하였다. 11편 중 5편이 위바닥주름술(fundoplication)으로 가장 많았으며, 쓸개절제술(cholecystectomy), 전립샘절제술(prostatectomy), 배리아트릭수술, 부신절제술(adrenalectomy), 방광절제술(cystectomy), 직장수술 관련 무작위배정 비교임상시험이 각 한 편이었다. 각 중재수술별 비뚤림 위험 평가를 그림으로 제시하면 다음과 같다.

##### 1) 위바닥주름술(fundoplication)

5편의 문헌의 비뚤림 위험을 평가한 결과, 비뚤림 위험 불확실(unclear)로 평가된 항목이 많았다. 항목별로 살펴봤을 때 눈가림(blinding)이 이루어지지 않았거나, 불확실한 경우가 대부분이었으며, 불완전한 결과보고는 비뚤림 위험이 높지 않은 것으로 나타났다(그림 8, 9).

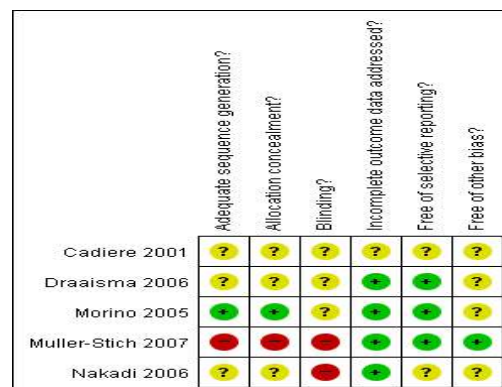


그림 8. 위바닥주름술 관련 각 문헌 비뚤림 위험 평가 요약

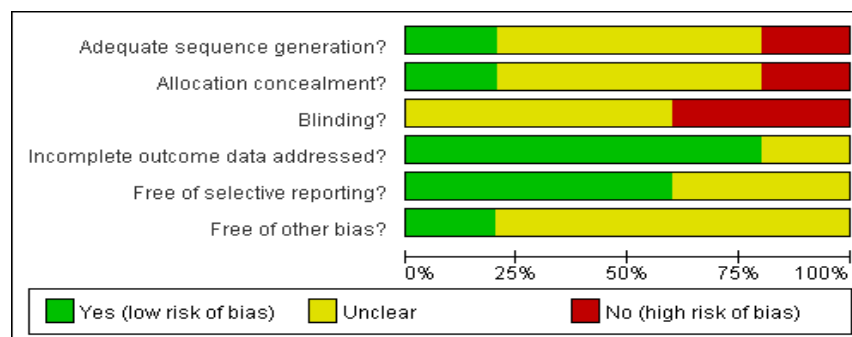


그림 9. 위바닥주름술 관련 문헌 비뚤림 위험 평가 그래프

## 2) 쓸개절제술(cholecystectomy)

쓸개절제술로 무작위배정 비교임상시험을 시행한 연구는 한 편이었다. 비뚤림 위험을 평가한 결과는 그림 10과 같다. 눈가림과 선택적 보고 영역에서만 비뚤림 위험이 낮은 것으로 평가되었다.

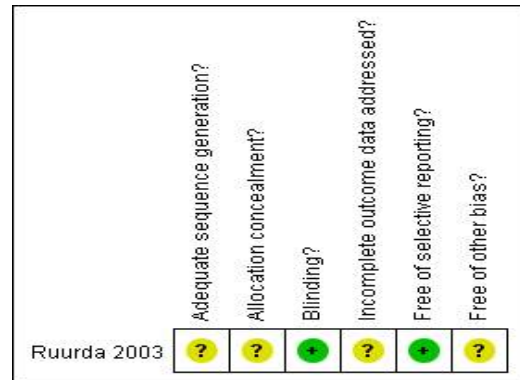


그림 10. 쓸개절제술 관련 각 문헌 비뚤림 위험 평가 요약

## 3) 전립샘절제술(prostatectomy)

전립샘절제술로 무작위배정 비교임상시험을 시행한 연구는 한 편이었다. 비뚤림 위험을 평가한 결과는 그림 11과 같다.

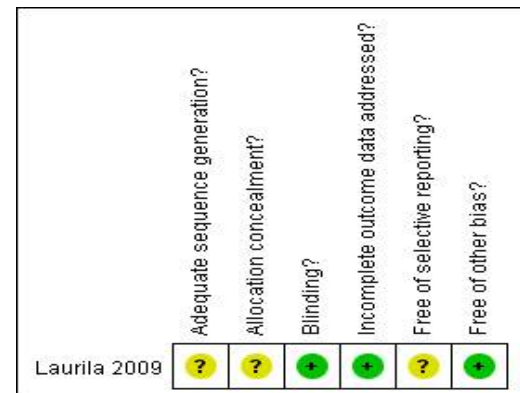


그림 11. 전립샘절제술 관련 각 문헌 비뚤림 위험 평가 요약

## 4) 배리아트릭수술(Bariatric surgery)

배리아트릭수술 관련 무작위배정 비교임상시험을 시행한 연구는 한 편이었다. 비뚤림 위험을 평가한 결과는 그림과 같다.

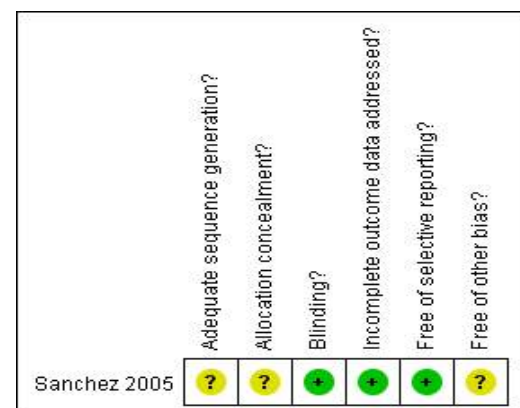


그림 12. 배리아트릭수술 관련 각 문헌 비뚤림 위험 평가 요약

### 5) 부신절제술(adrenalectomy)

부신절제술 관련 무작위배정 비교임상시험을 시행한 연구는 한 편이었다. 비둘림 위험을 평가한 결과는 그림 13과 같다. 눈가림 영역을 제외하고는 모두 비둘림 위험을 평가할 수 있는 정보가 제시되지 않았다.

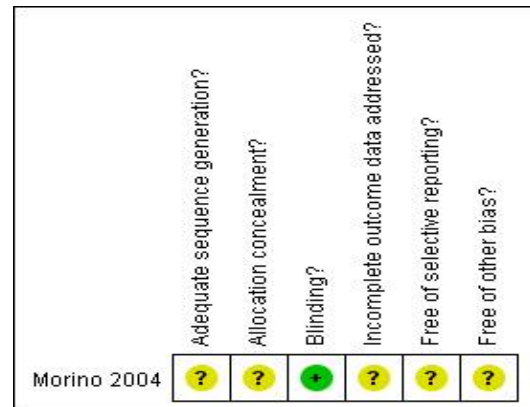


그림 13. 부신절제술 관련 각 문헌 비둘림 위험 평가 요약

### 6) 방광절제술(cystectomy)

방광절제술 관련 무작위배정 비교임상시험을 시행한 연구는 한 편이었다. 비둘림 위험을 평가한 결과는 그림 14와 같다. 순서생성 영역과 불완전한 결과 보고 영역은 비둘림 위험이 낮았으나 나머지 영역은 비둘림 위험을 평가할 수 있는 정보가 제시되지 않았다.

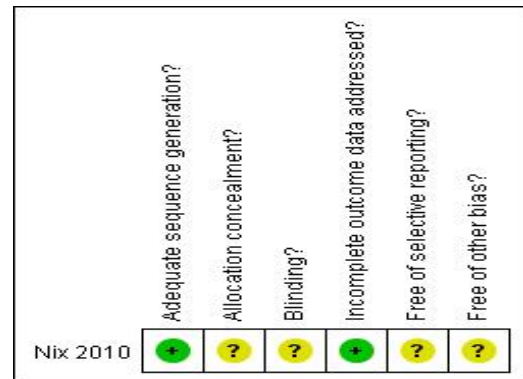


그림 14. 방광절제술 관련 각 문헌 비둘림 위험 평가 요약

### 7) 직장수술(Rectal surgery)

직장수술 관련 무작위배정 비교임상시험을 수행한 연구는 한 편이었다. 비둘림 위험을 평가한 결과는 그림 15와 같다. 눈가림과 선택적 결과보고 영역은 비둘림 위험을 평가할 수 있는 정보가 제시되지 않았으나 나머지 영역은 모두 비둘림 위험이 낮은 것으로 평가되었다.

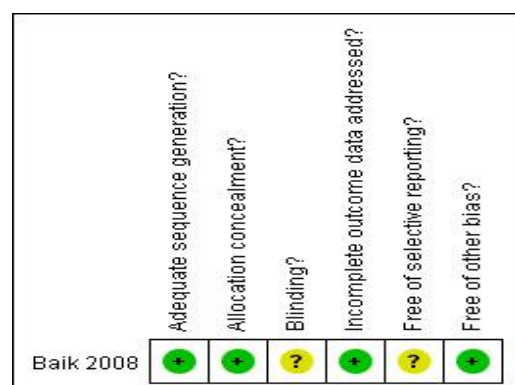


그림 15. 직장수술 관련 각 문헌 비둘림 위험 평가 요약



### 3.2.2.2. 비무작위배정 비교임상시험 및 코호트 연구 등

비무작위배정 비교임상시험 및 코호트 연구는 MINORS 도구로 연구의 비돌림 위험을 평가하였다. 총 161편을 평가하였으며, 전반적인 총점은 7-21점으로 넓은 분포를 보였다. 비돌림 위험 평가의 항목별 전반적 결과를 다른 중재법(예. 약물) 비돌림 평가 결과와 비교해 보았을 때 비교적 최근의 연구임에도 불구하고 수술중재라는 특성 때문인지 비돌림 위험이 높은 것으로 평가되었다. 특히, 비돌림 위험 평가에 필요한 정보가 없어 0점(not reported)으로 평가된 연구들이 다수 존재하였다. 그 예는 다음과 같다.

- 연구 대상군의 포함/배제 기준(특히 배제 기준 언급이 없는 경우가 많았음)
- 중재결과(outcomes)에 대한 정의
- Intent-to-treat (ITT) 또는 per protocol(PP) 또는 imputation 여부
- 눈가림 여부: 평가자에 대한 눈가림(single blind)도 거의 되지 않음
- 명확한 추적관찰기간 미언급 혹은 충분한 추적관찰기간 미충족
- 대상군 탈락정보(attrition)
- 연구 대상수의 사전 산출 혹은 설명력 계산(power) 여부
- 각 군의 기초정보(baseline) 정보 부족 및 교란변수(confounders) 보정 여부
- 통계방법 설명 미충분(예. 어떠한 통계방법을 사용하였는지, 각 중재결과의 값의 정의는 무엇인지(예. 평균인지, 중앙값인지, 표준편차인지 등에 대한 정보를 알 수 없음))

비돌림 위험 평가 결과를 각 수술별로 제시한 결과는 다음과 같다.

#### 1) 전립샘절제술(Prostatectomy)

- 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구

전립샘절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구는 총 18편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 12~19점 사이의 분포를 보였다. ( $14.83 \pm 1.75$ ; 평균 $\pm$ 표준편차) 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 기술한 연구와 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구는 1편이었으나 불완전하였다. (Drouin, 2009) 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 11. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과(전립샘절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Menon (2002a)	1	1	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	14
Joseph (2005)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	0	2	2	15
Menon (2005)	2	1	2	1	0	2	0	0	2	1	0	1	12
Ball (2006)	2	1	2	1	0	2	1	0	2	2	1	2	16
Hu (2006)	1	1	1	2	0	2	2	0	2	1	2	1	15
Rozet (2007)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Durand (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	1	13
Caballero Romeu (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	1	15
Srinualnad (2008)	2	1	0	0	0	1	0	0	2	2	2	2	12
Trabulsi (2008)	2	1	2	1	0	2	1	0	2	1	2	1	15
Cho (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	13
Lee (2009)	2	1	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	15
Ploussard (2009)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Hakimi (2009)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	0	2	2	15
Gosseine (2009)	2	1	1	1	0	2	1	0	2	2	2	1	15
Drouin (2009)	2	2	1	1	0	2	2	1	2	2	2	2	19
Trabulsi (2010)	2	1	1	1	0	2	1	0	2	1	2	1	14
Bolenz (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15

## - 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구

전립샘절제술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구는 총 38편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 12~19점 사이의 분포를 보였다. ( $15 \pm 1.7$ ; 평균±표준편차) 이 가운데 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 기술한 연구는 7편이었으며, 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구는 3편이었으나 이중 한편만이 충분히 서술되었다. 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 2편이었다(Lo, 2010; Rocco, 2009).

표 12. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (전립샘절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Menon (2002b)	1	1	1	1	0	1	2	0	2	2	1	2	14
Tewari (2003)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	2	2	2	14
Ahlering (2004)	2	1	0	1	0	2	0	0	2	1	2	1	12
Webster (2005)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	2	1	1	12
Ball (2006)	2	1	2	1	0	2	1	0	2	2	1	2	16

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Burgess (2006)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	1	16
Farnham (2006)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	2	16
Boris (2007)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	2	2	2	16
Miller (2007)	2	1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	2	13
Nelson (2007)	2	1	2	1	0	0	0	0	2	2	2	1	13
Smith (2007)	2	1	0	1	0	2	0	0	2	2	1	2	13
Sterrett (2007)	1	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	16
Wood (2007)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	2	1	2	15
Chan (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Durand (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	1	13
Fracalanza (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	2	16
Schroeck (2008)	2	2	0	1	0	2	0	0	2	2	1	2	14
Chino (2009)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	2	2	2	17
Ham (2008a)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	2	2	16
Polcari (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15
D'Alonzo (2009)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18
Drouin (2009)	2	2	1	1	0	2	2	1	2	2	2	2	19
Ficarra (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	2	14
Hohwu (2009)	2	1	1	1	0	1	0	1	2	2	1	2	14
Laurila (2009)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Na (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	2	14
Ou (2009)	2	0	1	1	0	2	1	0	2	2	1	2	14
Rocco (2009)	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	18
Webb (2009)	2	2	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	14
White (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	1	13
Bolenz (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Barocas (2010)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	2	1	2	16
Carlsson (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	2	16
Gainsburg (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	2	2	16
Lo (2010)	2	1	1	1	2	2	0	0	2	1	2	2	16
Loeb (2010)	2	0	1	1	0	2	1	0	2	2	0	2	13
Malcolm (2010)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	1	1	2	15

**2) 갑상샘절제술(Thyroidectomy)****- 로봇수술과 개복수술과의 비교**

갑상샘절제술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구는 총 4편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 14~18점 사이의 분포를 보였다. ( $15 \pm 2.0$ ; 평균±표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확

인할 수 있는 연구는 없었다. 4편 모두 통계방법이나 통계결과를 충분히 제시하지 않고 있었다.

표 13. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (갑상샘절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Kang (2009)	2	2	0	1	0	2	2	0	2	2	0	1	14
Lang (2010)	1	1	0	1	0	2	2	0	2	2	2	1	14
Lee (2010)	2	2	2	1	0	2	2	0	2	2	2	1	18
Tae (2011)	2	2	0	1	0	2	1	0	2	2	1	1	14

### 3) 신장절제술(Nephrectomy)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

신장절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 9편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 13~16점 사이의 분포를 보였다. ( $14.4 \pm 0.9$ ; 평균 $\pm$ 표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 연구 대상군에 대한 포함/배제 기준 모두를 언급하고 있는 연구는 1편이었다(Jeong, 2009).

표 14. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (신장절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Caruso (2006)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	1	2	2	15
Nazemi (2006)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	1	2	2	15
Aron (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	1	14
Deane (2008)	2	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	13
Benway (2009)	1	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	1	15
Hemal (2009)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	2	2	2	16
Jeong (2009)	2	2	1	1	0	2	0	0	2	2	2	0	14
Kural (2009)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	2	2	2	14
Wang (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	1	14

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

신장절제술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 모두 15점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 포함/배제 기준

모두를 언급하고 있는 연구는 없었으며 2편 모두 과거대조군과의 비교연구로 평가되었다.

표 15. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (신장절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Renoult (2006)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	1	2	2	15
Nazemi (2006)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	1	2	2	15

#### 4) 직장수술(Rectal surgery)

##### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

직장수술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 17점과 19점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구는 없었다. 두편 모두 대상군의 선정/배제 기준을 제시하고 있었다.

표 16. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (직장수술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Baik (2009)	2	2	1	1	1	2	2	0	2	2	2	2	19
Patrioti (2009)	2	2	1	1	0	1	2	0	2	2	2	2	17

#### 5) 위절제술(Gastrectomy)

##### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

위절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 14, 18점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 17. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (위절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Song (2010)	2	0	1	0	0	2	2	0	2	1	2	2	14
Kim (2010)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18

#### 6) 심장관련수술 (Cardiac surgery)

##### - CABG(coronary artery bypass grafting)

CABG 수술은 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도

구를 이용하여 평가되었으며 각각 13점과 21점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구는 없었다.

표 18. CABG(coronary artery bypass grafting) 질평가 결과

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Poston (2008)	2	2	2	1	2	2	2	0	2	2	2	2	21
Bucerius (2002)	2	1	1	1	1	1	0	0	2	0	2	2	13

- 승모판막성형술(Mitral valve repair)

승모판막성형술은 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 모두 16점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 19. 승모판막성형술(Mitral valve repair) 질평가결과

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Folliguet (2006)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	2	2	16
Woo (2006)	1	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	1	16

- 심방중격성형술(Atrial septal repair)

심방중격성형술은 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 14점과 16점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 두편 모두 대상군의 포함/배제 여부를 모두 언급하고 있었다.

표 20. 심방중격성형술(Atrial septal repair) 질평가결과

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Morgan (2004)	2	2	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	16
Ak (2007)	2	2	1	1	0	1	0	0	2	1	2	2	14

## 7) 자궁절제술(Hysterectomy)

- 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구

자궁절제술은 복강경 수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구는 총 17편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 7~19점 사이의 분포를 보였다. ( $15 \pm 2.7$ ; 평균±표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 1편이었으며 (Cardenas-Goicoechea, 2010) 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 21. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (자궁절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Sert (2007)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	14
Bell (2008)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	2	12
Boggess(b) (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Gehrig (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	2	2	16
Magrina (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15
Nezhat (2008)	2	2	1	1	0	1	2	0	2	1	2	2	16
Payne (2008)	2	1	1	2	0	2	2	0	2	1	2	2	17
Estape (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	13
Fader (2009)	2	1	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	7
Hoekstra (2009)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	1	1	16
Nezhat(a) (2009)	2	0	1	0	0	2	2	0	2	2	2	2	15
Seamon (2009)	2	1	2	1	0	2	2	0	2	1	1	2	16
Shashoua (2009)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	1	1	2	14
Cardenas-Goicoechea (2010)	2	2	1	1	0	2	2	2	2	1	2	2	19
Jung (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Lambaudie (2010)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15
Sarlos (2010)	2	1	2	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구

자궁절제술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구는 총 15편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 12~19점 사이의 분포를 보였다. ( $15.2 \pm 2.0$ ; 평균±표준편차) 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 언급한 연구는 세편이었으며, 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 각각 2편이었다.

표 22. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (자궁절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Bell (2008)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	2	12
Boggess (2008a)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Boggess (2008b)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
DeNardis (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	14
Magrina (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15
Ko (2008)	2	1	1	0	0	2	2	0	2	1	2	2	15
Veljovich (2008)	2	1	1	1	1	2	2	0	2	1	2	2	17
Estape (2009)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	13
Hoekstra (2009)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	1	1	16
Maggioni (2009)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	2	12
Seamon (2009)	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	18
Centrell (2010)	2	2	1	1	0	2	2	2	2	1	2	2	19
Geisler (2010)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	15
Jung (2010)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Lambaudie (2010)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15

### 8) 근종절제술(Myomectomy)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

근종절제술은 복강경 수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 13점과 15점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 2편 모두 해당 결과지표에 대한 추적관찰 기간이 충분하지 않은 것으로 평가되었다.

표 23. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (근종절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Bedient (2009)	2	2	1	1	0	1	1	0	2	1	2	2	15
Nezhat (2009)	2	0	1	1	0	1	0	0	2	2	2	2	13

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

근종절제술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 2편 모두 17점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.



표 24. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (근종절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Advincula (2007)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Ascher-Walsh (2010)	2	2	0	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17

### 9) 위바닥주름술(Fundoplication)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

위바닥주름술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 8편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 12~18점 사이의 분포를 보였다. ( $15.4 \pm 2.3$ ; 평균 $\pm$ 표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 주요 중재결과와 이에 대한 정의, ITT 분석을 모두 시행한 연구는 1편이었다(Heemskerk, 2007).

표 25. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (위바닥주름술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Melvin (2002)	2	2	2	1	0	1	1	0	2	1	2	2	16
Beninca (2003)	2	0	0	1	0	2	2	0	2	0	2	1	12
Lehnert (2006)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	2	1	2	16
Heemskerk(a) (2007)	2	2	1	2	0	2	2	0	2	2	2	1	18
Copeland (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	1	1	1	12
Albassam (2009)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	17
Ceccarelli (2009)	2	2	1	1	0	1	1	0	2	1	2	2	15
Hartmann (2009)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	2	2	2	17

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

위바닥주름술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 1편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 15점이었다.

표 26. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (위바닥주름술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Anderberg (2007)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15

## 10) 신우성형술(Pyeloplasty)

### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

신우성형술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 5편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 13~18점 사이의 분포를 보였다. ( $14.2 \pm 2.2$ ; 평균 $\pm$ 표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 연구 대상군에 대한 포함/배제 기준 모두를 언급하고 있는 연구와 통계방법이나 통계결과를 명확히 제시하고 있는 연구는 1편이었다(Link, 2006).

표 27. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (신우성형술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Gettman (2002)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	1	2	0	13
Bernie (2005)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	0	13
Link (2006)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18
Weise (2006)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	1	2	1	14
Kim (2009)	1	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	13

### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

신우성형술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 10점과 17점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 포함/배제 여부를 모두 언급하고 있는 연구는 없었다.

표 28. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (신우성형술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Lee (2006)	2	1	1	2	0	1	2	0	2	2	2	2	17
Yee (2006)	2	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1	1	10

## 11) 방광절제술(Cystectomy)

### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

방광절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 1편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 16점이었다.

표 29. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (방광절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Abraham (2007)	2	1	2	1	0	2	2	0	2	1	2	1	16

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

방광절제술은 개복수술과 비교한 비무작위 임상연구가 총 5편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 15~18점 사이의 분포를 보였다. ( $16.2 \pm 1.1$ ; 평균 $\pm$ 표준편차) 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 30. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (방광절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Galich (2006)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18
Rhee (2006)	2	1	2	1	0	2	0	0	2	2	2	2	16
Guru (2007)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	1	2	1	15
Wang (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	2	16
Ng (2010)	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	16

## 12) 담낭절제술(Cholecystectomy)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

담낭절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 3편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 15, 18, 19점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다. 세편 모두 연구 대상군의 선정/배제 기준 모두를 제시하고 있었다.

표 31. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (담낭절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Heemskerk (2005)	2	2	0	2	0	2	2	0	2	2	2	2	18
Breitenstein (2008)	2	2	2	1	0	2	2	0	2	2	2	2	19
Jayaraman (2009)	2	2	1	1	0	2	0	0	2	2	1	2	15

### 13) 부신절제술(Adrenalectomy)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

부신절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 3편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 15, 15, 16점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었으며 세편 모두 과거대조군과 비교하고 있었다. 세 연구 모두 동일한 저자에 의해 수행된 연구였다.

표 32. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (부신절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Brunaud (2003)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Brunaud (2004)	2	2	1	1	0	1	2	0	2	1	2	2	16
Brunaud (2008)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	15

### 14) 난관문합술(Tubal anastomosis)

#### - 로봇수술과 개복수술과의 비교

난관문합술은 개복수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 14점과 16점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었으며, 2편 모두 통계 방법이나 통계결과를 명확히 제시하지 않고 있었다.

표 33. 로봇수술과 개복수술과의 비교 연구 질평가 결과 (난관문합술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Rodgers (2007)	2	2	1	1	0	2	1	0	2	2	2	1	16
Dharia (2008)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	1	14

### 15) 결장절제술(Colectomy)

#### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

결장절제술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 6편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 총점은 14~18점 사이의 분포를 보였다. ( $15.7 \pm 1.5$ ; 평균±표준편차) 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었으며, 연구 대상수나 설명력을 제시한 연구는 한편이었으나 불완전하였다(Rawlings, 2007). 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 언급하고 있는 연구는 한편이었다(deSouza, 2010).

표 34. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (결장절제술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Delaney (2003)	2	1	1	1	0	2	1	0	2	1	2	1	14
D'Annibale (2004)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	2	1	2	15
Woeste (2005)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	15
Rawlings (2007)	2	1	1	1	0	2	2	1	2	1	2	2	17
Kwon (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	2	2	15
deSouza (2010)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18

**16) 배리아트릭수술(Bariatric surgery)****- 로봇수술과 복강경수술과의 비교**

배리아트릭 수술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 3편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 10, 12, 15점이었다. 연구 대상 수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었으며 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 언급하고 있는 연구는 없었다.

표 35. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (배리아트릭수술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Muhlmann (2003)	2	1	0	1	0	2	2	0	2	1	2	2	15
Hubens (2008)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	0	1	12
Snyder (2010)	1	1	1	1	0	2	0	0	2	0	0	2	10

**17) 근절개술(Myotomy)****- 로봇수술과 복강경수술과의 비교**

근절개술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 11, 14점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었으며, 두편 모두 연구대상군의 포함/배제 여부를 모두 언급하지 않고 있었으며, 과거 대조군과 비교하였고, 두 군이 동질하다고 평가할 수 없었다.

표 36. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (근절개술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Horgan (2005)	2	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	2	14
Huffmanm (2007)	2	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	1	11

## 18) 직장고정술(Rectopexy)

### - 로봇수술과 복강경수술과의 비교

직장고정술은 복강경수술과 비교한 비무작위배정 비교임상연구 및 코호트연구가 총 2편으로 MINORS 도구를 이용하여 평가되었으며 각각 12, 15점이었다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 37. 로봇수술과 복강경수술과의 비교 연구 질평가 결과 (직장고정술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
Heemskerk(b) (2007)	2	2	1	1	0	0	0	0	2	2	1	1	12
de Hoog (2009)	2	2	1	1	0	1	2	0	2	2	0	2	15

## 19) 기타수술

범주화할 수 없는 기타수술 연구 11편을 아래 표에 제시하였다. 총점은 9점에서 18점 사이였다. 연구 대상수나 설명력을 계산한 연구 또는 눈가림 정보를 확인할 수 있는 연구는 없었다.

표 38. 로봇수술과 비교수술과의 질평가 결과 (기타수술)

연구 \ 항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총점
<b>비뇨기와 기타수술</b>													
Passerotti (2007)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	1	2	15
Pruthi (2007)	2	1	1	1	0	2	0	0	2	2	1	1	13
Stifelman (2008)	1	1	1	1	0	1	0	0	2	1	1	0	9
Hidalgo-Tamola (2009)	2	1	1	1	0	1	1	0	2	2	0	2	13
<b>흉부외과 기타수술</b>													
Cakar (2007)	2	1	1	1	0	1	1	0	2	1	2	2	14
Veronesi (2010)	2	2	1	1	0	2	2	0	2	2	2	2	18
<b>산부인과 기타수술</b>													
Geller (2008)	2	2	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	14
Magrina (2009)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	2	16
<b>외과 및 두경부 기타 수술</b>													
Bodner (2005)	2	1	1	1	0	2	2	0	2	1	2	1	15
Dutta (2007)	2	1	1	1	0	1	2	0	2	2	0	0	12
Dean (2010)	2	2	1	1	0	2	0	0	2	1	1	2	14

### 3.2.3. 전립샘절제술(Prostatectomy)의 분석결과

전립샘 절제술에서 선정된 문헌의 연구특성은 부록 4에서 확인할 수 있다.

#### 3.2.3.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

##### 1) 수술시간(operative time)

총 13편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 수술시간에 대하여 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

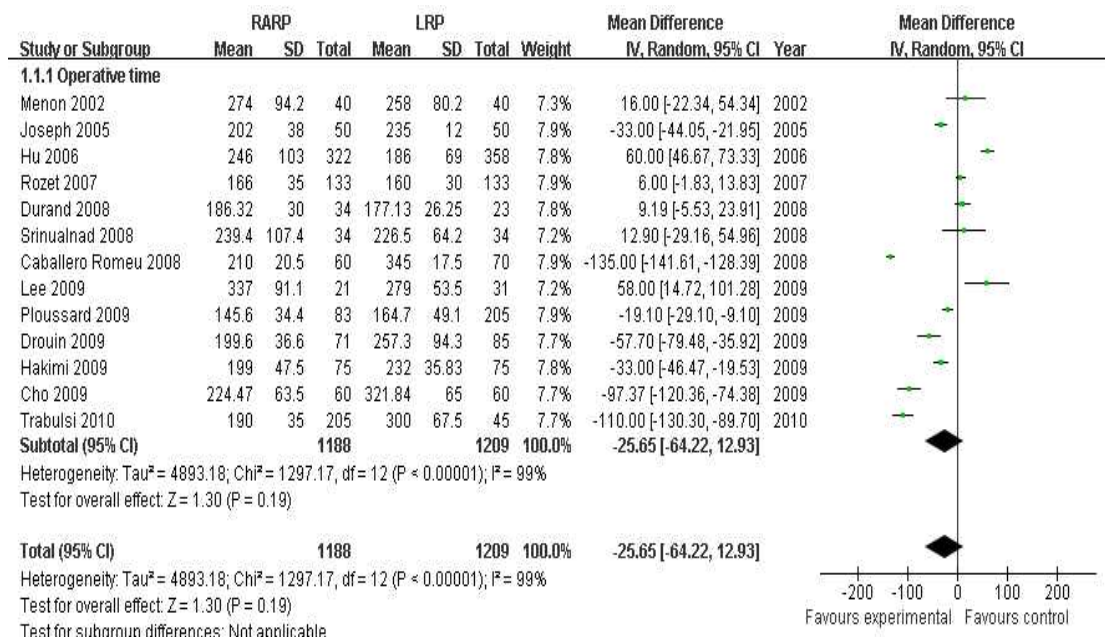


그림 16. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 (단위: 분)

수술시간을 중앙값(median)과 범위(range)로 보고하고 있는 경우가 많아 이를 평균과 표준편차로 변환한 후 모든 문헌을 포함하여 분석했을 때 로봇수술의 수술시간이 비교수술에 비해 25.65분 짧은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 각 연구마다 효과의 방향이나 크기가 다양한 양상이 관찰되었는데 이는 각 문헌에서 다루고 있는 수술시간의 정의가 매우 다르고, 환자 상태, 수술자의 특성 등이 다르기 때문이라 생각된다.

I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 99%로 이질성이 매우 높아 이를 해소하기 위해 다음과 같은 분석을 하였다. 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 문헌 6편만을 소그룹 분석한 결과, 로봇수술의 수술시간이



11.52분 짧은 것으로 나타났으나, 이 역시 통계적으로 유의하지 않았다. 소그룹 분석 시 이질성도 85%로, 평균과 표준편차로의 변환이 주요 이질성의 원인은 아닌 것으로 판단된다. 또한 수술시간의 정의가 각 문헌별로 달랐을 가능성이 있어 수술시간을 피부절개에서 봉합까지로 유사하게 정의한 문헌 6편을 소그룹 분석해보았으나 I-squared( $I^2$ ) test가 95%로 큰 변화는 없었다.

## 2) 재원일수(hospital stay)

총 12편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 재원일수를 보고하고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

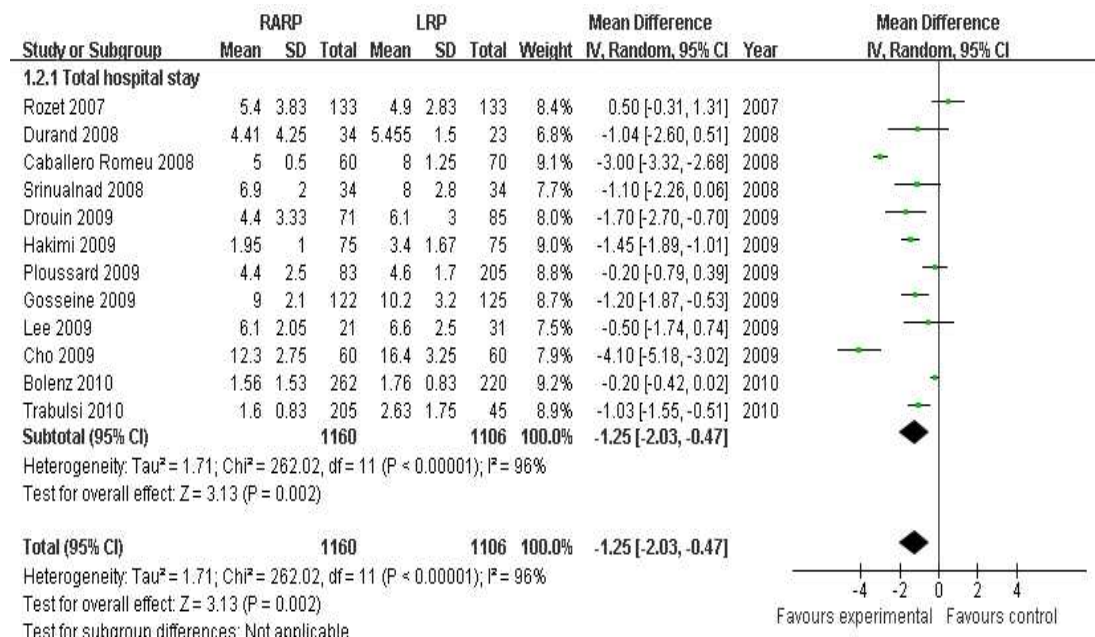


그림 17. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 재원기간 비교 (단위: 일)

문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 재원일수가 복강경 수술에 비해 통계적으로 1.25일 짧은 것으로 나타났으나 이질성이 높았다.(I-squared( $I^2$ ): 96%) 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 문헌만을 소그룹 분석한 결과 이질성이 59%로 감소하였다. 그러나 5편의 문헌만이 평균, 표준편차로 보고하고 있어 해당문헌이 적었고, 이질성을 해소할 수는 없었다. 평균, 표준편차로 보고한 연구의 재원기간은 비교수술에 비해 0.53일이 짧은 것으로 나타나 전체 효과 추정값보다는 짧게 나타났다.



다. 단일 시술자에 의한 연구나 여러 수술의사에 의해 시행된 연구가 다른 경향을 보일 가능성이 있어 단일 시술자에 의해 시술된 연구만을 소그룹분석한 결과 I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 86%로 감소하였으나 이질성을 해소할 수는 없었다. 효과 크기의 방향성을 고려하였을 때 이질성의 원인 중 하나는 효과 추정치 크기로 생각되며 이를 바탕으로 로봇수술의 재원기간이 짧다고 해석할 수도 있겠으나 이질성이 높아 효과 크기에 대한 결론을 내릴 수는 없었다.

### 3) 추정 출혈량(Estimated blood loss)

총 14편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 추정출혈량 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

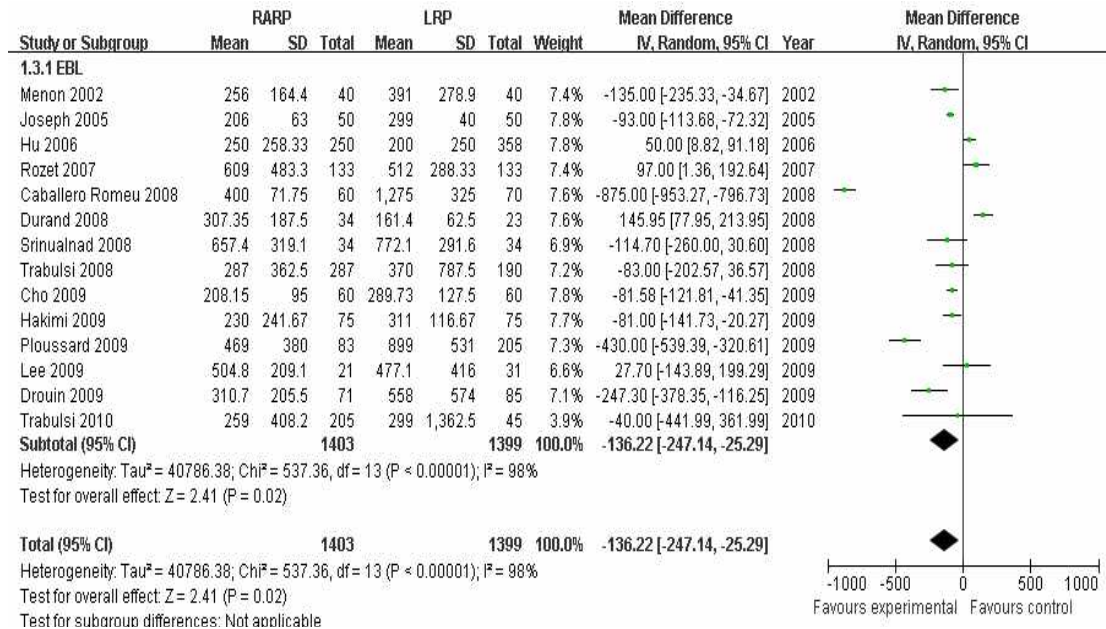


그림 18. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교(단위: ml)

수술시간을 중앙값(median)과 범위(range)로 보고하고 있는 경우가 많아 이를 평균과 표준편차로 변환한 후 모든 문헌을 포함하여 분석했을 때 로봇수술의 추정출혈량이 복강경 수술에 비해 통계적으로 유의하게 136.22ml 적은 것으로 나타났다. 그러나 I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 98%로 이질성이 매우 높아 결론을 내릴 수는 없었다. 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 5편의 문헌만을 소그룹분석한 결과 186.39ml 적은 것으로 나타났으나, 이질성 확인 결

과 85%로 소그룹분석으로도 이질성이 해소되지는 않았다. 그러나 단일 시술자에 의한 연구만을 소그룹분석한 결과 다음 그림에서 보듯이 추정출혈량 차이가 78.96ml로 적어지며 이질성이 해소되는 결과를 보였다. 하지만 이 역시 해당문헌이 5편으로 적어서 이 값을 결론으로 내리기에는 해석에 주의가 필요하다.

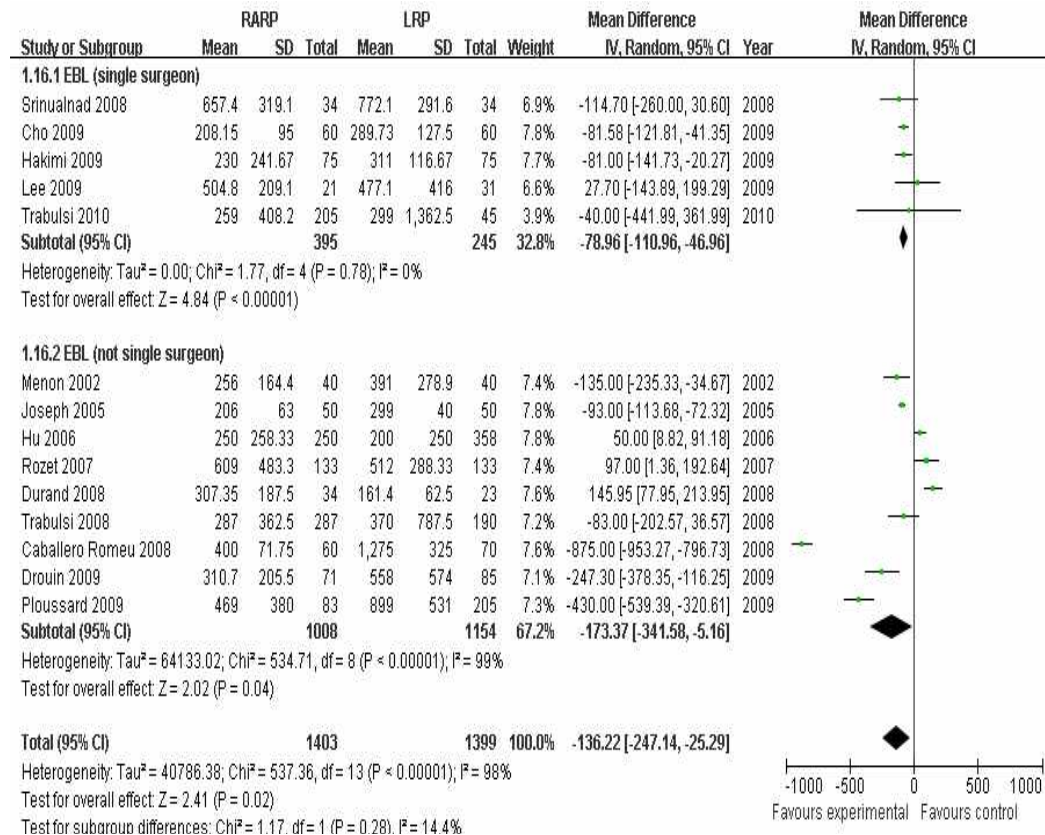


그림 19. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 (단일 술자에 의한 연구 소그룹분석)

#### 4) 수혈비율(Transfusion rate)

총 10편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 수혈비율 결과를 보고하고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 로봇보조 전립샘절제술의 수혈비율을 복강경수술과 비교했을 때 로봇수술의 수혈비율이 복강경수술에 비해 낮았으나 통계적으로 유의하지는 아 로봇수술과 기존 수술법 사이에 수혈 비율에 차이가 있다고 말할 수는 없었다.

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

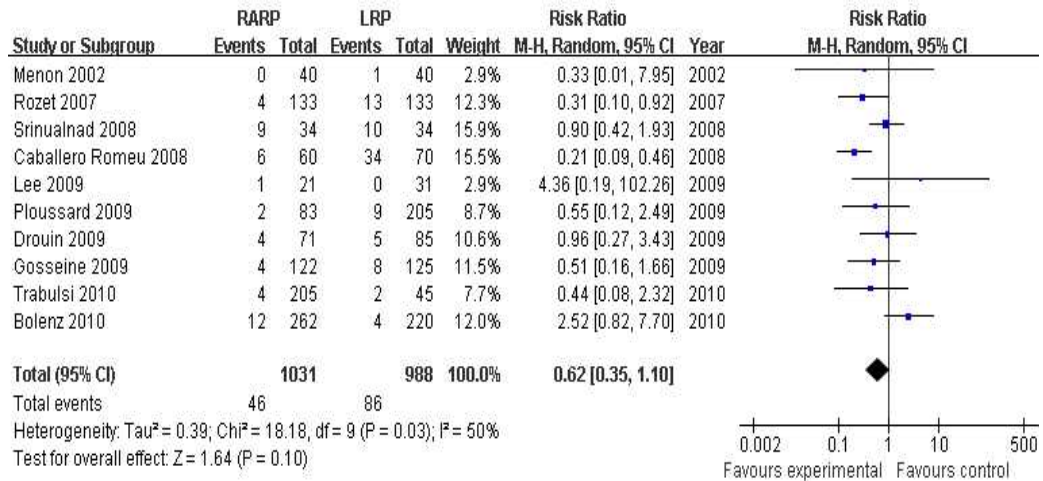


그림 20. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 수혈비율 비교

## 5) 합병증비율(Complication rate)

총 10편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 합병증비율 결과에 대해 다루고 있었다. 그러나 수술중 합병증만을 다루거나, 수술직후 합병증만 언급하는 등 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하였다. 또한 합병증 발생에 대한 추적 관찰 기간이 명시되지 않거나, 명시되었더라도 그 기간이 각 문헌별로 차이가 있었다. 또한 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하여 각 합병증별로 분석을 할 수는 없었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 단순 분석으로는 로봇수술을 받은 환자에서 합병증 발생이 적은 것으로 분석되었다(RR: 0.64(0.46-0.89)). 하지만 합병증 정의 자체의 다양성 때문에 합병증 발생 차이에 대해서는 결론을 내릴 수 없었다.

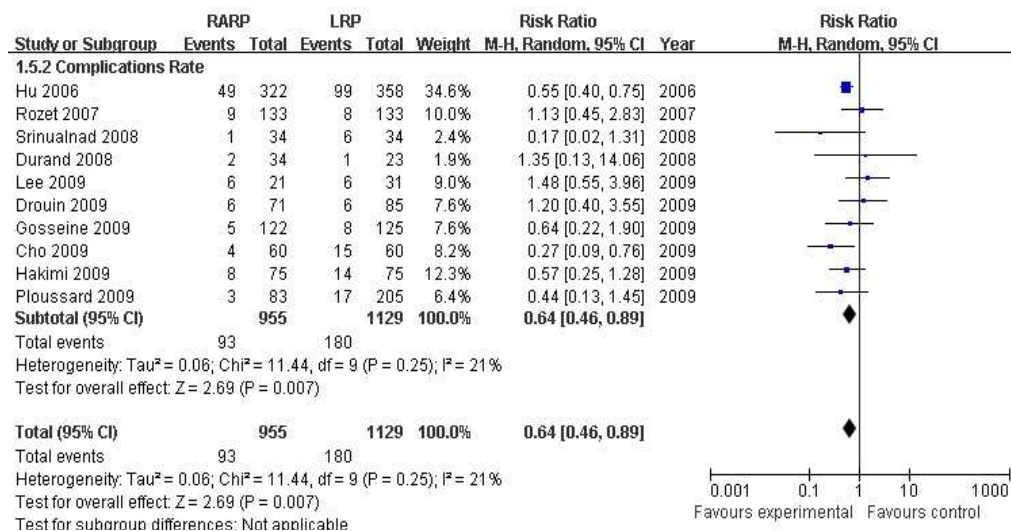


그림 21. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 합병증비율 비교

또한 안전성을 직접적으로 판단할 수 있는 사망여부를 언급하고 있는 문헌은 2편이 있었으나 언급하고 있지 않은 연구가 대부분이어서 정량적인 분석은 불가능하였다. 표에서 볼 수 있듯이 2편에서 로봇수술, 복강경수술 모두 사망은 발생하지 않았다.

표 39. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 사망여부 비교

	로봇수술전립샘절제술		복강경전립샘절제술	
	Death	Total	Death	Total
Lo 2010	0	133	0	133
Menon(b) 2002	0	40	0	40

## 6) 절제면양성률(Positive margin) - 모든 병기

총 11편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 절제면양성률(positive margin) 결과에 대해 다루고 있었다. 절제면양성률이란 전립샘절제술에 있어서 모든 암을 제거하는데 성공했는지 판단할 수 있는 지표로 낮은 positive margin은 수술이 성공적이었음을 의미한다. 그 결과를 병기와 상관없이 메타분석해보면 다음 그림 22와 같다. 로봇보조 전립샘절제술이 복강경수술과 전체적인 positive margin 발생비율은 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였으며, 이질성이 25%로 심각한 수준은 아니었다.

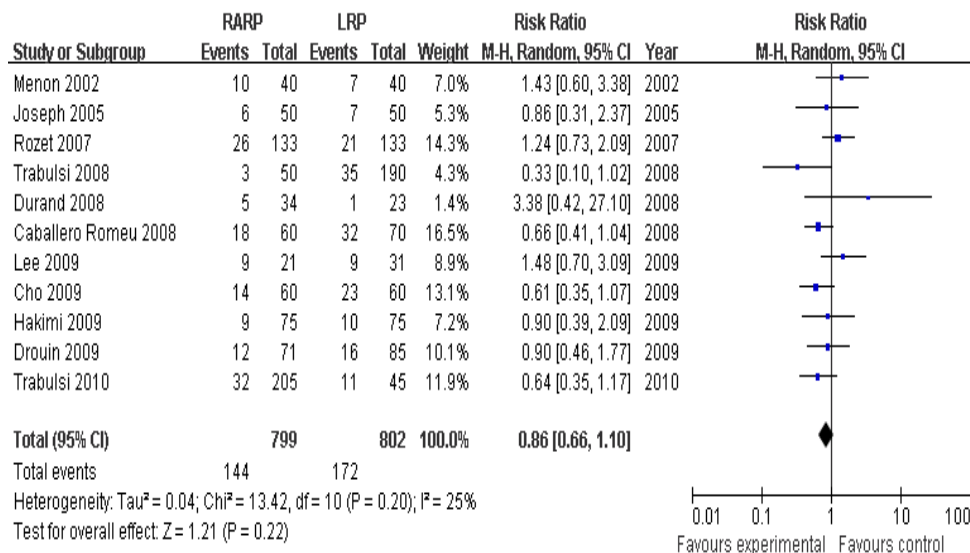


그림 22. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률 비교

## 7) 절제면양성률(Positive margin)(pT2)

pT2 병기에서의 positive margin 발견비율을 보고한 문헌은 5편이었으며, 로봇수술

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

에서 절제면 양성을 발견 비율은 낮은 것으로 나타났다.

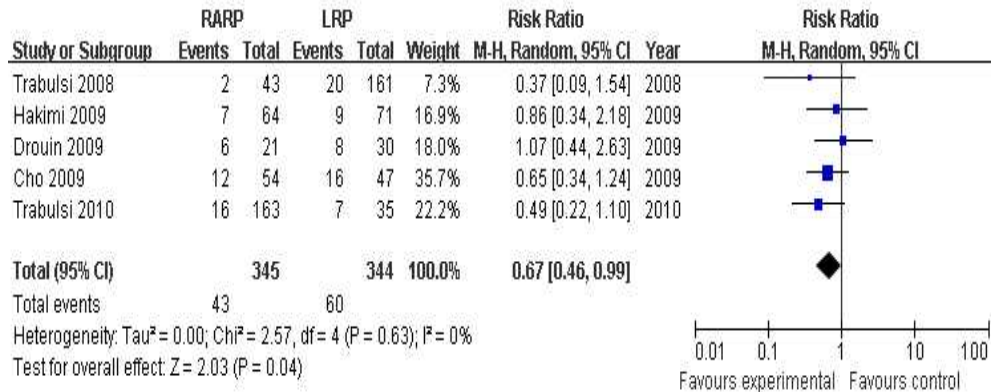


그림 23. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률(pT2) 비교

### 8) 절제면양성률(Positive margin)(pT3)

pT3 병기에서의 positive margin 발견비율을 보고한 문헌은 3편이었으며, 통계적으로 유의하지 않은 결과를 보였다. 메타분석 결과는 다음 그림과 같다.

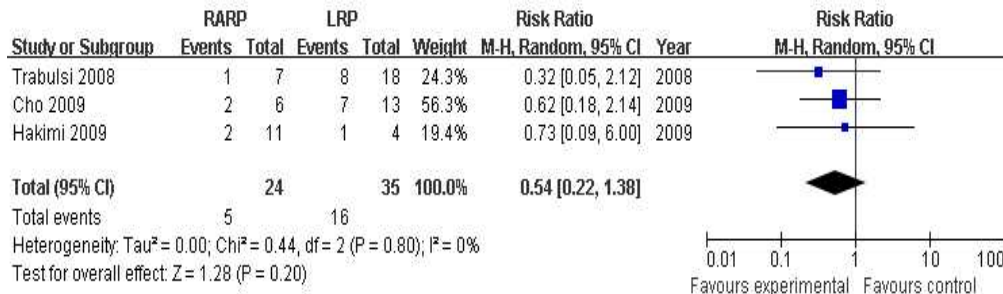


그림 24. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 절제면양성률(pT3) 비교

### 9) 요실금

수술 후 배뇨기능회복정도를 평가 비교한 문헌은 7편이었다. 메타분석결과와 다음 그림과 같았으며, 결과는 통계적으로 유의하지 않았다.



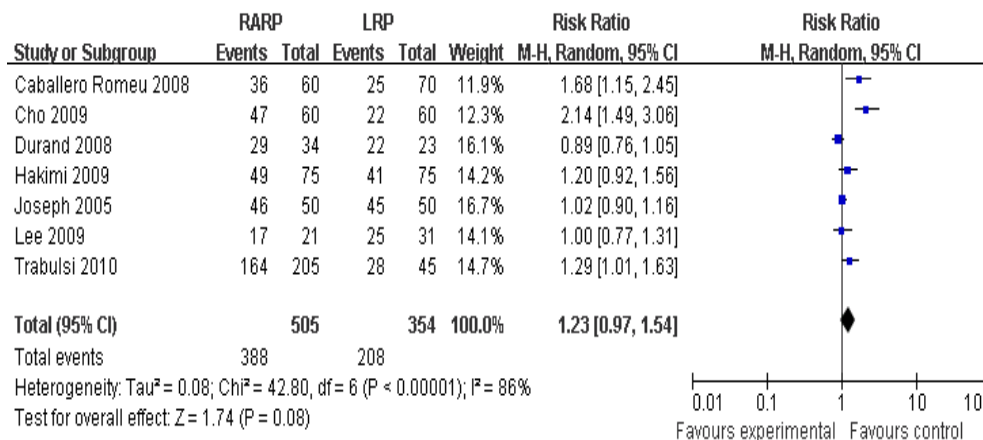


그림 25. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 요실금 회복정도

### 10) 근거수준 평가결과

각 주요결과 지표별로 GRADE로 근거수준을 평가하였다. 그러나 모든 메타분석결과에 포함된 문헌이 대부분 관찰연구였으며, 이질성이 매우 높아 거의 모든 결과에서 근거수준이 매우 낮았다. 각 결과별 근거수준은 다음 표 40과 같다.

표 40. 로봇보조전립샘절제술과 복강경수술의 근거수준 평가결과

	MD or RR	p-value	Level of evidence (GRADE)
Hospital stay[day]	-0.53[-0.98,-0.08]	0.02	very low
	-1.69[-2.71,-0.68]	0.001	very low
EBL [mL]	-78.96[-110.96,-46.96]	0.00001	very low
	-173.37[-341.58,-5.16]	0.02	very low
Transfusion rate	0.62[0.35,1.10]	0.10	very low
Overall complication rate	0.64[0.46,0.89]	0.007	low
Overall positive margin rate	0.86[0.66,1.10]	0.22	very low
Positive margin(pT2)	0.67[0.46,0.99]	0.04	very low
Positive margin(pT3)	0.54[0.22,1.38]	0.20	very low
Continence rate (3 month)	1.23[0.97,1.54]	0.08	very low
Operative time[min]	-25.65[-64.22-12.93]	0.19	very low

### 3.2.3.2. 개복수술(open surgery)과의 비교

#### 1) 수술시간(operative time)

총 19편의 로봇보조 전립샘절제술과 개복수술의 비교문헌이 수술시간에 대하여 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

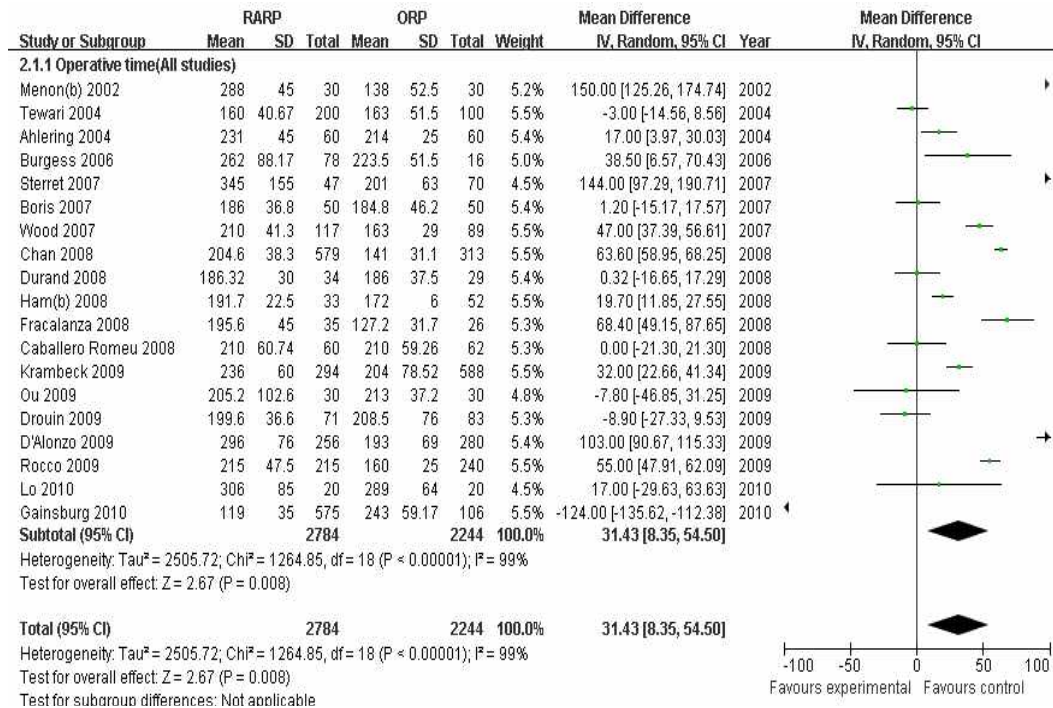


그림 26. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 수술시간 비교 (단위: 분)

수술시간을 중앙값(median)과 범위(range)로 보고하고 있는 경우가 많아 이를 평균과 표준편차로 변환한 후 모든 문헌을 포함하여 분석했을 때 로봇수술의 수술시간이 복강경수술과는 달리 개복수술에 비해 31.43분 긴 것으로 나타났다. ( $I^2$ : 99%)그러나 각 문헌에서 다루고 있는 수술시간의 정의가 매우 다르고, 환자 상태, 수술자의 특성 등이 고려될 수 없었기에 이질성을 해결할 수 없었다. 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 문헌 10편만을 소그룹 분석한 결과 이질성이 97%로 큰 변화가 없었으며 이에 변환이 주요 이질성의 원인은 아닌 것으로 확인되었다. 평균, 표준편차로 보고한 연구의 수술시간은 비교수술에 비해 43.84분 긴 것으로 나타났으나 이질성이 매우 높아 결론을 내릴 수 없었다.

## 2) 재원일수(hospital stay)

총 23편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 개복수술과 비교한 재원일수 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

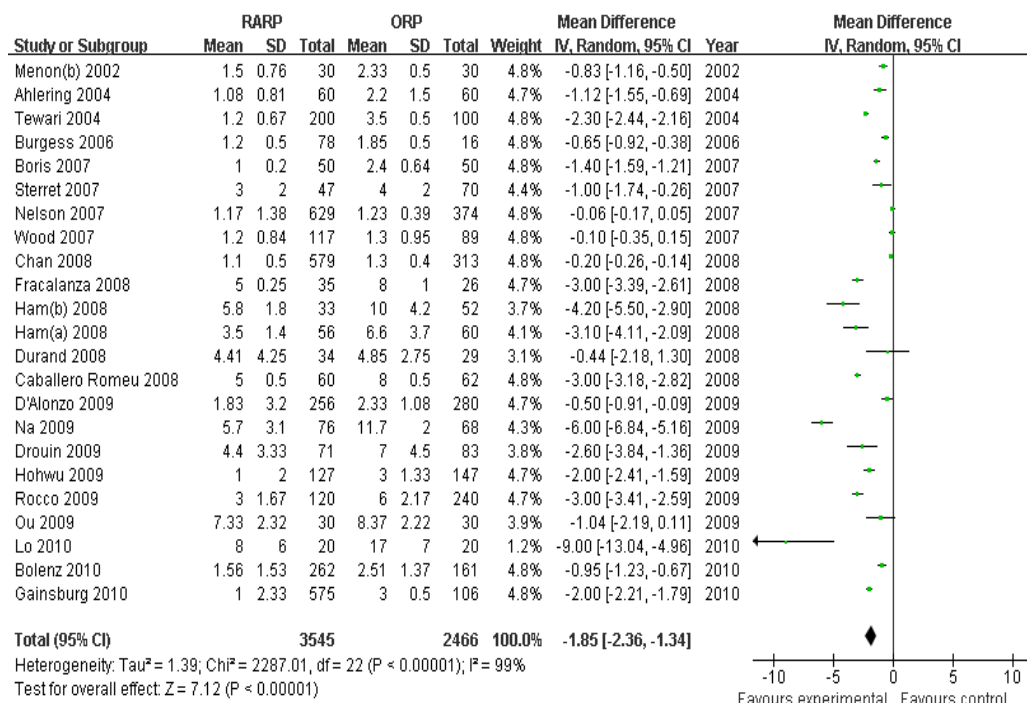


그림 27. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 재원일수 비교 (단위: 일)

문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 재원일수가 복강경수술에 비해 통계적으로 1.85일 짧은 것으로 나타났다( $I^2$ : 96%). 효과의 크기가 연구마다 달라 그로 인한 이질성이라 판단된다. 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 문헌 10편만을 소그룹 분석한 결과도 이질성은 98%로 감소하지 않았다. 효과 크기의 방향성을 고려하였을 때 이질성의 원인 중 하나는 효과 추정치 크기로 생각되며 이를 바탕으로 로봇수술의 재원기간이 짧다고 해석할 수도 있겠으나 이질성이 높아 효과 크기에 대한 결론을 내릴 수는 없었다.

## 3) 추정 출혈량(Estimated blood loss)

총 21편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 추정출혈량 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

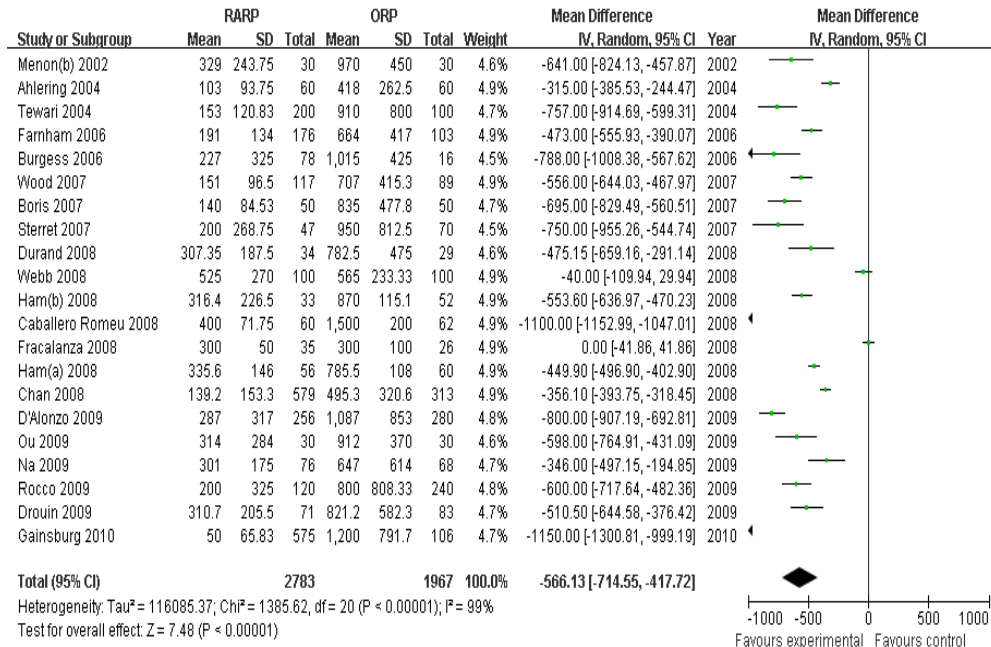


그림 28. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 추정출혈량 비교 (단위: ml)

수술시간을 중앙값(median)과 범위(range)로 보고하고 있는 경우가 많아 이를 평균과 표준편차로 변환한 후 모든 문헌을 포함하여 분석했을 때 로봇수술의 추정출혈량이 복강경 수술에 비해 통계적으로 유의하게 566.13ml 적은 것으로 나타났다( $I^2$ : 99%). 중앙값, 범위의 변환이 이질성을 높였을 가능성이 있어 평균, 표준편차로 보고한 10편의 문헌만을 소그룹 분석한 결과 이질성 확인 결과 90%로 소그룹분석으로는 이질성이 해소되지 않았다. 단일 시술자에 의한 연구만을 소그룹분석 했을 때에도  $I^2$ 가 95%로 이질성이 해소되지 않았다. 효과 크기 방향성을 고려하였을 때 이질성의 원인 중 하나는 효과 추정치 크기로 생각되며 이를 바탕으로 로봇수술의 추정출혈량이 짧다고 해석할 수도 있겠으나 이질성이 높아 효과 크기에 대한 결론을 내릴 수는 없었다.

#### 4) 수혈비율(Transfusion rate)

총 16편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 수혈비율 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

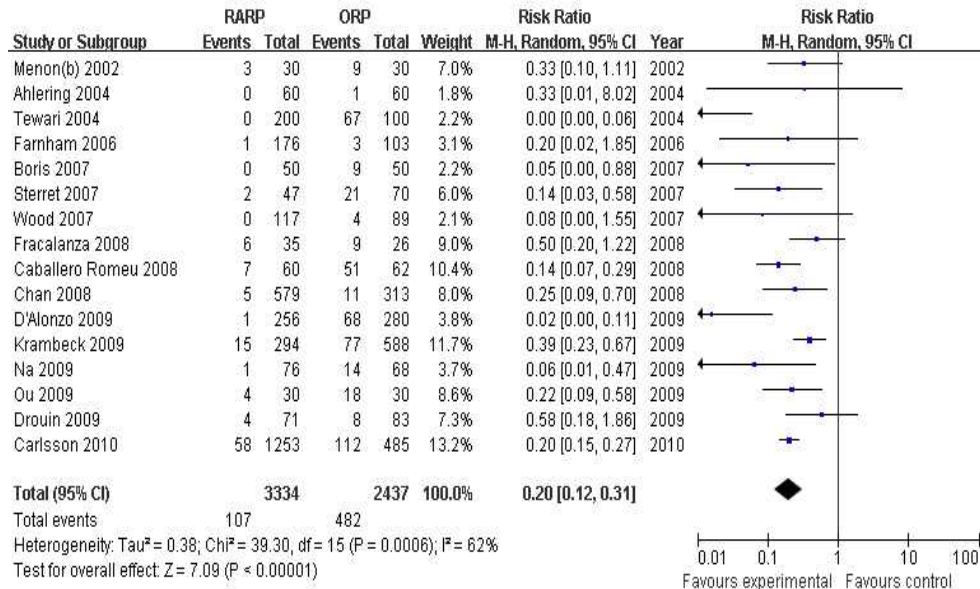


그림 29. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 수혈비율 비교

로봇보조 전립샘절제술의 수혈비율을 개복수술에 비교했을 때 로봇수술의 수혈비율이 개복수술에 비해 RR값이 0.20으로 유의하게 낮았으나 I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 62%로 이질성이 높아 효과 크기에 대한 결론은 내릴 수 없었다.

### 5) 합병증비율(Complication rate)

총 15편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 합병증비율 결과에 대해 다루고 있었다. 그러나 수술중 합병증만을 다루거나, 수술직후 합병증만 언급하는 등 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하였다. 또한 합병증 발생에 대한 추적 관찰 기간이 명시되지 않거나, 명시되었더라도 그 기간이 각 문헌별로 차이가 있었다. 또한 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하여 각 합병증별로 분석을 할 수는 없었으며 각 문헌에서 합병증으로 언급된 모든 발생을 통합하여 정리하였다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

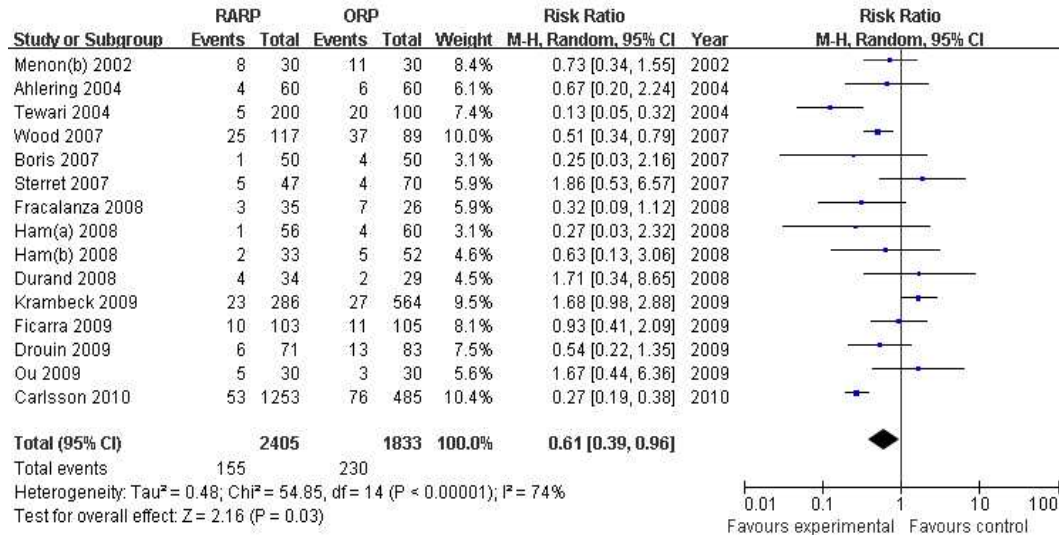


그림 30. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 합병증비율 비교

로봇보조 전립샘절제술이 개복수술에 비해 RR값이 0.61(0.39-0.96)로 합병증 발생 위험을 줄여주는 것으로 나타났으나, 이질성이 높고 효과 추정치의 방향성을 고려했을 경우 효과 크기에 대한 결론을 내릴 수는 없었다.

## 6) 절제면양성률(Positive margin)-모든 병기

총 21편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 절제면양성률(positive margin) 결과에 대해 다루고 있었다. 절제면양성률이란 전립샘절제술에 있어서 모든 암을 제거하는데 성공했는지 판단할 수 있는 지표로 낮은 positive margin은 수술이 성공적이었음을 의미한다. 그 결과를 병기와 관계없이 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 로봇보조 전립샘절제술이 개복수술과 비교 시 전체적인 positive margin 발생률에는 통계적으로 유의하지 않은 차이를 보였다.

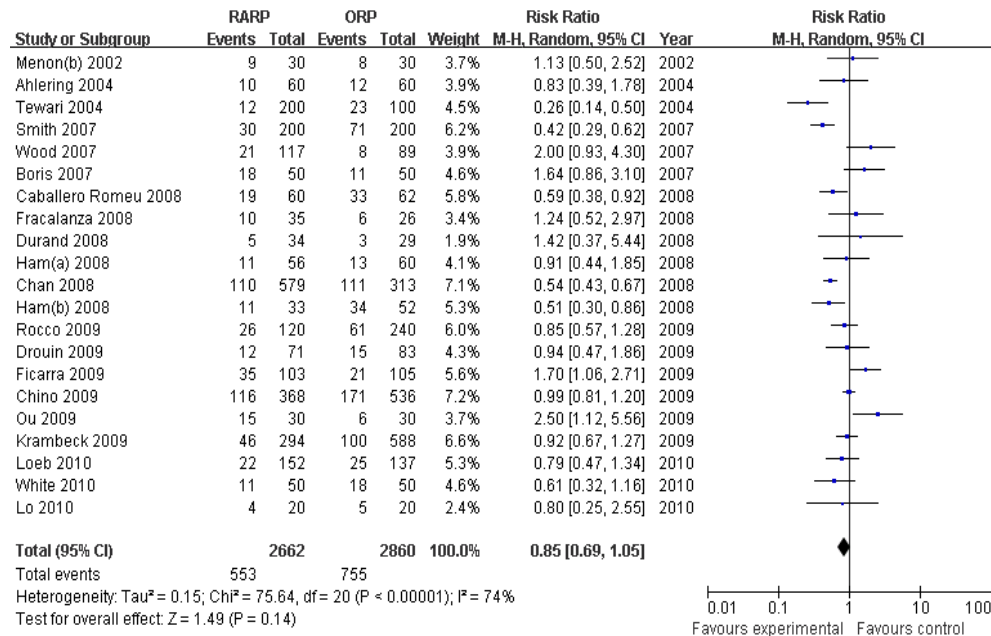


그림 31. 로봇보조전립샘절제술과 개복수술의 절제면양성률 비교

## 7) 장기간 생존(Long-term survival)

로봇수술과 개복수술비교 연구에서 장기간 생존을 비교한 연구는 3편 있었으나, 각각 문헌에서 추적 관찰한 기간 등에 차이가 있어 정량적인 분석은 어려웠다. 3편(Barocas, 2010; Krambeck, 2009; Schroeck, 2008)의 각각의 결과를 살펴보면 개복수술과 로봇수술의 recurrence-free survival은 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 8) 근거수준 평가결과

각 주요결과지표별로 GRADE로 근거수준을 평가하였다. 그러나 모든 메타분석결과에 포함된 문헌이 대부분 관찰연구였으며, 이질성이 매우 높아 거의 모든 결과에서 근거수준이 매우 낮았다. 각 결과별 근거수준은 다음 표와 같다.

표 41. 로봇전립샘절제술과 개복수술의 근거수준 평가결과

결과변수	MD or RR	p-value	Level of evidence (GRADE)
Hospital stay[day]	-1.85[-2.36,-1.34]	<0.00001	very low
EBL [mL]	-566.13[-714.55,-417.72]	<0.00001	very low
Transfusion rate	0.20[0.12,0.31]	<0.00001	very low
Overall complication rate	0.61[0.39,0.96]	0.03	very low
Overall positive margin rate	0.85[0.69,1.05]	0.85	very low
Operative time[min]	31.43[8.35,54.50]	0.008	very low

### 3.2.4. 갑상샘절제술(Thyroidectomy)의 분석결과

국외현황과는 달리 갑상샘절제술은 국내에서 전립샘절제술에 이어 두번째로 많이 시술되고 있는 것으로 추정되고 있다. 그러나 관련문헌은 매우 적었다. 갑상샘절제술 관련 문헌은 4편이 선정되었으며, 4편 중 3편(75%)이 한국에서 진행된 연구였고, 최근 연구가 많았다. 각 문헌별로 수술대상 질환을 암으로 한정하진 않았으나, 양성결절을 포함한 논문도 있었으며 비교군이 개복수술 및 내시경 수술 등으로 다양하여 정량적 분석을 시행할 수 없었다. 4편 모두 로봇의 수술시간이 비교수술에 비해 더 소요되었으나, 미용적 측면에서 우수하다고 결론내리고 있으며 합병증·통증 등은 연구마다 결과에 차이가 있었다. 갑상샘절제술 관련 문헌은 국내 출판 문헌이 많았는데, 모두 미용적인 결과변수를 고려하고 있어 미용 관련 결과가 갑상샘절제술 수술방법 결정에 있어 중요한 역할을 하고 있지 않은지 추정해볼 수 있었다. 각 문헌의 결론 및 특성은 다음 표와 같다.

표 42. 로봇 보조 갑상샘절제술 관련 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유 형	시행 국가	대상 질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Kang (2009)	후향적 코호트 연구	한국	follicular adenoma / benign thyroid no dules < 5cm / papillary thyroid carcinoma < 2cm	Robotic thyroide ctomy	80 (39.2*)	Operative time (approaching time, docking time, console time) Amount of drainage, Hospital stay Number of removed lymph node Postoperative complications Postoperative pain	수술시간이 136.5분으로 open의 105.5분에 비해 더 소요되기는 했 으나, 합병증 발생이 매우 적어 로 봇 수술이 안전하고, 효과적인 수 술이라 결론 내림	3
				Open thyroidect omy	224			
Lang (2010)	후향적 코호트 연구	중국	benign nodule < 4cm / malignant case < 2cm	Robotically assisted thyroidectomy	7 † (43.4)	Total procedure time(docking time, console time) Number of surgical assistants Open conversions, Blood loss Hospital stay, Pain score Surgical complications	로봇수술의 총 수술시간이 더 길 고, 수술 당일 높은 통증 강도를 보이기는 하나, 보조자가 필요하지 않은 장점이 있음	6
				Endoscopic thyroidectomy	39 † (44. 4)			
Lee (2010)	전향적 코호트 연구	한국	follicular thyroid carcinoma < 4cm / papillary thyroid carcinoma < 2cm	Robotic thyroide ctomy	41 (39.0)	Total operative time (flap dissection time, docking time, console time) Blood loss, Retrieved central LNs, Metastatic central LNs Postoperative complications Cosmetic results and Patient com- plaints	통증강도, 합병증은 유사함. 로봇수술이 더 긴 수술시간이 소 요되나, 미용적인 측면이나 불편감 등을 줄여줄 수 있음	3
				Open thyroidect omy	43 (37.7)			
Tae (2011)	후향적 코호트 연구	한국	Follicular adenoma or benign thyroid nodues < 5cm / papillary thyroid carcinoma < 2cm	Robot-assisted endoscopic thyroidectomy	41 (39.2)	Operative time (draping time, flap elevation time, docking time, conso le time, closure time) Amount of drainage, Hospital stay, Complications, Cosmetic satisfaction, Postoperative pain score	로봇수술 수술시간이 더 소요되고 drainage 양이 많음. 합병증비율 이나 통증 정도는 유사하나, 미용 만족도가 매우 높아 로봇수술이 안전하고 미용적으로 좋은 수술임	-
				Open thyroidectomy	163 (51.7)			

\* 모든 군의 연령 평균만 제시되어 있음

† median임

### 3.2.5. 신장절제술(Nephrectomy)의 분석결과

신장절제술 관련 연구의 경우 특히 평균, 표준편차 모두를 추출할 수 있는 문헌이 거의 없었으며 평균만을 보고하는 연구가 대부분이어서 양적 분석에 포함한 연구는 많지 않았다. 선정된 문헌의 연구특성은 부록 4에서 확인할 수 있다.

#### 3.2.5.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

##### 1) 수술시간(operative time)

총 5편의 로봇보조 신장절제술 관련 문헌이 수술시간에 대하여 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 수술시간이 비교수술에 비해 1.72분 긴 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 각 문헌에서 다루고 있는 수술시간의 정의가 매우 다르고, 환자 상태, 수술자의 특성 등이 고려될 수 없었기에 이질성을 해결할 수 없었다. I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 81%로 이질성이 매우 높아 결론을 내릴 수 없었다.

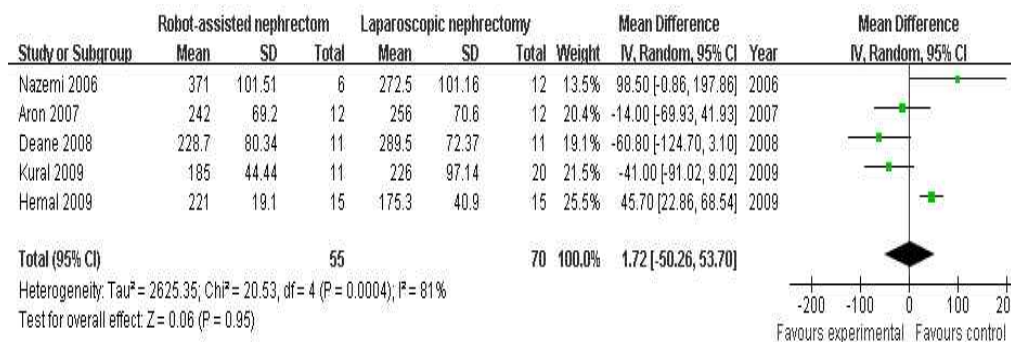


그림 32. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 (단위: 분)

##### 2) 재원일수(hospital stay)

총 4편의 로봇보조 신장절제술 관련 문헌이 재원일수 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 그림 33과 같다.



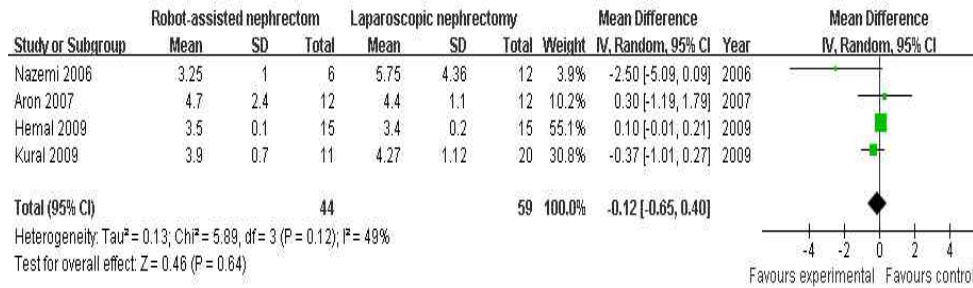


그림 33. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 재원일수 비교 (단위: 일)

문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 재원일수가 비교수술에 비해 0.12일 짧게 나타났으나 그 차이가 크지 않았고 통계적으로도 유의하지 않았다. I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 값은 49%였다.

### 3) 추정 출혈량(Estimated blood loss)

총 5편의 로봇보조 신장절제술 관련 문헌이 추정출혈량 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

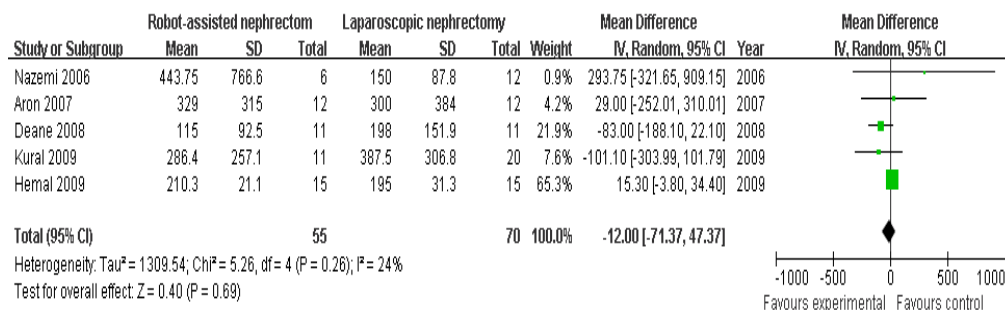


그림 34. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 (단위: ml)

문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 추정출혈량이 비교수술에 비해 12.00ml 적은 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. ( $I^2$ : 24%)

### 4) 수혈비율(Transfusion rate)

총 6편의 로봇보조 전립샘절제술 관련 문헌이 수혈비율 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 이질성은 낮았으며 RR값은 1.06으로 로봇보조



신장절제술과 복강경수술은 수혈비율에 차이가 있다는 근거는 없었다.

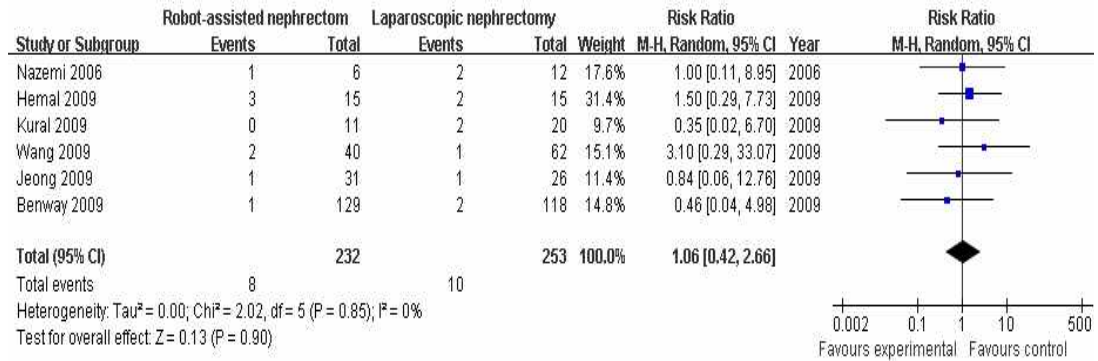


그림 35. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 수혈비율 비교

### 5) 합병증비율(Complication rate)

총 7편의 로봇보조신장절제술 관련 문헌이 합병증비율 결과에 대해 보고하고 있었다. 그러나 수술 중 합병증만을 다루거나, 수술직후 합병증만 언급하는 등 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하였다. 또한 합병증 추적 관찰 기간이 명시되지 않거나, 명시되었더라도 그 기간이 각 문헌별로 차이가 있었다. 또한 각 문헌에서 다루고 있는 합병증의 종류가 매우 다양하여 각 합병증별로 분석을 할 수는 없었으며 각 문헌에서 합병증으로 언급된 모든 발생을 통합하여 정리하였다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. RR값은 1.09로 로봇보조 신장절제술과 복강경수술 간의 합병증 발생에는 차이를 보이지 않았다. ( $p=0.72$ )

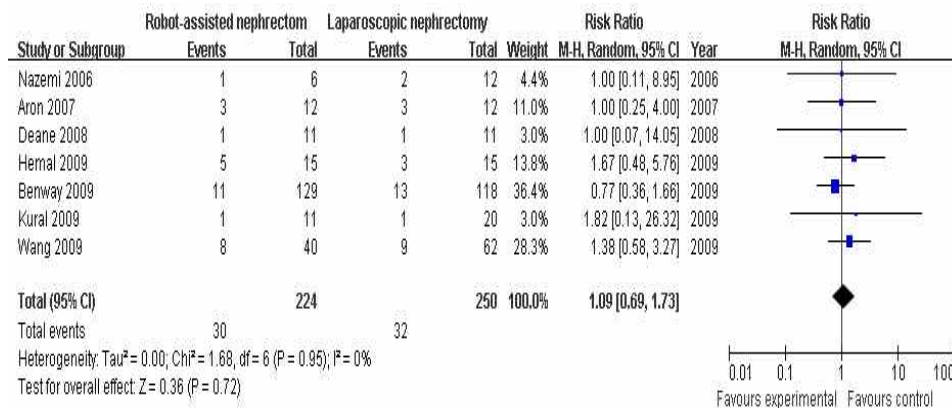


그림 36. 로봇보조신장절제술과 복강경수술의 합병증비율 비교

## 6) 근거수준 평가결과

각 주요결과지표별로 GRADE로 근거수준을 평가하였다. 그러나 모든 메타분석결과에 포함된 문헌이 대부분 관찰연구였으며, 이질성이 매우 높아 거의 모든 결과에서 근거수준이 매우 낮았다. 또한 로봇보조 신장절제술관련 결과는 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 각 결과별 근거수준은 다음 표와 같았다.

표 43. 로봇보조신장절제술의 비교결과변수 근거수준 평가결과

결과변수	MD or RR	p-value	Level of evidence (GRADE)
Hospital stay[day]	-0.12[-0.65,0.40]	0.64	very low
EBL [mL]	-12.00[-71.37,47.37]	0.69	very low
Transfusion rate	1.06[0.42,2.66]	0.90	very low
Overall complication rate	1.09[0.69,1.73]	0.72	very low
Operative time[min]	1.72[-50.26,53.70]	0.95	very low

## 3.2.6. 직장수술(Rectal surgery)의 분석결과

### 3.2.6.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 직장수술은 국외와는 달리 국내에서 많이 시행되고 있는 수술이나, 복강경수술과 비교한 문헌은 3편으로 적었다. 연구의 수가 많지 않아 정량적인 분석은 시행하지 않았다. 각 연구마다 내리고 있는 결론이 유사하여, 로봇수술이 안전하고 복강경수술과의 비교 결과도 유사하다고 언급하고 있다. 그러나 암환자를 대상으로 한 수술인 만큼 추후에 장기간 추적 관찰을 시행한 잘 수행된 추가적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

표 44. 로봇 보조 직장절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Baik (2008)	무작위배정 비교임상 시험	한국	rectal cancer	robotic tumorspecific mesorectal excision	18 (57.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operative time</li> <li>- hemoglobin change</li> <li>- Days to peristalsis</li> <li>- Length of stay</li> <li>- Conversion</li> <li>- Complications</li> </ul>	로봇수술이 안전하고 효과적이었으며, 수술중 결과도 괜찮았음	-
				laparoscopic tumorspecific mesorectal excision	18 (62)			
Baik (2009)	전향적 코호트 연구	한국	Rectal cancer	Robotic Low Anterior Resection	56 (60.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operative time</li> <li>- Hb change</li> <li>- Days to first passing flatus</li> <li>- Days to soft diet</li> <li>- Length of stay</li> <li>- Systemic Recurrence</li> <li>- Lymph node harvested</li> <li>- Proximal resection margin(cm)</li> <li>- Distal resection margin(cm)</li> </ul>	로봇수술은 안전하고 효과적이었으며, 수술중 결과도 복강경수술과 비교하여 괜찮았음	14.3
				Laparoscopic Low Anterior Resection	57 (63.2)			
Patriti (2009)	전향적 코호트 연구	이탈리아	rectal cancer	robot-assisted anterior rectal resection	29 (68)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- conversion to open</li> <li>- death</li> <li>- recurrence rate</li> </ul>	로봇수술은 안전하고 적합하였으나, 무작위배정임상시험과 장기간 추적관찰이 필요함	18.7-29.2
				traditional laparoscopic anterior rectal resection	37 (69)			

### 3.2.7. 위절제술(Gastrectomy)의 분석결과

#### 3.2.7.1. 복강경수술과의 비교

로봇보조 위절제술과 복강경수술을 비교한 연구는 2편이었다. 선정된 문헌수가 적어 정량적인 분석은 할 수 없었다. 한 논문에서 비교수술과 비교하여 출혈량이 많은 것을 언급하였으나, 두 문헌 모두 비교수술에 비해 좋은 수술결과를 보였다고 결론내리고 있다. 각 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 45. 로봇 보조 위절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Song (2010)	비동시적/ 과거대조균 코호트 연구	한국	gastric cancer	robot-assisted distal subtotal gastrectomy with gastroduodeno- stomy	20 (51.6)	- operative time - conversion to open - blood loss - hospital stay - flatus passage	로봇수술이 출혈량이 유의하게 많았으나, 다른 결과는 차이를 보이지 않음	-
				laparoscopic distal subtotal gastrectomy	20 (62.5)	- soft diet start - complications - mortality		
Kim (2010)	후향적 코호트 연구	한국	gastric cancer	robotic gastrectomy	16 (53.8)	- Estimated blood loss - Operation time - Time to first flatus	로봇수술이 복강경과 개복수술 에 비해 좋은 수술 결과를 보 였음	-
				laparoscopic gastrectomy	11 (57.9)	- Postoperative hospital stay - Complication		

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.7.2. 개복수술과의 비교

로봇보조 위절제술과 개복수술을 비교한 연구는 한 편밖에 없었다. 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 46. 로봇 보조 위절제술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Kim (2010)	후향적 코호트 연구	한국	gastric cancer	robotic gastrectomy	16 (53.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimated blood loss</li> <li>- Operation time</li> <li>- Time to first flatus</li> <li>- Postoperative hospital stay</li> <li>- complication</li> </ul>	로봇수술이 복강경과 개복수술에 비해 좋은 수술 결과를 보였음	-
				open gastrectomy	12 (56.0)			

### 3.2.8. 심장관련수술(Cardiac surgery)의 분석결과

#### 3.2.8.1. CABG

CABG 관련 문헌은 2편이 있었다. 비교 수술은 흉골절개술(sternotomy)로 같았으나 중재수술이 MiniCABG, MIDCABG로 다양하였으며, 추적관찰기간이 다양하고 결과변수가 다양하여 정량적인 분석을 시행할 수 없었다. Poston 2008에서는 로봇을 이용한 MiniCABG가 MACE 위험을 낮춘다는 결과를 보였다. 각 문헌의 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 47. 로봇 보조 CABG 관련 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Poston (2008)	전향적 코호트 연구	미국	Multivessel coronary artery disease	Robotically assisted MiniCABG	100 (61.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Length of surgery</li> <li>- Hospital length of stay</li> <li>- ICU length of stay</li> <li>- Intraoperative blood loss</li> <li>- PRBC transfusion rate</li> <li>- Level of satisfaction</li> <li>- Complication</li> </ul>	MiniCABG가 회복시간, 1년째의 MACE 위험도를 낮추는 특성을 보였음. (sternotomy CABG가 MACCE(HR, 3.9;95% CI, 1.4-7.6)를 증가시켰음)	12
				Sternotomy	100 (66.2)			
Bucerius (2002)	비무작위 배정 비교임상 시험	독일	Coronary artery disease	Robotically assisted MIDCABG	24 (65.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intubation (hour)</li> <li>- Chest tube (hour)</li> <li>- Intensive care (hour)</li> <li>- Total hospital stay</li> <li>- Pain level</li> </ul>	MIDCABG가 수술 후 통증을 유의하게 줄여줌	7 days
				Sternotomy	93 (63.9)			

CABG : Coronary artery bypass grafting

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.8.2. 승모판막성형술(Mitral valve repair)

승모판막성형술 관련 문헌은 2편이 있었다. 문헌수가 적어 정량적인 분석을 시행하지 않았다. 두 편의 문헌에서 로봇수술이 수술시간이 더 소요되었으나 재원기간이 짧은 결과를 보였다. 각 문헌의 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 48. 로봇 보조 승모판막성형술 관련 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Foliguuet (2006)	후향적코호 트연구	프랑스	posterior leaflet insufficiency underwent mitral valve repair	Robotic sternomy	25 (59.4)	- Intubation time (min) - ICU (h) - Bleeding (ml) - PRBC transfusion - Length of stay (days)	로봇수술이 수술시간이 더 걸렸으나, 재원기간은 짧았음. 로봇수술은 안전하나, 장기간 추적 관찰이 필요하다고 결론내림	12-24
				Sternomy	25 (60.4)			
Woo (2006)	후향적코호 트연구	미국	patients who underwent mitral surgery	Robotic minimally invasive mitral surgery	25 (60)	- Time on bypass machin - Time on cross-clamp - Time to extubation - Intensive care unit stay - Hospitalization	로봇수술이 수술시간은 오래걸렸으나, 재원기간, 수혈량 등이 적었음	-
				sternotomy	39 (60)			

### 3.2.8.3. 심방중격성형술(Atrial septal repair)

심방중격성형술 관련 문헌은 2편이 있었다. 문헌수가 적고 중재수술의 다양성, 비교수술의 다양성 등으로 인해 정량적인 분석을 시행하지 않았다. 2편의 문헌에서 관찰한 결과변수가 달라 각각 내리고 있는 결론에도 차이가 있었다. 각 문헌의 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 49. 로봇 보조 심방중격성형술 관련 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Morgan (2004)	후향적 코호트 연구	미국	atrial septal defect	robotic atrial septal defect repair	14 (44.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SF-36</li> <li>- bypass time</li> <li>- cross-clamp time</li> <li>- intensive care unit stays</li> <li>- overall hospital stays</li> </ul>	로봇수술이 침습정도, 회복, 삶의 질 등에서는 이점을 보였으나, 재원일수에서는 차이가 없었음	-
				mini-thoracotomy	14 (45.2)			
				sternotomy	14 (41.0)			
Ak (2007)	전향적 코호트 연구	독일	atrial septal defects	total endoscopic sternotomy using da Vinci (TEASR)	24 (45.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aortic crossclamping time</li> <li>- cardiopulmonary bypass time</li> <li>- ventilation</li> <li>- 24-hour drainage</li> <li>- complication</li> <li>- hospital stay</li> <li>- ICU stay</li> </ul>	로봇수술의 수술시간 등이 유의하게 더 소요되기는 했으나 drainage 등은 유사하였음	30
				partial lower sternotomy (PLS) 등	40 (47.9)			



### 3.2.9. 자궁절제술(Hysterectomy)의 분석결과

선정된 문헌의 연구특성은 부록4에서 확인할 수 있다.

#### 3.2.9.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

자궁적출술을 수행한 연구 중 대상 환자군이 양성종양 등이 포함되는 등 다양하였다. 예 후나 수술중재 등에 차이가 있을 수 있어서 암환자만을 대상으로 한 연구만을 정량분석하였다. 그러나 암환자를 대상으로 한 자궁적출술의 대상 환자군 또한 다양하였다. 자궁내막 암이 가장 많았고, 자궁경부암 환자를 대상으로 한 연구도 있었으며, 동일 암종이라도 질환의 병기나 종류의 다양성으로 인해 연구 간의 이질성이 높았다. 또한 수술이라는 중재 특성상 시술자에 따른 차이가 있기 때문에 이질성이 매우 높아 결론을 내릴 수 없었다.

##### 1) 수술시간(operative time)

총 12편의 로봇보조 자궁절제술 관련 문헌이 수술시간에 대하여 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다.

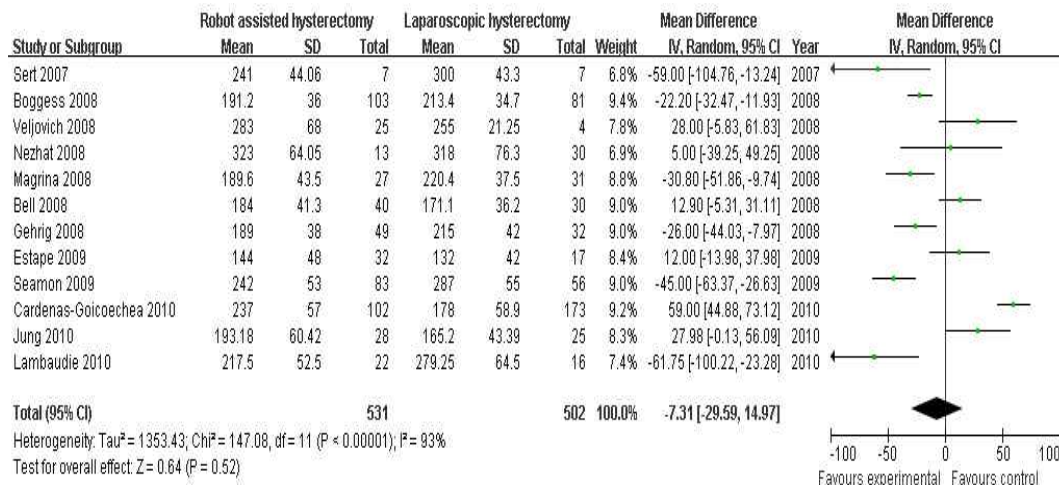


그림 37. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 수술시간 비교 (단위: 분)

문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 수술시간이 비교수술에 비해 7.31분 짧은 것으로

나타났다. 그러나 각 문헌에서 다루고 있는 수술시간의 정의가 매우 다르고, 환자 상태, 수술자의 특성 등이 고려될 수 없었기에 이질성을 해결할 수 없었다. I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 93%로 이질성이 매우 높아 결론을 내릴 수가 없었다.

## 2) 재원일수(hospital stay)

총 11편의 로봇보조 자궁절제술 관련 문헌이 재원일수 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 재원일수가 비교수술에 비해 0.26일 짧은 것으로 났으나 그 차이가 크지 않았다. I-squared( $I^2$ ) test의 이질성은 45%였다.

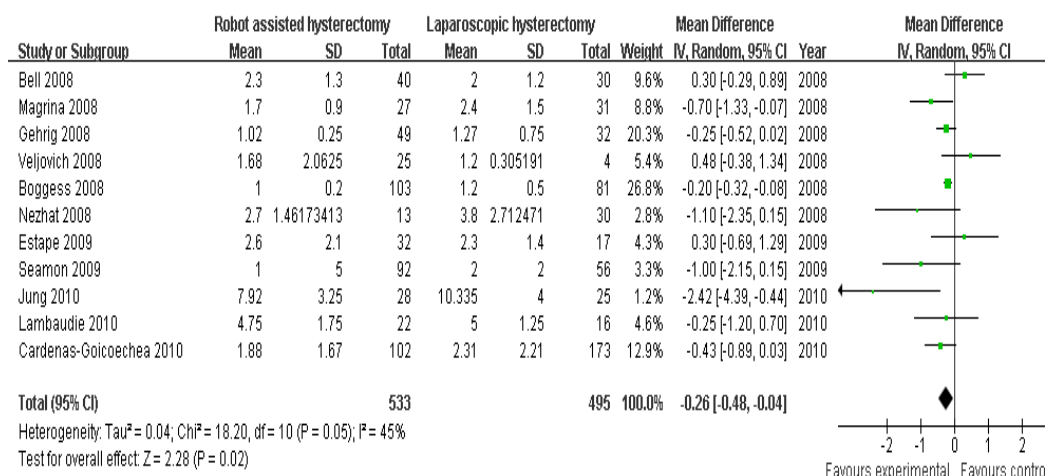


그림 38. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 재원일수 비교 (단위: 일)

## 3) 추정 출혈량(Estimated blood loss)

총 9편의 로봇보조 자궁절제술 관련 문헌이 추정출혈량 결과에 대해 다루고 있었다. 그 결과를 메타분석해보면 다음 그림과 같다. 문헌에서 수술시간을 중앙값(median), 범위(range)로 보고된 경우가 많아서 변환하여 모든 문헌을 분석한 결과 로봇수술의 추정출혈량이 비교수술에 비해 69.03ml 적은 것으로 나타났다. 그러나 각 문헌에서 다루고 있는 출혈량 확인 방법 및 정의가 매우 다르고, 환자 상태, 수술자의 특성 등이 고려될 수 없었다. I-squared( $I^2$ ) test의 이질성 확인 결과 58%로 이질성이 큰 것으로 나타났으나 효과의 방향은 서로 비슷한 것으로 보인다.

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

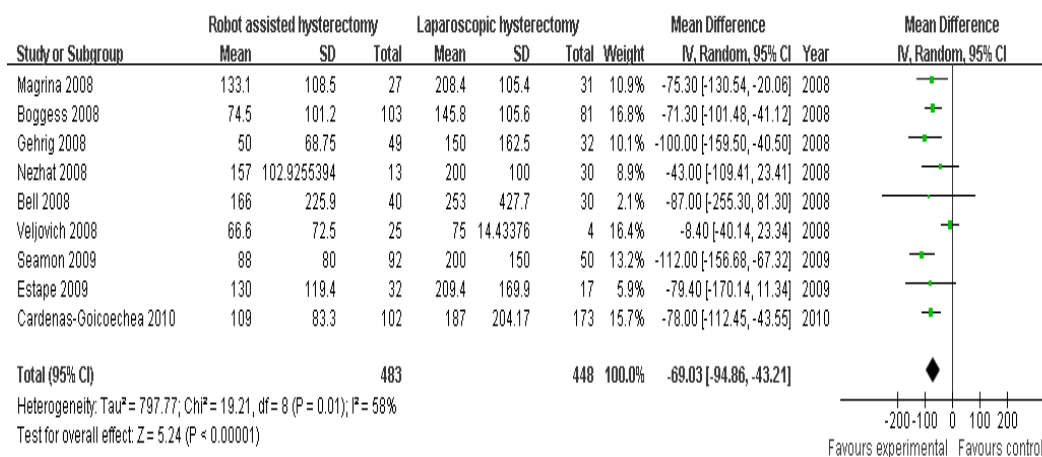


그림 39. 로봇보조자궁절제술과 복강경수술의 추정출혈량 비교 (단위: ml)

### 3.2.10. 근종절제술(Myomectomy)

#### 3.2.10.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 근종절제술을 복강경수술과 비교한 문헌은 2편이 있었다. 자궁절제술(hysterectomy)과 달리 근종절제술(myomectomy)은 양성 질환을 대상으로 하는 만큼 수술 후 기능의 회복(예. 임신력의 회복)이 중요할 수 있다. 그러나 관련한 결과변수를 본 연구가 한 편밖에 없었으며 추적관찰도 짧거나 불명확했다. 로봇수술군 중 1명, 복강경 중 3명이 임신에 성공했다고 언급되어있으며, 대부분 출혈량, 재원일수를 위주로 평가하였다. 한 편은 복강경과 로봇수술의 결과가 유사했음을 언급하였으며, 한 편은 로봇수술의 수술시간이 길었음을 언급하여 좀 더 많은 연구가 진행되어야 결론을 내릴 수 있을 것이라 생각된다. 각 연구 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 50. 로봇 보조 근종절제술의 복강경과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰 기간 (월)
Bedient (2009)	후향적 코호트 연구	미국	benign leiomyoma	robotic myomectomy	41 (43)	- operating time - console time - docking time - blood loss	복강경과 로봇수술의 짧은 기 간 결과는 유사했음. 장기간의 결과는 측정되지 못함.	-
				laparoscopic myomectomy	40 (40.9)	- hospital stay >2 days - symptom resolution after myomectomy		
Nezhat (2009)	후향적 코호트 연구	미국	Premenopausal and postmenopaus al women who underwent myomectomy	robot-assisted laparoscopic myomectomy	15 (39)	- operative time - blood loss - hospital stay - GSRS(gastrointestinal symptom rating scale)	수술시간은 로봇수술이 유의 하게 길었으며, 다른 결과 변 수는 유의한 차이를 보이지 않음. 짧은 기간 임신 여부를 확인하였을 때 로봇수술군 1 명, 복강경 3명 임신하였음.	-
				laparoscopic myomectomy	35 (41)	- dysphagia score - patient satisfaction		

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.10.2. 개복수술(open surgery)과의 비교

개복수술과의 비교 역시 근종절제술(myomectomy)은 양성 질환을 대상으로 하고, 수술 후 기능의 회복(예. 임신력의 회복)이 중요할 수 있다. 그러나 관련한 결과변수를 본 연구는 없었으며 관련 문헌이 매우 적어 결론을 내릴 수 없었다.

표 51. 로봇 보조 근종절제술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Advincula (2007)	후향적 코호트 연구	미국	symptomatic leiomyomata	robot-assisted laparoscopic myomecomy	29 (36.59)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- blood transfusion</li> <li>- conversion</li> <li>- complication</li> <li>- cost</li> </ul>	합병증, 재원기간, 간호비용 등에서 이점이 있는 만큼 비용이 낮아진다면 로봇수술이 치료선택의 첫 번째가 될 수 있을 것임	-
				open abdominal myomectomy	29 (34.86)			
Astorre-Vall (2010)	후향적 코호트 연구	미국	myoma	robot assisted laparoscopic myomectomy	75 (36.48)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- duration</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- length of stay</li> <li>- time to regular diet</li> <li>- febrile morbidity</li> </ul>	로봇수술이 수술시간이 더 소요되기는 했으나, 다른 결과변수가 좋은 결과를 나타냄	-
				laparotomy	50 (37.16)			

### 3.2.11. 위바닥주름술(Fundoplication)의 분석결과

위바닥주름술 문헌의 경우 무작위배정 비교임상시험연구가 많기는 하였으나, 소아를 대상으로 한 연구와 혼재되어 있어 정량적인 분석에 포함될 수 있는 문헌이 많지 않았다. 각 문헌의 대상질환, 결과변수, 결론 등을 살펴보면 다음 표와 같다.

#### 3.2.11.1. 로봇수술과 복강경수술과의 비교

표 52. 로봇 보조 위바닥주름술의 복강경과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰 기간 (월)
Cadriere (2001) (144)	무작위배정 비교임상 실험	멕시코	gastroesophageal reflux	telesurgical Nissen fundoplication	10 (40*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- blood loss</li> <li>- operative time for dissecting the greater curve</li> <li>- hiatal dissection time</li> <li>- hiatal pillar closure time</li> <li>- hospital stay</li> <li>- complications</li> </ul>	telesurgical Nissen fundoplication은 가능하지만 기존 복강경 수술에 비해 추가적인 이점은 없음	-
				conventional laparoscopic Nissen fundoplication	11 (38*)			
Draaisma (2006) (110)	무작위배정 비교임상 실험	네덜란드	gastro-esophageal reflux disease	robot-assisted Nissen fundoplication	25 (48)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The median operating time</li> <li>- complications</li> <li>- hospital stay</li> <li>- VAS score</li> <li>- self-rated change in reflux symptoms compared with</li> <li>- self-rated change in general quality of life compared with satisfied with outcome</li> <li>- total oesophageal acid exposure time</li> <li>- End-expiratory LOS pressure</li> <li>- Nadir end-expiratory LOS pressure</li> </ul>	로봇수술은 복강경 수술과 비슷한 결과를 보임. 따라서 수술 후 6개월 되는 시점에서 로봇수술이 복강경 수술보다 추가적인 이점은 없음	3-6
				laparoscopic Nissen fundoplication	25 (52)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰 기간 (월)
Morino (2006) (103)	무작위배정 비교임상 실험	이탈리아	gastro-esophageal reflux disease (GORD)	robot-assisted laparoscopic antireflux surgery	25 (43)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operating times</li> <li>- conversion</li> <li>- length of hospital stay</li> <li>- total costs</li> </ul>	가능성(feasibility)과 결과(out-come) 면에서 로봇수술과 복강경 수술은 비슷하나 긴 수술시간과 더 비싼 도구들 때문에 비용이 더 많이 듭니다	22.3
				standard laparoscopic fundoplication	25 (46.3)			
Nakadi (2006) (160)	무작위배정 비교임상 실험	벨기에	gastro-esophageal reflux disease	da Vinci Nissen fundoplication	9 (44)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- overall operative time</li> <li>- set-up time</li> <li>- hiatal dissection</li> <li>- short gastric division,</li> <li>- conversion</li> <li>- length of stay</li> <li>- complain</li> <li>- reoperation</li> <li>- cost</li> </ul>	Nissen fundoplication에서 로봇을 이용하는 것에 대해 명백한 이득은 없음. 로봇을 이용하는 것은 가능하고 안전해 보이나 높은 비용과 오랜 수술시간이 걸림	12
				laparoscopic Nissen fundoplication	11 (48)			
Muller-S titch (2007) (89)	무작위배정 비교임상 실험	독일	gastro esophageal reflux	da Vinci Nissen fundoplication	20 (49.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- hospital stay</li> </ul>	로봇수술을 복강경수술과 비교해 보았을 때 경험이 있는 팀에 의해 시행될 경우 수술시간이 로봇수술이 더 짧을 수 있음. 그러나 비용이 높고 단기간 결과는 비슷하였음. 따라서 수술과 관련한 결과에서 로봇수술은 복강경 수술보다 나을 것이 없음	12
				laparoscopic Nissen fundoplication	20 (50.5)			
Melvin (2002) (138)	비동시적/ 과거대조군 코호트 연구	미국	GERD	da Vinci Nissen fundoplication & Touper fundoplication	20 (42.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- postoperative symptom (dilation, dysphagia, heartburn, geguritation, bloating)</li> <li>- antireflux medication</li> <li>- reoperation</li> </ul>	(연구 시점에서) 로봇을 이용한 antireflux 수술은 기존의 복강경 수술과 비교할 때 이득이 거의 없음	robot group: 6.7 laparoscopic group: 11.2
				Laparoscopy	20 (49.6)			

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰 기간 (월)
Beninca (2003) (133)	불명확	이탈리아	GERD	da Vinci Nissen-Rossetti fundoplication	10	- operative time	현재의 수술 기술 및 경험 수준에 비추어 볼 때, 로봇 성형술은 기존 의 복강경 시술법과 비교하여 실질 적인 장점을 제공하지 못함	-
				laparoscopic Nissen-Rossetti fundoplication	9			
Lehnert (2006) (105)	전향적 코호트 연구	독일	astro-oesophageal reflux disease (GORD)	robotically assisted Thal semifundoplication	10 (11.93)	- operating times - complications	현 수준에서 볼 때 로봇 시스템은 복강경 수술비해 조직(tissue)을 준비하는데 필요한 기술 면에서 월 등함 그러나 시스템을 준비하는데 더 복잡하기 때문에 수술 시간 면 에서 잠재적인 이득은 상쇄됨	14
				conventional laparoscopic fundoplication	10 (7.66)			
Anderberg (2007) (154)	비동시적/ 과거대조군 코호트 연구	스웨덴	children with gastroesophageal reflux	robot-assisted fundoplication	6 (7)	- operating time - conversion to open - complications - use of morphine - hospital stay	마약성진통제 사용량과 재원기간의 경우 로봇수술은 개복수술보다 우 수하였으며 복강경 수술과는 비슷 하였음. 로봇 수술의 경우 수술집 도의의 시야확보 정도와 움직임의 정확성이 더 좋았음	6
				open fundoplication	6 (11)			
Heemskerk (2007) (151)	전향적 코호트 연구	네덜란드	gastroesophageal reflux	robot-assisted nissen fundoplication	11 (39)	- days of admission - complications - total time - cost	로봇 수술은 안전하고 사용할 만 하였으나 수술시간과 비용이 더 소 요되었음. 현시점에서 로봇수술이 복강경 수술보다 낫다는 결론을 내 릴 수 없음	0.5
				conventional laparoscopic nissen fundoplication	11 (41)			
Copeland (2008) (75)	후향적 코호트 연구	USA	reflux refractory/ failed previous anti- reflux procedure, reflux associated	robot assisted pediatric nissen fundoplication	50 (9.75)	- operative time - length of stay - conversion to open - transient symptoms	로봇수술은 복강경 수술과 비교 시 합병증 발생율과 재원기간은 동등 하였음. 개복수술과 비교 시 로봇 수술과 복강경 수술은 모두 수술시	1



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰 기간 (월)
			with oromotor dysfunction, hiatal hernias, aspiration with an acute life threatening event, esophageal stricture	laparoscopic pediatric nissen fundoplication	50 (8.92)		간이 증가하고 재원기간은 감소하였음	
Albassam (2009) (56)	후향적] 코호트 연구	사우디아라비아	gastroesophageal reflux diseases	Robotic assisted Nissen Fundoplication	25 (5.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- postoperative analgesic requirements</li> <li>- hospital stay</li> <li>- relief of preoperative symptoms</li> </ul>	로봇수술은 복강경 수술법과 비교 시 안전하고 사용할만 하였음. 두 군간에 중재결과의 유의한 차이는 없었음. 비용 고려 시 로봇 수술을 위바닥주름술에 적용하는 것에는 명확한 이득은 없는 것으로 보임	-
				Laparoscopic Nissen Fundoplication	25 (3.8)			
Ceccarelli (2009) (51)	후향적 코호트 연구	이탈리아	gastro-oesophgeal reflux disease (GERD)	laparoscopic robot-assisted fundoplication	45 (54)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- complications</li> <li>- satisfaction</li> <li>- hospital stay</li> <li>- conversion</li> </ul>	로봇수술은 집도의의 손의 움직임과 작동성을 향상시켰으나 이는 수술결과의 향상으로 이어지지는 못했음.	6
				conventional laparoscopic fundoplication	137 (55)			
Hartmann (2009) (40)	전향적 코호트 연구	독일	gastro-oesophgeal reflux disease (GERD)	robot-assisted Dor-fundoplication	18 (57)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operating time</li> <li>- hospital time</li> <li>- bleeding</li> <li>- complications</li> <li>- GIQLI (standardized questionnaire concerning various parameters of QoL</li> <li>- RAI (Spechler's Reflux Activity Index))</li> </ul>	로봇수술은 안전하고 사용할만하였으나 고비용과 수술시간의 증가는 로봇수술 확산의 걸림돌이 될 것임	48
				robot-assisted Dor-fundoplication	62 (53)			

\* : median

### 3.2.11.2. 로봇수술과 복강경 및 개복수술과의 비교

표 53. 로봇 보조 위바닥주름술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Anderberg (2007)	비동시적/ 과거대조군 코호트 연구	스웨덴	children with gastroesophageal reflux	robot-assisted fundoplication	6 (7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operating time</li> <li>- conversion to open</li> <li>- complications</li> <li>- use of morphine</li> <li>- hospital stay</li> </ul>	로봇수술이 비교수술과 유사했으며, 로봇수술은 추가적으로 시야나 움직임 정확성을 높여 수술작업의 질을 좋게 하였음	6
				open fundoplication	6 (4)			
Copeland (2008) (75)	후향적 코호트 연구	미국	reflux refractory/ failed previous antireflux, procedure, reflux associated with oromotor dysfunction, hiatal hernias, aspiration with an acute life threatening event, esophageal stricture	robot assisted pediatric nissen fundoplication	50 (9.75)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- length of stay</li> <li>- conversion to open</li> <li>- transient symptoms</li> </ul>	로봇수술은 복강경 수술과 비교 시 합병증 발생율과 재원기간은 동등하였음. 개복수술과 비교 시 로봇수술과 복강경 수술은 모두 수술시간이 증가하고 재원기간은 감소하였음	1

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

## 3.2.12. 신우성형술(Pyeloplasty)

### 3.2.12.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 신우성형술을 복강경수술과 비교한 문헌은 5편이 있었다. 소아를 대상으로 시행된 연구도 있었으며, 결과변수가 다양한 측면이 있어 정량적인 분석을 시행하지 않았다. 각 문헌에서의 대상 환자수도 많지 않았다. 각 문헌의 결론을 살펴봤을 때 복강경과 로봇수술의 결과는 유사하다는 결론을 가장 많이 내리고 있으나, 장기적인 추적 관찰의 연구가 필요할 것이라 생각된다. 각 문헌의 대상질환, 결과변수, 결론 등을 살펴보면 다음 표와 같다.

표 54. 로봇 보조 신우성형술의 복강경과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Gettman (2002)	비동시적/ 과거 대조군 코호트 연구	미국	primary UPJO	Robot-assisted Anderson-Hynes pyeloplasty	4 (NR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- suturing time</li> <li>- length of hospitalization</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- conversion to open</li> <li>- objective success rate</li> </ul>	로봇수술이 수술시간을 줄이기는 했으나 그 요소에 대한 정립이 필요하며 장기간의 전향적 연구가 필요함	3
				Conventional Anderson-Hynes pyeloplasty	4 (NR)			
Bernie (2005)	후향적 코호트	미국	Uretero-Pelvic Junction obstruction	Robotic Pyeloplasty	7 (32)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- length of hospitalization</li> </ul>	로봇수술의 수술시간과 결과변수는 복강경과 유사한 결과를 보임. 어느 수술이 우월한지에 대해서는 장기간의 자료가 필요함	-
				Laparoscopic Pyeloplasty	7 (34)			

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Link (2006)	전향적 코호트 연구	미국	primary ureteropelvic junction obstruction	robotic-assisted pyeloplasty	10(46.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- anesthesia setup time</li> <li>- stent placement &amp; positioning time</li> <li>- robot docking time</li> <li>- robot undocking time</li> <li>- total operative time</li> <li>- total room time</li> </ul>	로봇수술이 복강경수술에 비해 임상적인 이점을 나타내지는 않았으며, 상당한 추가비용이 소요되었음	-
				laparoscopic pyeloplasty	10(38.0)			
Weise (2006)	비동시적/ 과거 대조군 코호트 연구	미국	ureteropelvic junction (UPJ)	robot computer-assist ed pyeloplasty	31 (26.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- procedure time</li> <li>- console time</li> <li>- robotic docking/ undocking time</li> <li>- EBL</li> <li>- complication</li> <li>- length of stay</li> <li>- technical success</li> <li>- strict success</li> </ul>	단기간의 결과로 봤을 때 로봇 수술이 복강경 수술과 유사한 결과를 보였음	robot group : 6 laparoscopic group : 11
				conventional laparoscopic pyeloplasty	14 (24.5)			
Kim (2009)	후향적 코호트 연구	한국	ureteropelvic junction obstructions	robotassisted laparoscopic pyeloplasty (RALP)	5 (31.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- success</li> <li>- operation time</li> <li>- length of hospital stay</li> <li>- postop./preop. renal function</li> </ul>	복강경신우성형술은 학습곡선 극복 등 어려움이 있으나, 로봇 수술은 학습곡선을 극복할 수 있는 장점이 있으나 비용이 많이 소요되는 단점이 있음	30
				laparoscopic pyeloplasty	9 (36.9)			

NR : not reported

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.12.2. 개복수술(open surgery)과의 비교

로봇보조 신우성형술과 개복수술과 비교한 연구는 2편이었다. 2편 모두 소아를 대상으로 하였으며, 한 편은 수술시간 단축의 이점이 있었다고 언급하였으나, 한 편은 수술시간이 길어 다른 결과를 보였다. 문헌수가 많지 않은 만큼 장기간의 추적관찰을 포함한 추가 연구가 진행되어야 하며, 추후 결론을 내릴 수 있을 것이라 생각된다.

표 55. 로봇 보조 신우성형술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Lee (2006)	전향적 코호트 연구	미국	children who needs the surgery	robot-assisted laparoscopic pyeloplasty (RALP)	33 (7.9)	- operative time - estimated blood loss - intra narcotic use - postoperative hospital days	로봇수술이 재원기간, narcotic use, 수술시간 단축 등에 이점 이 있었음	RALP : 10 open group : 20
				open pyeloplasty (OPN)	33 (7.6)	- post narcotic use - epidural analgesia - significant improvement		
Yee (2006)	비동시적/ 과거대조군 코호트 연구	미국	ureteropelvic junction obstruction (UPJO)	Robot-assistd Anderson-Hynes pyeloplasty	8 (11.5)	- operative time - estimated blood loss - complication - length of hospitalization - pain medication use	로봇수술은 재원기간, 진통제 사용 등에 이점이 있었으나 수 술시간이 길었음. 추가적인 장 기간의 연구가 필요함	robot group: 14.7 open group : 53.2

### 3.2.13. 방광절제술(Cystectomy)

#### 3.2.13.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 방광절제술을 복강경수술과 비교한 문헌은 1편 밖에 없었다. 대상환자 수 또한 적어 추후 연구를 살펴보아야 할 것이다. 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 56. 로봇 보조 방광절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Abraham (2007)	전향적 코호트 연구	미국	bladder cancer	robot-assisted laparoscopic radical cystectomy	20 (76.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- blood loss</li> <li>- patients requiring transfusion</li> <li>- days to oral in take</li> <li>- days to regular diet</li> <li>- length of hospital stay</li> </ul>	복강경 및 로봇수술 모두 안전하게 시행할 수 있었으며, 로봇수술이 출혈량, 학습곡선, 합병증 측면 등에서 이점이 있었음	-
				laparoscopic radical cystectomy	20 (77.6)			

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

## 3.2.13.2. 로봇수술과 개복수술과의 비교

표 57. 로봇 보조 방광절제술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Galich (2006)	전향적 코호트 연구	미국	bladder cancer	robotic radical cystectomy	24 (70)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- postoperative drop in Hgb</li> <li>- blood transfusion rate</li> <li>- positive surgical margins</li> <li>- node positive disease at time of surgery</li> <li>- hospital stay</li> <li>- perioperative complication</li> </ul>	로봇수술이 수술 중 출혈량과 재원 기간에 있어서는 유의하 게 낮았으나 수술시간은 더 길어 개복수술과 비슷한 (comparable) 결과를 보임	-
				open robotic radical cystectomy	13 (70.5)			
Rhee (2006)	후향적 코호트 연구	미국	bladder cancer	robotic radical cystectomy	7 (60)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative duration</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- transfusion</li> <li>- hospital stay</li> <li>- positive surgical margins</li> </ul>	다빈치 로봇수술이 개복수술 에 비하여 다소(some) 이점 이 있었음 대규모 무작위배정 비교임상 시험연구가 더 필요함	-
				open robotic radical cystectomy	23 (67)			
Guru (2007)	후향적 코호트 연구	미국	bladder cancer	robotic radical cystectomy	16 (72)	- post operative pain	로봇수술을 받은 환자들에서 통증의 정도는 개복수술을 받 은 환자들과 유사하였으나 아 편제제는 사용은 낮았다	-
				open robotic radical cystectomy	17 (69)			
Wang (2008)	후향적 코호트 연구	미국	bladder cancer	robotic radical cystectomy	33 (70)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative duration</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- transfusion requirement</li> <li>- time to regular diet</li> <li>- hospital stay</li> <li>- positive surgical margin</li> </ul>	로봇수술이 수술 의료결과에 서 다소(some) 편익이 있는 것으로 드러났음 장기간 관찰하는 대규모 무작 위배정 비교임상시험연구가 필요함	-
				open radical cystectomy	21 (66)			

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균 연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Ng (2010)	전향적 코호트 연구	미국	not reported	robotic cystectomy	83 (70.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- packaged red blood cells transfused units</li> <li>- length of stay</li> <li>- nodes removed</li> <li>- positive margins</li> <li>- complications</li> </ul>	로봇수술이 전체적인 그리고 주요한 합병증 발생이 낮을 가능성 있음 장기간 관찰연구로 확인이 될 때까지는 아직 실험적인 수술 임	3
				open cystectomy	104 (67.2)			
Nix (2010)	무작위 배정 비교임상 시험	미국	localized urothelial carcinoma	robotic cystectomy	21 (57.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- time to flatus</li> <li>- time to bowel movement</li> <li>- length of stay</li> <li>- in house analgesia</li> <li>- clavian units</li> <li>- positive margins</li> <li>- lymphnode yield</li> </ul>	로봇수술은 개복수술과 비교 하여 열등하지 않음	
				open cystectomy	20 (69.2)			



한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.14. 담낭절제술(Cholecystectomy)

#### 3.2.14.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 담낭절제술과 복강경수술을 비교한 문헌은 4편이 있었다. 각 문헌에서 평가한 결과변수가 다양하고, 연구의 수도 많지 않아 정량적인 분석은 시행할 수 없었다. 4편 모두 로봇수술이 안전하고 가치가 있으나 수술자원의 증가, 비용의 증가로 흔히 쓰이기는 어렵다고 결론을 내리고 있었다. 각 문헌의 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 58. 로봇 보조 담낭절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Ruurda (2003)	무작위배정 비교임상 시험	네덜란드	chronic cholecystitis	robot-assisted laparoscopic cholecystectomy	10 (46)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- total operative time</li> <li>- preoperative time</li> <li>- operative time</li> <li>- postoperative time</li> </ul>	총 수술시간은 유의하게 다르지 않았으나, 로봇수술이 수술전단계 등의 시간소요가 많았음	-
				laparoscopic cholecystectomy	10 (54)			
Heemskerk (2005)	불명확	네덜란드	cholecystolithiasis	robot-assisted laparoscopic cholecystectomy	12 (47.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overall operating room stay</li> <li>- Anaesthesia induction</li> <li>- Preparation time</li> <li>- Real operating time</li> <li>- Bile spill</li> <li>- Wound infection</li> <li>- Duration of admission</li> </ul>	로봇수술이 안전하고 적합하나 좀 더 많은 시간과 비용을 소요하였음	-
				laparoscopic cholecystectomy	12 (48)			

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Breiten stein (2008)	비동시적/ 과거 대조군 코호트 연구	스위스	patients with symptomatic cholecystolithiasis	robot assisted cholecystectomy	50 (53.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mortality</li> <li>- complication</li> <li>- conversion rate</li> <li>- hospital stay</li> <li>- anesthesia time</li> <li>- operative time</li> <li>- cost</li> </ul>	로봇수술이 안전하고 가치 가 있으나, 비용이 높음	12.3
				laparoscopic cholecystectomies	50 (51.7)			
Jayara man (2009)	후향적 코호트 연구	캐나다	Biliary colic , Chronic cholecystitis , Biliary dyskinesia , Previous choledocholithiasis	robot assisted cholecystectomy	16 (48.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- complication</li> <li>- time required to perform</li> <li>- time to clear the operating room</li> <li>- anesthesia time</li> </ul>	로봇수술은 신뢰적으로 수 행될 수 있으나, 수술자원의 증가로 흔하게 쓰이기 어려 움	-
				laparoscopic cholecystectomies	20 (53.7)			

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.15. 부신절제술(Adrenalectomy)

#### 3.2.15.1. 복강경(laparoscopy)과의 비교

로봇보조 부신절제술과 복강경수술을 비교한 문헌은 4편이 있었다. 각 문헌에서 살펴본 결과변수가 다양하고, 연구의 수가 많지 않아 정량적인 분석은 시행하지 않았다. 각 연구마다 내리고 있는 결론은 매우 다양하였다. 각 문헌의 특성 및 결론은 다음 표와 같다.

표 59. 로봇 보조 부신절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Brunaud (2003)	전향적 코호트	프랑스	patients with unilateral adrenalectomy	robotic unilateral adrenalectomy	14 (46.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중재 시간</li> <li>- 총 중재 시간</li> <li>- 전환 시간</li> <li>- 수술실 점유 시간</li> <li>- 전환 없는 수술기주위 사건</li> <li>- 12시간 출혈</li> <li>- 소화 회복</li> <li>- 배액관 제거</li> <li>- 입원기간</li> <li>- 업무중단기간</li> </ul>	편측 부신절제술에 있어 로봇 수술이 표준 복강경 접근에 비해 우월하다는 객관적 자료를 찾지 못함. 그러나 로봇 시스템의 잠재적 우월성을 증명하기 위해 지속적인 평가가 필요함	-
				aparoscopic unilateral adrenalectomy	14 (43.7)			
Brunaud (2004)	전향적 코호트 연구	프랑스	aldosteronoma, pheochromocytoma, cortisol-producing adenoma and so on	Robotic Adrenalectomy	19 (48)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- duration time</li> <li>- SF36</li> <li>- Postoperative ileus</li> <li>- Fasting</li> <li>- Drainage duration</li> </ul>	복강경과 로봇수술이 주요한 차이는 없었음. 6주째 로봇수술군의 삶의 질이 높긴하였으나 로봇수술을 촉진시킬 지표가 되기는 어려움	1.5
				Laparoscopic Adrenalectomy	14 (44.8)			

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Morino (2004)	무작위 배정 비교임상 시험	이탈리아	Conn's adenomas Cushing's adenomas pheochromocytomas incidentaloma	Robot-assisted adrenalectomy	10 (38.7)	- total operative time - skin-to-skin time - Hospital stay	복강경부신절제술이 로봇수술에 비해 우수하였음	-
				laparoscopic adrenalectomy	10 (40.3)			
Brunaud (2008)	비동시적 / 과 거 대 조군 코 호 트 연구	프랑스	aldosteronoma, pheochromocytoma, nonfunctioning incidentaloma, glucocorticoid- secreting adenoma	robot-assisted adrenalectomy	44 (49.6)	- robot setup time - operative time - conversion to open	로봇수술과 복강경은 결과가 유 사하였음. 종양위치, 조수의 기 술 등에 따라 수술시간에 영향 을 미칠 수 있음	-
				laparoscopic adrenalectomy	50 (50.1)			

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.16. 난관문합술(Tubal anastomosis)

#### 3.2.16.1. 개복수술과의 비교

로봇보조 난관문합술과 개복수술을 비교한 문헌은 2편이었다. 대부분 임신을 원하는 환자를 대상으로 시행되는 수술인 만큼 임신을 등도 중요할 수 있는데, 한 편에서는 임신율과 회복속도 등을 평가하였으나 또 다른 한 연구에서는 수술시간과 마취 시간만을 평가하여 결론을 내릴 수 없었다. 각 문헌의 결론은 다음 표와 같다.

표 60. 로봇 보조 난관문합술의 개복수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Rodgers (2007)	후향적 코호트 연구	미국	tubal ligation	davinci(tubal anastomosis)	26 (34.2)	- surgical time - anesthesia time	로봇 난관문합술은 수술시간 및 마취시간을 더 소요하였고 비용 이 높았음. 활동으로의 복귀는 짧았음	10
				outpatient minilaparotomy (tubal anastomosis)	41 (34.4)			
Dharia (2008)	비동시적/ 과거 대조군 코호트 연구	미국	patients with a history of bilateral tubal ligation who desired reversal for future fertility	robotic tubal anastomosis	18 (30.9)	- operative time - postsurgical tubal lengths(Rt) - postsurgical tubal lengths(Lt) - hospitalization - postoperative analgesia and the average consumption of ibuprofen - Time to recovery - pregnancy rate - cost	로봇수술은 개복수술과 비교했 을 때 적합했으며, 비용효과적 이었음	8.9
				laparotomy	10 (33.3)			

### 3.2.17. 결장절제술(Colectomy)

#### 3.2.17.1. 복강경수술과의 비교

로봇보조 결장절제술과 복강경수술을 비교한 문헌은 6편이었다. 그러나 각 문헌에서 수술대상으로 삼은 대상질환이 매우 다양하여 정량적인 분석을 할 수 없었다. 암환자를 대상으로 한 연구도 있었으나, 결장절제술이 필요하였던 모든 질환의 환자를 통합하여 수술 후 비교한 연구가 대부분이어서 결과가 이질적인 것으로 판단되어 정량적인 분석은 시행하지 않았다. 각 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 61. 로봇 보조 결장절제술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구 유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Delaney (2003)	전향적 코호트 연구	미국	Cecal adenocarcinoma, tubulovillous adenoma, arteriovenous malformation, adenocarcinoma, diverticular disease, rectal prolapse	Robotically Performed colorectal surgery	5 (58.08)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operative Time</li> <li>- Presence of Intra-Abdominal Adhesions</li> <li>- Intraoperative Blood Loss</li> <li>- Incision Length Required for Specimen Removal</li> </ul>	로봇수술은 안전하였고 적합하였음. 수술 시간의 증가와 소요 비용이 증가하는 만큼 좀 더 평가가 필요함	-
				traditional laparoscopic colorectal surgery	6 (59.5)			
D'Amabile (2004)	불명확	이탈리아	colorectal disease (대부분 cancer)	robotic laparoscopic colorectal surgery	53 (64)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- da Vinci™ system and patient set-up time</li> <li>- operating time</li> <li>- Specimen length</li> <li>- No. of lymph nodes</li> <li>- Intraoperative blood loss</li> <li>- Time to return to oral diet</li> <li>- Time to bowel function recovery</li> <li>- Postoperative hospital stay</li> </ul>	로봇수술은 효과적이고 안전함. 로봇수술이 비용효과적인지 평가가 필요함	-
				conventional laparoscopic colorectal surgery	53 (65)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Woeste (2005)	후향적 코호트 연구	독일	patients with sigmoid resection, left hemicolectomy, protocolectomy, segmental resection, ileocecal resection, deep anterior rectal resection, resection rectopexy	Telerobotic-assisted laparoscopy	4 (NR*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- conversions</li> <li>- operative time</li> <li>- blood loss</li> <li>- Postoperative complications</li> </ul>	로봇수술이 안전하고 적합함. 전통적인 복강경과 비교하여 이점을 볼 수 없었음	-
				Traditional laparoscopy	23 (NR*)			
Rawlings (2007)	후향적 코호트 연구	미국	colon cancer	robotic laparoscopic colorectal surgery	30 (64.6, 61.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- hospital stay</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- conversion to open</li> </ul>	우측결장수술시 로봇수술 소요시간이 길었음. 총비용도 로봇이 높았으나, 유의한 차이는 보이지 않았음	-
				conventional laparoscopic colorectal surgery	27 (63.1, 60.3)			
Kwon (2008)	전향적 코호트 연구	한국	sigmoid colon cancer	robotic anterior resection	7 (61.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operation time</li> <li>- Hb change</li> <li>- day to peristalsis</li> <li>- day to ambulation independently</li> <li>- day to resume soft diet</li> <li>- visual analogue pain score on postoperative day 1</li> <li>- length of stay</li> </ul>	로봇수술이 수술시간이 길었으나 회복의 차이는 없었음. 시술자의 편의성이 있었으나, 임상적인 효과 차이를 보기는 힘들었음	-
				conventional laparoscopic anterior resection	9 (55.2)			
deSouza (2010)	전향적 코호트 연구	미국	colonrectal cancer	robot assisted right hemicolectomy	40 (71.35)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- conversion to open</li> <li>- complications</li> <li>- wound infection</li> <li>- length of stay</li> </ul>	로봇수술은 안전하고 적합하였으나, 수술시간이 길었고 높은 비용이 소요되었음	-
				laparoscopic hemicolectomy	135 (62.32)			

\* NR: Not reported

### 3.2.18. 배리아트릭수술(Bariatric surgery)

#### 3.2.18.1. 복강경수술과의 비교

비만환자를 대상으로 하는 배리아트릭수술은 BMI가 높은 환자를 대상으로 하기 때문에 수술시간이나 안전성 등이 특히 중요할 수 있다. 총 4편의 문헌이 있었고, 관찰한 결과변수도 다양하였다. 각 문헌별로 내린 결론 또한 다양하였기 때문에 전체적인 결론을 내리릴 수는 없었다. 각 연구의 특성과 결론은 다음 표와 같다.

표 62. 로봇 보조 배리아트릭수술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Muhmm (2003)	불명확	호주	obesity	Robotic-Assisted Laparoscopic Bariatric Surgery	10 (41)	- Overall operative time - Pneumoperitoneum - Robot-installation time - Hospital stay	로봇수술이 기술적으로 간단하고 정확한 이점이 있으나, 비용이 비싸고 준비시간 및 기구의 다양성 면에서 한계가 있음	-
				conventional laparoscopic bariatric procedures	10 (35)			
Sanchez (2005)	무작위 배정 비교임상 시험	미국	obesity	totally robotic laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass	25 (43.3)	- length of stay - operative time	로봇수술이 수술시간이 짧았으며, 이 특성은 BMI가 높은 환자에서 더 뚜렷함	-
				traditional laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass	25 (44.4)			
Hubens (2008)	후향적 코호트 연구	네덜란드	obesity	RYGBP with the aid of the da Vinci robot	45 (42)	- complications - hospital stay - cost - operative time	로봇수술은 학습곡선 35건 이후에 안전하게 시행될 수 있었음. 그러나 복강경에 비해 이점이 있는지는 뚜렷하지 않음	3-20
				laparoscopic RYGBP	45 (39)			
Snyder (2010)	전향적 코호트 연구	미국	coronary heart disease	robotic-assisted RYGB(RARYGB)	320 (45*)	- body mass index - excessive weight in pounds - complication - resolution of co-morbidity score - QoL scores	로봇수술이 합병증과 사망율을 줄여주어 효과적으로 시행하였음	8.4
				standard laparoscopic RYGB (LRYGB)	356			

\* : both group mean age



한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.19. 근절개술(Myotomy)

#### 3.2.19.1. 복강경수술과의 비교

로봇보조 근절개술과 복강경수술을 비교한 연구는 2편이었다. 식도이완불능증 환자를 대상으로 한 로봇보조근절개술은 두 편의 논문 모두에서 로봇수술이 복강경수술보다 식도천공의 가능성이 적어 안전하다고 언급하였다. 그 외에는 각 문헌에서 본 결과변수에 차이가 있고 문헌 수가 적어 결론을 내리기 어려웠다. 각 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 63. 로봇 보조 근절개술의 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Horgan (2005)	후향적 코호트 연구	미국	esophageal achalasia	robotic-assisted heller myotomy	59 (42)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operative time</li> <li>- Esophageal perforation</li> <li>- Swallowing status</li> <li>- Cardinal symptoms</li> </ul>	로봇수술이 복강경수술보다 식도천공이 적어 안전하였고, 연하장애 등의 개선은 양 군 모두 동일하였음	robotic group : 22 laparoscopic group : 18
				laparoscopic heller myotomy	62 (48)			
Huffmanm (2007)	비동시적 /과거 대조군 코호트 연구	미국	esophageal achalasia	robotic aparoscopic myotomy	24 (22-92*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- Quality of life(SF-36, GRACI)</li> <li>- estimated blood loss</li> <li>- duration of stay</li> <li>- complications</li> </ul>	로봇수술이 복강경수술보다 식도천공이 적었으며, 적은 합병증과 높은 삶의 질을 보임	robotic group : 15 laparoscopic group : 43
				laparoscopic myotomy	37 (25-85*)			

\* : range만 언급됨

### 3.2.20. 직장고정술(Rectopexy)

#### 3.2.20.1. 복강경수술과의 비교

로봇보조 직장고정술과 복강경수술을 비교한 연구는 2편이었다. 각 문헌에서 평가한 결과변수에 차이가 있고 문헌 수도 적어 결론을 내리기 어려웠다. 한 편에서는 복강경 및 로봇수술 모두 재발의 가능성이 높다고 언급하고 있어 (DeHoong, 2009) 추후 연구 결과를 확인할 필요가 있다고 생각된다. 각 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 64. 로봇 보조 직장고정술과 복강경수술과의 비교 문헌의 특성

저자 (연도)	연구유형	시행국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Heemskerk (2007)	전향적 코호트 연구	네덜란드	rectal prolapse	robot-assisted rectopexy	14 (55)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operative time</li> <li>- conversion</li> <li>- admission days</li> <li>- first defecation</li> <li>- postoperative constipation</li> <li>- cost</li> </ul>	로봇수술이 복강경에 비해 시간과 비용이 더 소요되었음	5 days
				conventional laparoscopic rectopexy	19 (47)			
de Hoog (2009)	후향적 코호트 연구	네덜란드	rectal prolapse	robot-assisted laparoscopic rectopexy	20 (NR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- operation time</li> <li>- length of stay</li> <li>- recurrences</li> <li>- functional outcome</li> </ul>	복강경과 로봇수술은 적합한 치료방법이나 재발의 위험이 높았음. 추후 연구가 필요함	31.2
				laparoscopic rectopexy	15 (NR)			

NR: Not reported

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3.2.21. 기타수술

기타수술의 종류가 매우 다양하여 비뇨기와 기타수술, 산부인과 기타수술, 흉부외과 기타수술, 외과 및 두경부 기타수술 등으로 분류하였다. 기타 수술로 분류된 수술 중에는 복합수술이어서 기타로 분류된 경우도 있으며, 폐 수술과 같이 최근에 시도되기 시작한 수술이어서 관련 문헌이 적은 수술도 있었다. 수술방법과 비교군, 결과변수 등이 매우 다양하였다. 각 연구의 특성과 결론을 보면 다음 표와 같다.

표 65. 로봇 보조 기타 수술과 비교수술과의 문헌 특성

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
<b>비뇨기와 기타수술</b>								
Passerotti (2007)	전향적 코호트 연구	미국	various anomalies posterior to the bladder	robotic-assisted laparoscopic surgeries	6 (5.9)	- operation time - conversion - postoperative admission - postoperative	로봇수술과 복강경 수술 모두 방광 후면으로의 접근 안전성이 있음과 적합함을 확인함	robot group : 20.2 LPR: 28
				conventional laparoscopy	5 (8.7)			
Pruthi (2007)	전향적 코호트 연구	미국	clinically localized bladder cancer	radical cystoprostatectomy	20 (62.3)	- estimated blood loss - operative time - postoperative flatus - bowel movement - hospital discharge - positive margins - bladder perforation - lymph node removed	로봇수술이 방광전립샘적출술에 좋은 결과를 보였음	1
				open procedure	24 (68.2)			
Stifelman (2008)	후향적 코호트 연구	미국	Ureteral obstruction	robotic ureterolysis	5 (53.2)	- operative time - estimated blood loss	로봇수술을 포함한 복강경 요관 박리술이 증상완화 및 폐색에 성공적인 결과를 보임	15.6
				laparoscopic ureterolysis	5 (48.6)			

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Hidalgo -Tamola (2009)	후향적 코호트 연구	미국	varicocele	robot-assisted laparoscopic varicocelectomy	4 (15.3)	- setup time - operative time - intraoperative complications - postoperative hydrocele - hydrocele recurrence - persistent postoperative pain	소아 음낭수종에 로봇수술을 시 행한 첫 보고임. 합병증 없이 수술이 가능하였음	19.2
				laparoscopy group	8 (NR)			
흉부외과 기타수술								
Cakar (2007)	후향적 코호트 연구	호주	myasthenia gravis	robotic open extended thymectomy	9 (NR)	- operative time - hospital stay - oral pyridostigmin bromide - neurologic outcome according to the DeFilippi classification of remission	중증근무력증에 로봇수술(확대 흉선절제술)이 초기 신경학적 결과 및 수술적 측면에서 이점 을 보여줬음	laparoscopi- c group: 74±23 robotic group : 13±10
				open access with total median sternotomy	10 (NR)			
Veronesi (2010)	전향적 코호트 연구	이탈리 아	lung cancer	robotic lobectomy	54 (NR)	- number of complications - blood transfusions - operating time - number of postoperative hospitalization - number of lymph nodes removed	로봇수술이 개복수술에 비해 재 원기간이 짧았음. 수술후 통증, 호흡기능, 삶의 질 등은 평가를 필요로 함	-
				open lobectomy	54 (NR)			
산부인과 기타수술								
Geller (2008)	후향적 코호트 연구	미국	vaginal vault prolapse	robotic sacrocolpopexy	73 (60.2)	- postoperative pelvic organ prolapse quantification - blood loss - operative time - length of stay - blood transfusion - pulmonary embolus - genitourinary tract injury - gastrointestinal tract injury	로봇수술이 복부 수술과 비교했 을 때 유사한 효과가 있으면서 수술시간은 길고 출혈량은 적고 재원기간을 짧은 특성을 보였음	1.5
				abdominal sacrocolpopexy	105 (61.6)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Magrina (2009)	후향적 코호트 연구	스페인	adnexal mass	robotic adnexectomy	85 (61)	- operating time - blood loss - length of hospital stay - intraoperative complications - postoperative complications	로봇수술과 복강경은 유사한 효과를 보였으며, 로봇수술의 시간이 12분 더 소요되었음	-
				laparoscopy	91 (66)			
외과 및 두경부 기타 수술								
Bodner (2005)	후향적 코호트 연구	호주	hematologic disorders 중 idiopathic thrombocytopenic purpura Non Hodgkin's lymphoma 등	robotic laparoscopic splenectomies	6 (NR)	- Overall operating time - duration of pneumoperitoneum - Trocar and robot installation - Hospital stay - Estimated blood loss	로봇수술이 수술시간이 길고 수술비용이 더 많이 소요됨.	robot group : 11 laparoscopic group : 21
				conventional laparoscopic splenectomies	6 (NR)			
Dutta (2007)	후향적 코호트 연구	미국	biliary atresia	robotic portoenterostomy	3 (9-10 weeks)	- conversion to laparotomy - direct bilirubin - transplant - adhesion	두 수술 모두 적합하였으나, 로봇수술이 시야 이점은 있으나 기계 부피크기와 force feedback이 문제였음	20 (1-36)
				laparoscopic portoenterostomy	7 (8-11 weeks)			
Dean (2010)	후향적 코호트 연구	미국	oropharyngeal cancer	robotic-assisted salvage surgery for recurrent disease	7 (67.7)	- margin status - nodal disease - length of hospital stay - diet - tracheotomy tube dependence.	로봇수술이 재원기간이 짧은 이점이 있었음	6
				open salvage resection for recurrent disease	14 (59.0)			

### 3.2.22. 소결

총 19가지로 분류한 로봇수술 관련 문헌을 정리 분석하였다. 다양한 수술방법이 보고되고 있고, 그 질환이 다양하여 정량적인 분석을 할 수 없는 경우가 대부분이었다. 총 171편의 연구 중 무작위배정 비교임상시험은 11편이었으며, 160편의 연구는 전향적 코호트, 후향적 코호트 등으로 연구설계가 다양하였다. 또한 보고하고 있는 결과가 서로 상이하고 결과에 대한 정의가 연구마다 달라 정량적인 분석을 시행하기 매우 어려웠다. 암환자를 대상으로 한 연구가 많아서 재발이나 장기간 사망률을 관찰해야 수술의 유효성을 입증할 수 있을 것으로 생각되나, 장기간 추적 관찰 연구가 드물고 재발, 사망률을 본 연구가 드물었다. 현재 진행되고 있는 연구가 다양하여 향후 연구결과를 살펴야 할 것이며 로봇수술의 효과를 판단하기 위해서는 장기간 추적 관찰 연구 및 표준화된 연구설계를 갖춘 질 높은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

### 3.3. 로봇수술 집도의 대상 설문

#### 3.3.1. 연구결과

전체 조사대상자 184명(비뇨기과, 외과, 흉부외과, 산부인과, 이비인후과, 성형외과)을 대상으로 이메일 설문을 시행하였으며 이 중 75명(40.2%)이 응답하였다. 24개 병원 의사 가운데 20개 병원(83.3%)의 의사가 설문에 참여하였다.

##### 3.3.1.1. 설문대상자와 설문응답자의 구성비

설문대상자의 구성비는 외과>비뇨기과>산부인과>흉부외과 순서였으나 설문응답자의 구성비는 비뇨기과>외과>산부인과>흉부외과로 비뇨기과 의사의 응답률이 가장 높았다.

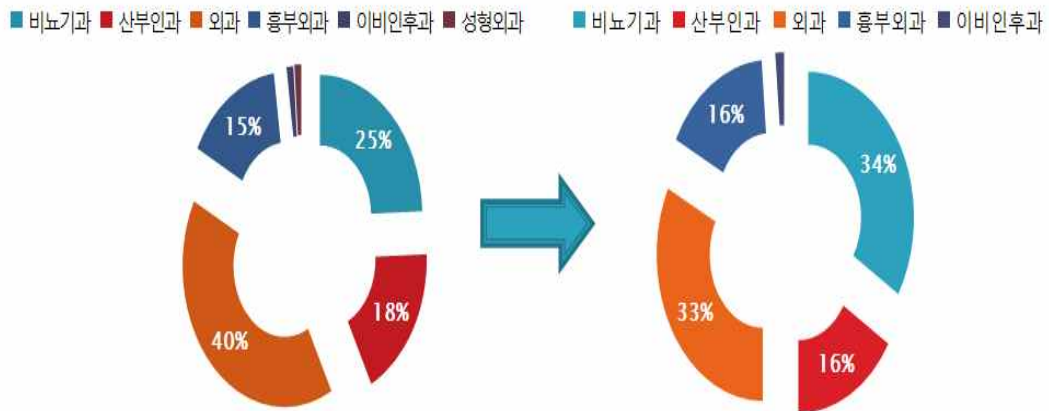


그림 40. 설문대상자와 설문응답자 구성비

##### 3.3.1.2. 다빈치 수술 분야

전체 응답자 74명이 보고한 현재 수행중인 다빈치 수술분야는 총 17개였다. 이 가운데 22명(29.7%)에서 전립샘 수술이 본인이 수술 분야라고 응답하였고, 신장이 17명, 자궁이 12명, 방광이 11명으로 그 뒤를 이었다(중복응답 가능). 이 외에도 간, 담도/담낭, 부신, 두경부암 분야에서 수술을 한다고 응답한 의사가 각 1명씩 있었다. 다빈치 수술을 하다가 현재는 하지 않는다고 대답한 의사도 1명 있었다.

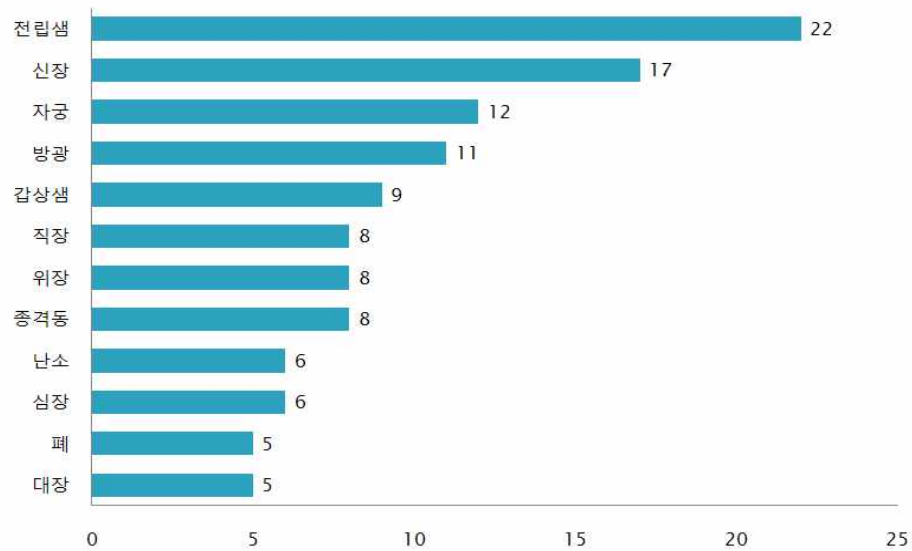


그림 41. 다빈치 수술분야(중복응답 가능, n=117; 기타(n=5) 제외)

### 3.3.1.3. 전공 분야별 수술분야

다빈치 수술분야에 대한 응답 결과를 전공별로 나누어 보았을 때의 결과는 그림 42와 같다. 비뇨기과 분야(n=23)에서는 대부분(n=21, 91.3%)에서 전립샘 수술을 수행하고 있었고, 신장을 수술한다고 응답한 의사가 17명(73.9%), 방광을 수술한다고 응답한 의사가 11명(47.8%)으로 그 뒤를 이었다. 산부인과 분야(n=12)에서는 모든 의사가 자궁수술을 한다고 응답하였고, 절반인 6명에서 난소 수술도 한다고 응답하였다. 일반외과 분야(n=34)의 경우 갑상샘, 직장 수술을 수행한다고 응답한 의사가 각 8명이었고, 대장 수술을 한다고 응답한 의사는 5명이었으며, 간, 담도/담낭, 전립샘, 부신 수술을 수술한다고 응답한 의사가 각 1명이었다. 이밖에 다빈치 수술을 하다가 현재는 하지 않는다고 대답한 의사도 1명 있었다. 흉부외과 분야(n=12)의 경우 종격동을 수술한다고 응답한 의사가 8명(66.7%)으로 가장 많았으며 심장을 수술한다고 응답한 의사는 6명, 폐를 수술한다고 응답한 의사는 5명이었다.



한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

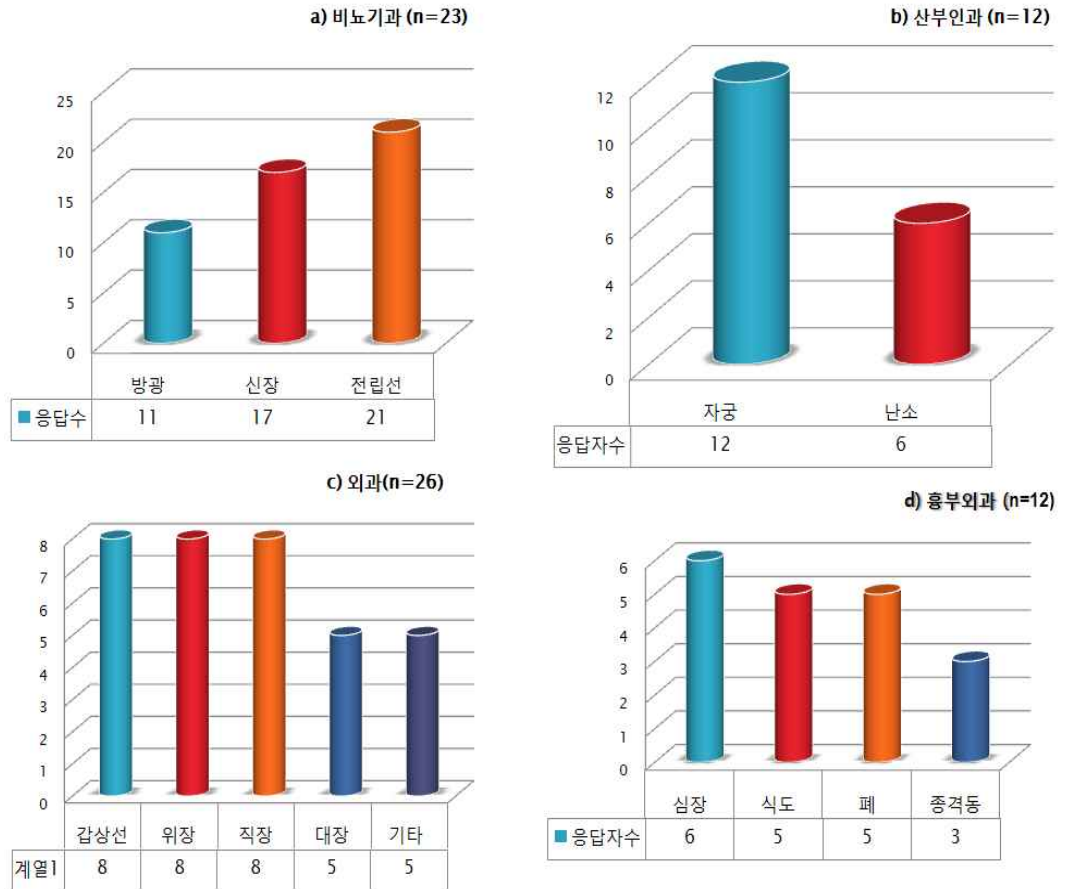


그림 42. 다빈치 수술분야 - 전공별(중복응답 가능);  
a) 비뇨기과(n=23); b) 산부인과(n=12); c) 외과(n=26); d) 흉부외과(n=12)

### 3.3.1.4. 병원에서의 다빈치 로봇 도입배경

병원에서의 다빈치 로봇 도입배경에 대해서는 전체 응답자 74명 중 71명(95.9%)이 신의료기술의 적극적 도입을 통한 양질의 의료서비스를 제공하기 위해서라고 대답하였으며 33명(44.5%)은 로봇수술에 대한 수요 증가 때문이라고 응답하였다(그림 43). 병원이미지 제고와 타병원과의 경쟁을 위해서 도입했다고 응답한 경우도 전체 응답자 74명 중 29.7%(각 22명)을 차지하였다. 이 외에도 적응증 개발 및 임상연구를 위해서 도입했다고 응답한 의사도 1명 있었다.

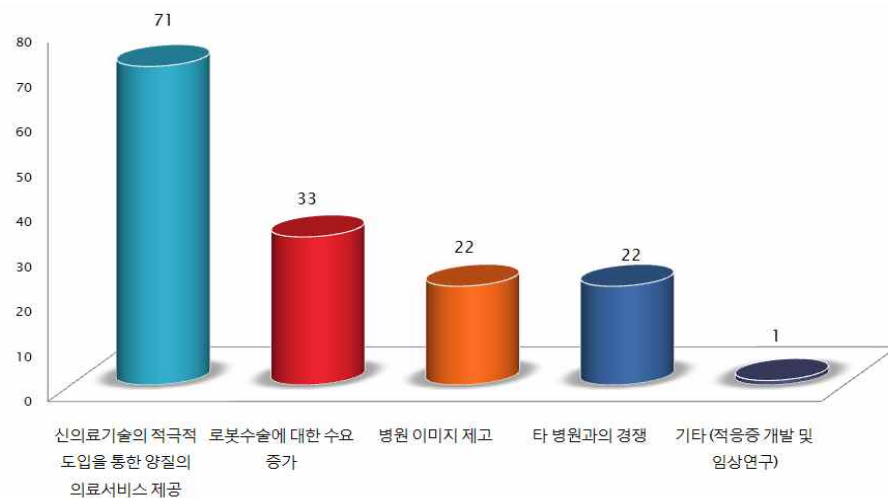


그림 43. 병원에서의 다빈치 도입 배경 (중복응답 가능, n=149)

### 3.3.1.5. 다빈치 수술에 영향을 미치는 주요 결정인자

수술 시 기존의 수술법과 다빈치를 이용한 수술법 가운데 수술법을 선택할 경우 선택에 영향을 미치는 인자가 무엇인지에 대한 질문에는 환자의 경제적 부담(50명, 67.5%)과 환자의 선호도(42명, 56.7%), 환자의 임상상태 및 특성(42명, 56.7%)이 가장 중요하다고 대답하였다. 이 외에도 23명은 수술의 편의성 때문이라고 응답하였으며 병원 혹은 진료과의 정책 및 상황 때문이라고 응답한 의사가 3명, 향후 방향이라는 믿음 때문이라고 응답한 의사가 1명 있었다.

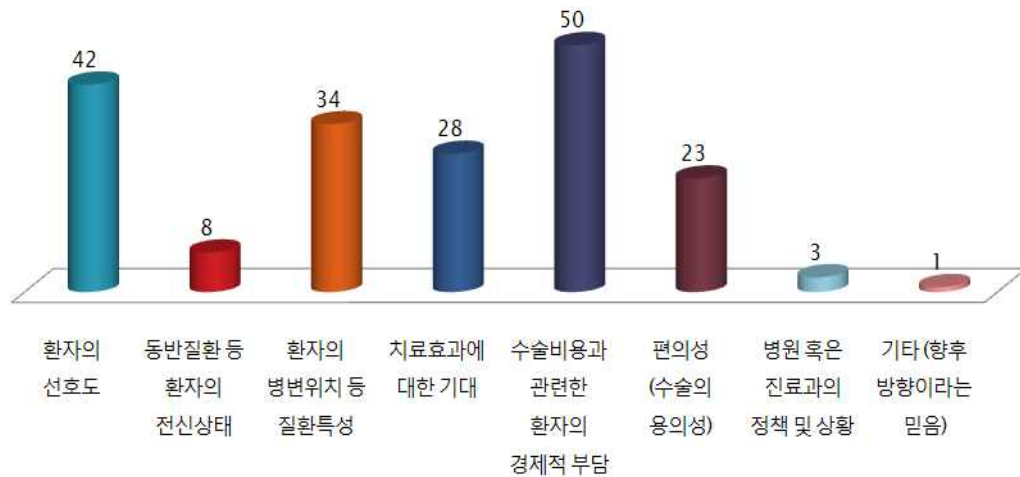


그림 44. 기존 수술법과 다빈치 수술법 중 수술법 선택에 영향을 미치는 가장 중요한 결정인자 (중복응답 가능, n=189)

### 3.3.1.6. 수술 건수

소속 병원에서 응답자가 2005년부터 2010년 설문 당시까지 수행한 수술 보고 건수를 정리한 결과는 다음과 같다. 총 건수는 4,335건이었으며 가장 많은 수술이 수행된 분야는 전립샘으로 1,916건이었고, 두 번째로 많이 집도되는 수술은 갑상샘으로 752건이었다. 신장 수술은 318건으로 그 뒤를 이었다(표 66).

표 66. 소속 병원에서의 시술 건수

(단위: 건)

	전립샘	갑상샘	신장	심장	위장	직장	폐	종격동	방광	자궁	대장	담도, 담낭	두경부	부신	간	난소	총계
A병원	153		34	6					22								215
B병원	44		23						6		20						93
C병원		95	25		60	158			35		20			5			398
D병원	40				90		120	10		4							264
E병원	175						2	16	6								199
F병원	386		35	12													433
G병원	540		77		4	12			31	25							689
H병원	118	134	2					17									271
I병원	45		15			8				50							118
J병원				32													32
K병원	220	272		230		25		75							5		827
L병원	20		25		85	3					5	20					158
M병원	115	140	75			18			9								357
N병원	1	10							1								12
O병원	2								1								3
P병원	8		1							11						1	21
Q병원					7												7
R병원	25	6		1						1							33
S병원					19	33				8	1						61
T병원	24	95	6		10				3				6				144
Total	1916	752	318	281	275	257	122	118	114	99	46	20	6	5	5	1	4335

### 3.3.1.7. 수술에 필요한 인력구성

수술 한건 당 집도이는 1명만이 필요하다는 응답이 가장 많았으며(70명, 94.6%), 보조의사의 경우 1명 또는 2명이 필요하다는 응답이 가장 많았다.(각 40명, 30명) 간호사 역시 1명 또는 2명이 필요하다고 응답하였으며(각 33명) 기타인력은 1명이 필요하다는 의견이 가장 많았다.(48명, 64.8%). 간호사나 기타인력이 필요하지 않다고 응답한 의사는 각각 1명, 16명이었다(그림 45).

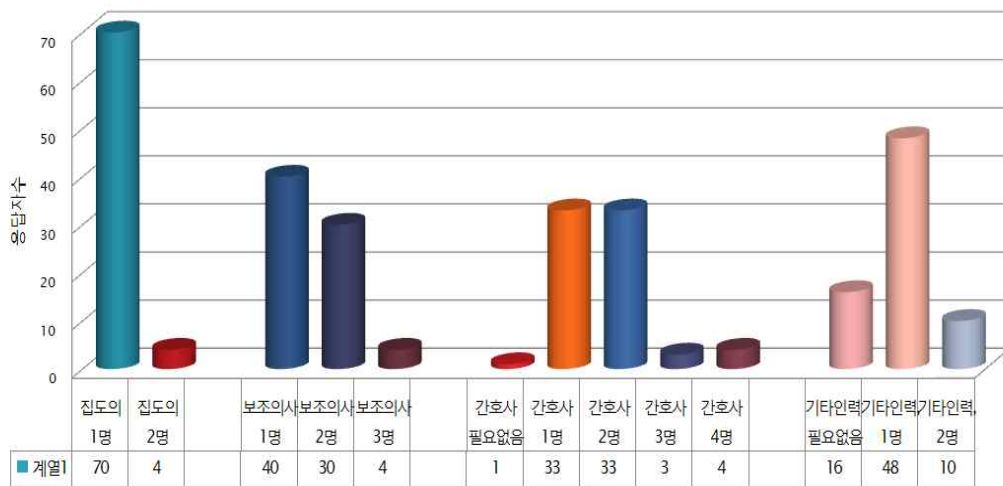


그림 45. 다빈치 수술에 필요한 인력구성(n=74)

마취과 의사 제외; 보조의사=수련의, 전공의; 기타인력=간호보조원이나 수술실 보조인력

### 3.3.1.8. 다빈치 수술방법/술기 습득 경로

다빈치 수술방법 또는 술기 습득 경로는 크게 국내와 국외에서의 연수로 나눌 수 있었다. 총 74명 중 30명(40.5%)은 국외연수를 통해 술기를 습득하였다고 응답하였으며(해외연수 프로그램(20명, 27%), 해외 병원 방문 및 견학(10명, 13.5%)). 국내에서 술기를 습득하였다고 응답한 의사는 27명(36.5%)이었다(제조회사 연수 프로그램(17명, 22.9%), 국내 연수 프로그램(8명, 10.8%), 기관 연수 및 견학(2명, 2.7%)). 독학으로 습득하였다고 대답한 의사도 7명(9.4%)이 있었다.

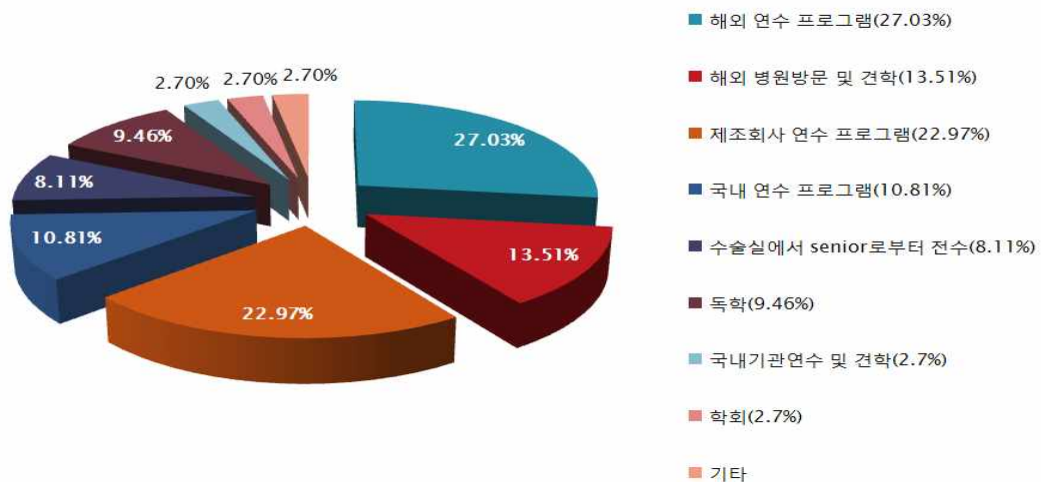


그림 46. 다빈치 수술방법/술기 습득 경로(n=74)

### 3.3.1.9. 학습곡선 극복에 필요한 수술 건수

해당 전공분야에서 학습곡선(learning curve) 극복에 필요한 시술 건수로는 각각 10건 미만이라는 응답이 18명, 10-14건이 16명, 15-20건이 18명, 21-25건이라고 응답한 의사는 14명이었다.

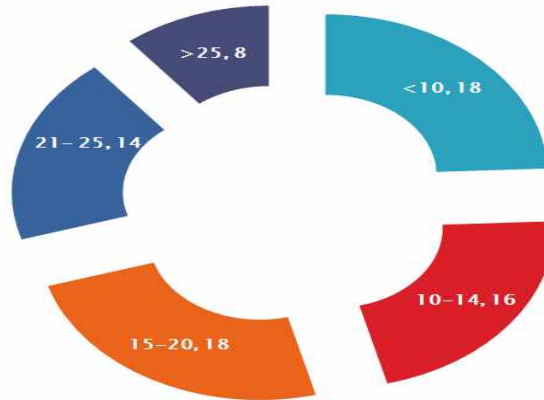


그림 47. 전공분야에서 학습곡선(Learning curve) 극복에 필요한 시술 건수(건수, n; n=74)

위 결과를 세부 전공별로 나누어 분석해 보았을 때의 결과는 다음과 같다.

비뇨기과의 경우(n=23), 10-25건이 가장 많은 분율을 차지하였다. 이 중 21-25건이라고 응답한 의사가 8명으로 가장 많았고, 15-20건이 6명, 10-14건이 5명으로 그 뒤를 이었다. 26건 이상 필요하다고 응답한 의사도 3명 있었다.

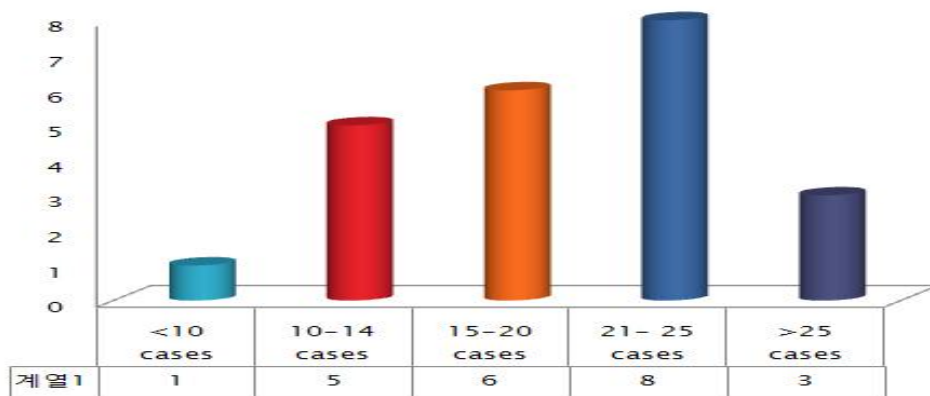


그림 48. 학습곡선(Learning curve) 극복에 필요한 다빈치 시술 건수-비뇨기과(n=23)

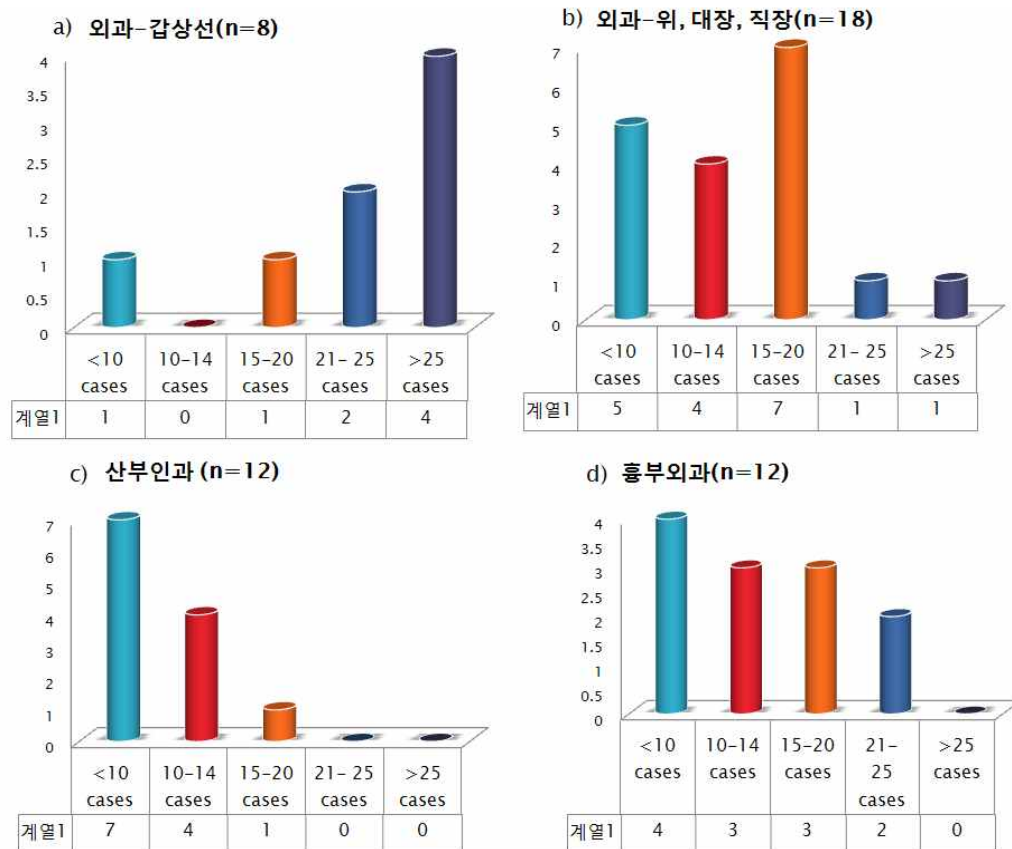


그림 49. 학습곡선(Learning curve) 극복에 필요한 다빈치 시술 건수

갑상샘(n=8) 분야의 경우 26건 이상 필요하다고 응답한 의사가 4명(50%)으로 가장 많았다. 위, 대장, 직장 분야를 수술하는 의사의 경우 15-20건이라고 응답한 의사가 7명으로 가장 많았고, 10건 미만이라고 응답한 의사가 5명, 10-14건으로 응답한 의사가 4명이었다. 산부인과(n=12) 분야의 경우 10-14건이라고 응답한 의사가 11명(91.6%)로 편차가 가장 적었으며 그 가운데 10건 미만이라고 응답한 의사가 7명으로 가장 많았다. 21건 이상이 필요하다고 응답한 의사는 없었다. 흉부외과(n=12) 분야의 경우, 모든 의사가 25건 이하로 필요하다고 응답하였으며 비교적 편차가 컸다.



### 3.3.1.10. 다빈치 수술을 도입함으로써 인해 예상되는 이익 및 효과

다빈치 수술을 도입함으로써 인해 예상되는 이익 및 효과에 대한 질문에서 다빈치 수술에 의한 병원 역량 강화가 예상된다고 응답한 의사가 가장 많았으며(74명 중 65명, 87.8%) 병원 이미지를 제고할 수 있다고 응답한 의사는 47명이었다. 수익 증가가 예상된다고 응답한 의사는 25명으로 전체 74명 중 33.8%이었다. 환자 만족도 증가가 예상된다고 응답한 의사는 3명이었다.

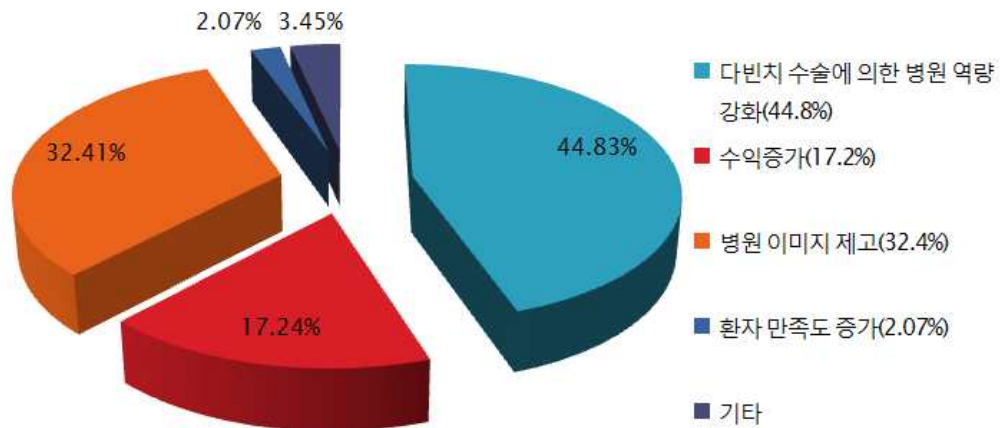


그림 50. 다빈치 수술을 도입함으로써 기대되는 이익 및 효과(중복응답 가능, n=145)

### 3.3.1.11. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 도입 필요성

해당 시술 분야에서 다빈치 수술 도입 필요성에 대해서는 전체 74명 중 71명 (95.9%)이 도입이 필요하다고 답하였으며, 나머지 3명은 도입할 필요가 없다고 응답하였다. 도입할 필요가 없다고 응답한 의사의 전공 분야는 외과, 산부인과, 흉부외과로 각 1명씩 있었다.



그림 51. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 도입 필요성 (n=74)

### 3.3.1.12. 다빈치 로봇 수술의 도입 필요성

본 문항은 주관식이었으며, 설문 응답자 74명 중 42명이 응답하였다. 앞의 설문에서 다빈치 로봇 수술을 도입해야 한다고 응답한 71명의 의사 중 39명이 다빈치 로봇 수술 도입에 대해 사유를 기술하였고 결과는 다음과 같다.

기존의 수술법보다 양질의 수술을 제공할 수 있기 때문이라는 의견이 전체 의견의 45%(20명)로 가장 많았으며, 이 중 전립샘 적출술의 경우 로봇 수술이 기존 수술법보다 훨씬 양호한 성적을 보이고 있으며, 일부 국가에서 표준 수술법으로 자리를 잡아가고 있다는 의견도 예시로 함께 제시한 의사가 3명 있었다. 이와 비슷하나 약간 다른 응답으로 특정 제한된 분야에서만 유용하다는 의견을 제시한 의사도 7명(16%) 있었다.

두 번째 이유로는 로봇 수술이 미래 지향적 의료이며, 세계적인 추세로서 우리나라에 세

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

계적인 경쟁력이 있기 때문이라고 하였다( $n=10$ ). 이밖에도 집도의 관점에서 편리하기 때문(짧은 학습곡선 포함)이라는 의견이 3명, 환자 수요가 증가하고 있어서(2명), 미용 측면에서 우수하기 때문이라는 의견(2명)도 있었다.

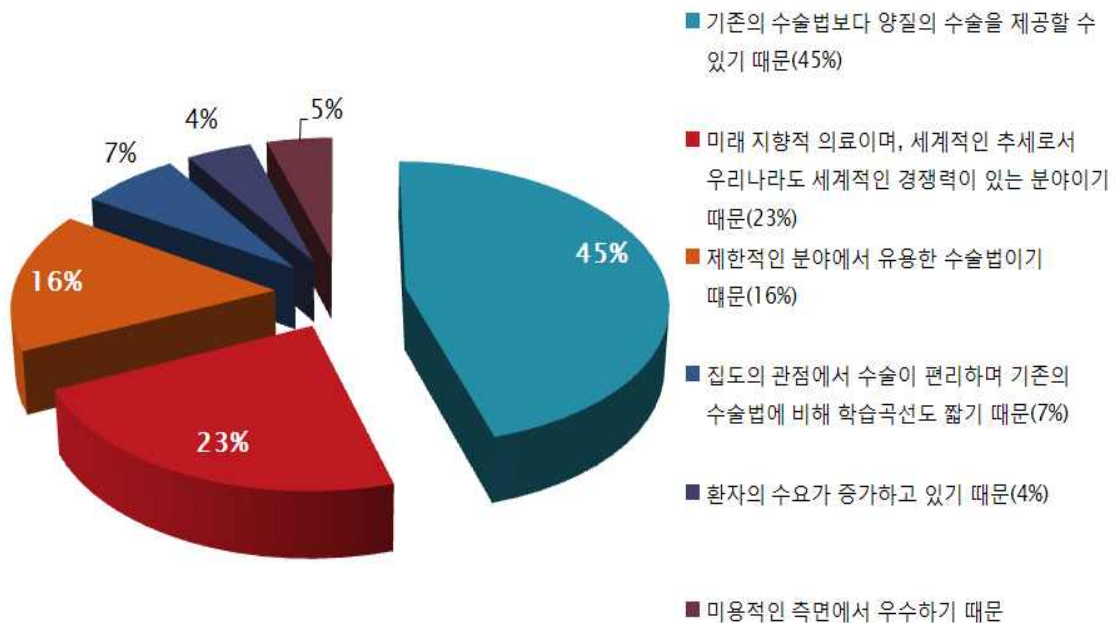


그림 52. 다빈치 수술 도입 필요성- 주관식 정리 ( $n=44$ )

기타 의견으로는 다음과 같은 것들이 있었다.

- ◆ 진단이 늘고 있기 때문에 로봇 수술도 증가하고 있기 때문
- ◆ 외과 전공의 지원이 없어 혼자 수술할 필요성이 대두되기 때문
- ◆ 고비용이 문제가 가장 큰 걸림돌이 되고 있기 때문
- ◆ 도입할 필요가 없다고 응답한 의사 3명의 의견은 다음과 같다.
- ◆ 향후 발전방향을 위해 필요하지만 현재로서는 그다지 큰 필요성이 없다.
- ◆ 다빈치 수술은 어느 정도 숙련된 의사가 시행하여야 하며 매주 1회 이상 정도 수술을 해야만 기존의 수술에 비해 환자에게 더 나은 수술을 제공할 수 있기 때문
- ◆ 필수 불가결한 장비는 아니다.

### 3.3.1.13. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준

해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준을 물었을 때 전체 응답자 74명 중 66명(89.2%)이 우수하다고("매우 우수", "우수") 응답하였다. 보통이라고 응답한 의

사는 7명(9.5%)이었고, 아직은 역량이 부족하다고 응답자도 1명 있었으며 흉부외과 분야였다. '잘 모르겠다'라는 항목도 있었으나 이를 선택한 의사는 없었다.

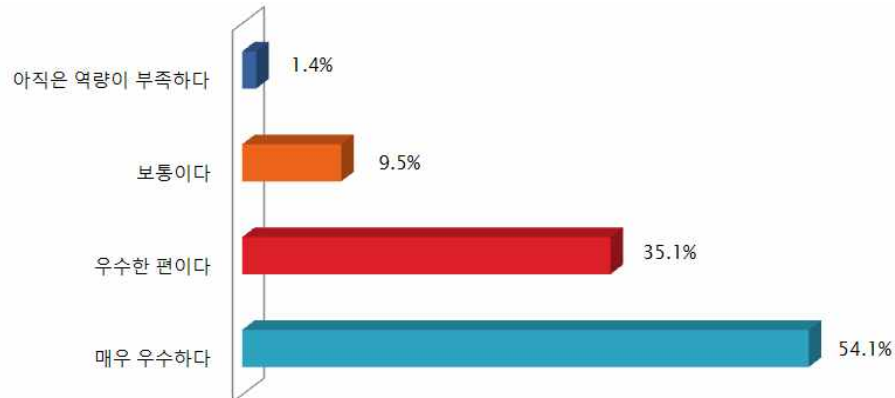


그림 53. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준 (n=74)

위 결과를 전공 분야별로 분석했을 때의 결과는 다음과 같다. 대부분의 전공 분야에서 '매우 우수하다'와 '우수한 편이다'의 응답 비율이 비슷하였으나 외과의 경우 '매우 우수하다'고 응답한 의사(n=20)가 '우수한 편이다'라고 응답한 의사의 3배 이상(n=6)이었다.

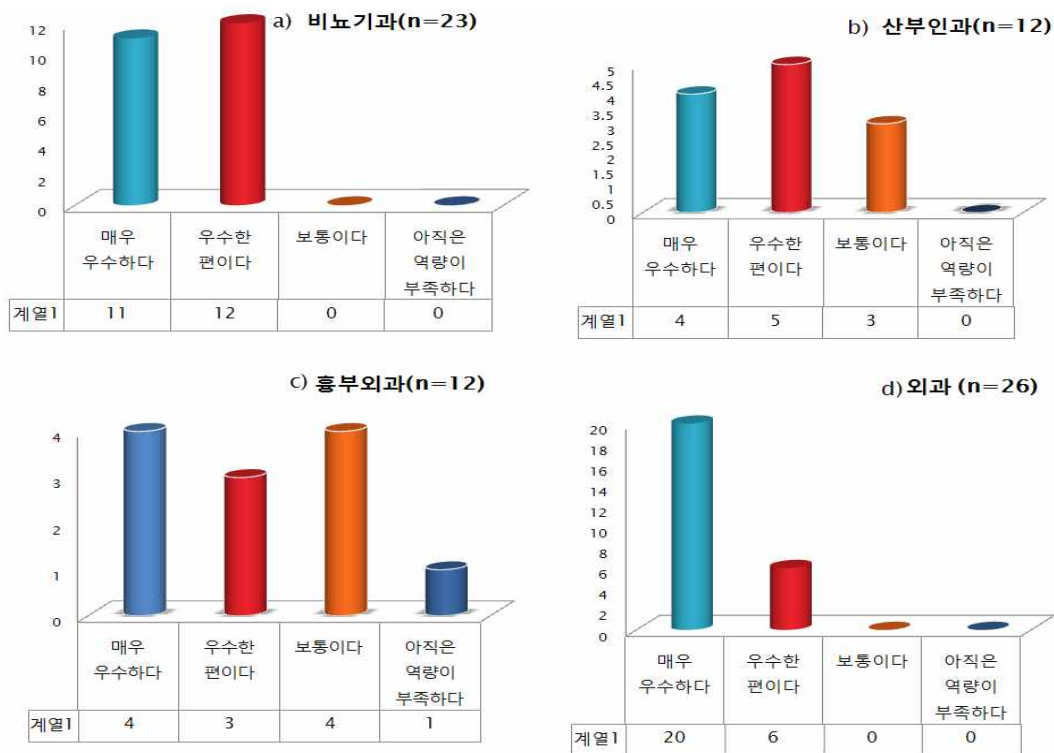


그림 54. 해당 시술 분야에서의 우리나라에서의 다빈치 수술 수준

### 3.3.1.14. 다빈치 수술 집도 의사에 대한 인센티브

다빈치 수술 집도 의사에 대한 인센티브가 주어지는지 여부를 질문했을 때 인센티브가 없다고 응답한 의사가 55명(74.3%)이었고, 있다고 응답한 의사는 19명(25.6%)이었다. 인센티브의 종류는 모든 의사가 연구비나 보너스 등 금전적인 보상이라고 응답하였다.

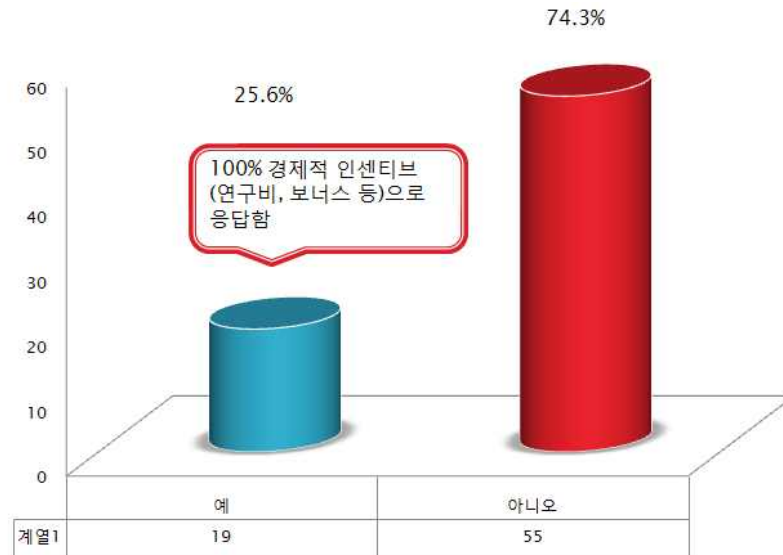


그림 55. 다빈치 수술 집도 의사에 대한 인센티브 제공 여부 (n=74)

### 3.3.1.15. 다빈치 수술의 질관리(Quality control) 여부 및 현황

병원 차원에서 다빈치 수술의 질관리를 한다고 응답한 의사는 36명(49%)으로 하지 않는다고 응답한 의사가 조금 더 많았다(38명, 51%). 질관리의 유형으로는 36명 중 30명(83.3%)이 기존 수술법과의 결과를 비교한다고 응답하였고, 교육프로그램을 실시한다고 응답한 의사는 15명(22.1%), 환자 만족도 조사 시행(11명, 16.2%), 수술 준비 시간 단축을 위한 환경 개선방안을 준비하거나 시행(9명, 13.2%)이 그 뒤를 이었다. 기타로는 집도의의 만족도를 조사한다는 의사가 2명, 학습곡선을 확인한다는 의사가 1명 있었다.

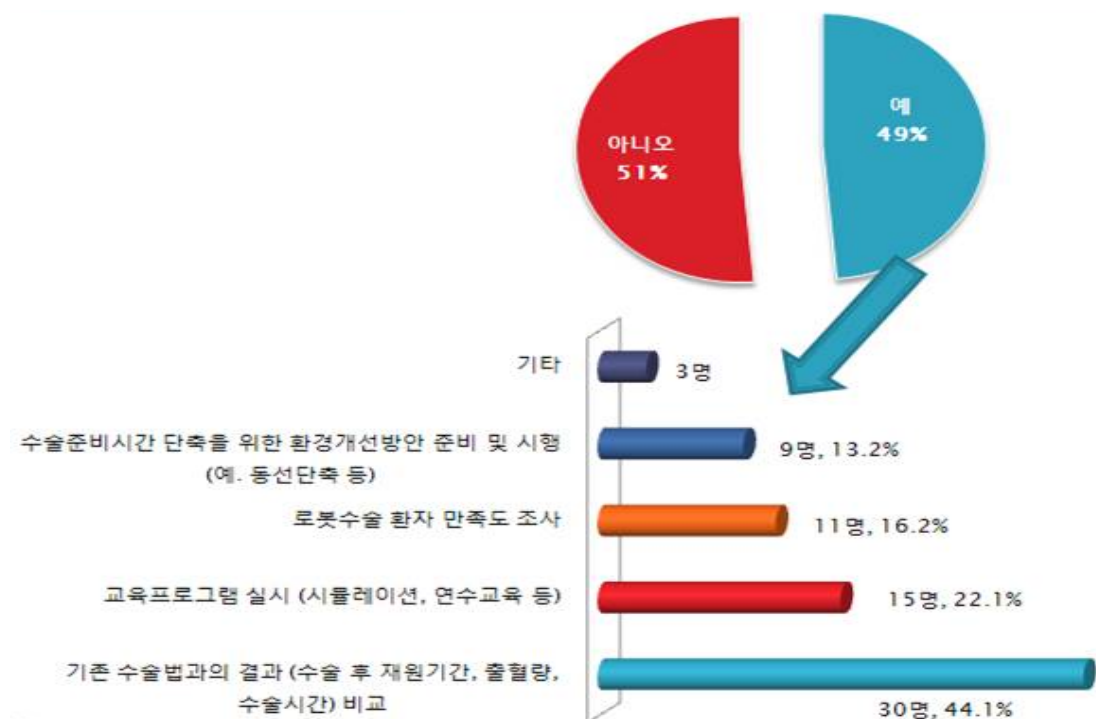


그림 56. 로봇수술관련 기술사용에 대한 병원차원의 질관리 여부(n=74)와 방법(중복응답 가능, n=68)

### 3.3.1.16. 다빈치 수술의 역량평가 여부 및 현황

병원차원에서 다빈치 수술의 수행과 관련하여 역량평가를 하고 있다고 응답한 의사는 60명으로 전체의 81.1%를 차지하였다. 역량평가의 종류로는 연도·분야별 수술건수를 집계한다고 응답한 의사가 가장 많았으며(56명, 96.6%), 수술 가능 의사수를 집계한다는 응답(26명, 43.3%)과 국내·외 논문투고 건수를 집계한다(16명, 26.7%)는 응답이 그 다음이었다. 연구비 획득을 평가 항목으로 한다고 대답한 의사도 1명 있었다(그림 57).

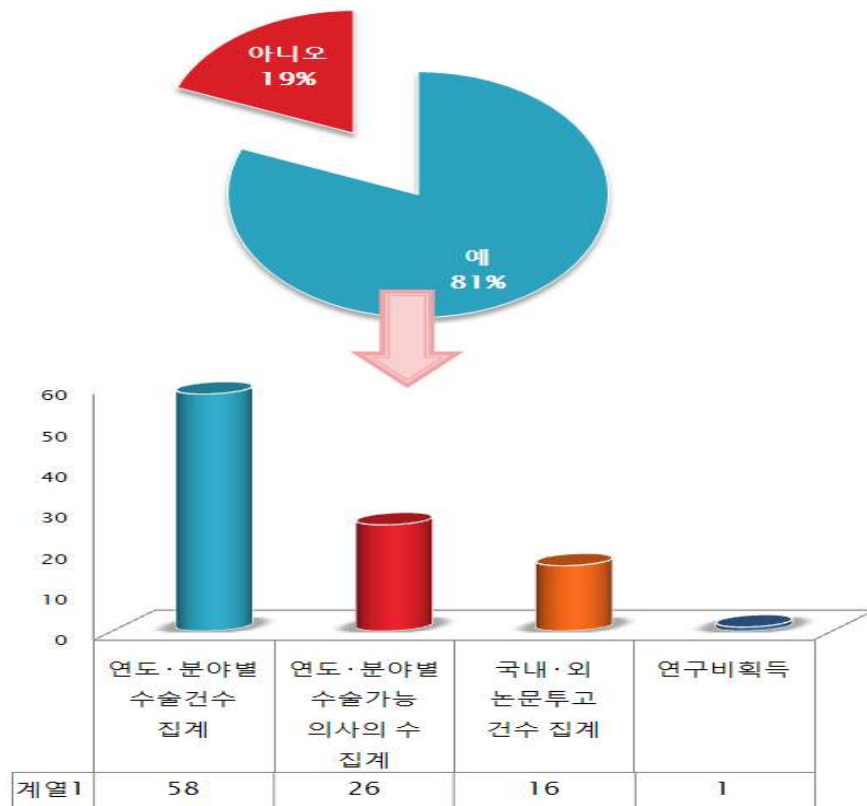


그림 57. 병원차원에서 다빈치 수술 수행과 관련한 병원 역량 자체적 평가 여부(n=74)와 방법(중복응답 가능; n=101)

### 3.3.1.17. 다빈치 수술 시행과 관련한 애로사항

다빈치 수술다빈치 수술 시행과 관련한 애로사항으로는 전체 응답자 74명 중 71명 (95.9%)이 환자의 경제적 부담 증가라고 답하였으며, 그 다음으로는 환자의 이해부족 (12명, 16.2%)이 애로사항이라고 하였다. 그 외에도 교육 프로그램 부족으로 인한 지원 인력 부족, 병원 측에서의 지원 부족이 애로사항이라고 응답한 의사는 각각 10명, 9명이 있었다. 기타 의견으로는 환자의 부담으로 인한 적은 수술 수라고 응답한 의사가 1명 있었고, 별로 없다고 응답한 의사도 1명 있었다(그림 58).



그림 58. 다빈치 수술 시행과 관련한 애로사항(중복응답 허용, n=104)



### 3.3.1.18. 다빈치 수술 도입 및 운영과 관련한 애로사항

다빈치 수술 도입 및 운영과 관련한 애로사항으로는 전체 응답자 74명 중 40명(54%)이 기계도입과 관련한 병원지원의 부족을 가장 많이 꼽았다. 다음으로는 교육 프로그램의 부족(27명)이 애로사항으로 응답되었다. 이 외에도 동료의사의 이해가 부족하다는 응답이 27%(20명), 과학적 근거가 부족하다는 응답자가 18명(24.3%) 있었다. 기타 의견으로는 '수술준비 시간이 길고 번거로움'(1명), 로봇 수술을 초과수익 달성을 위한 수단으로만 보려고 하는 원내외 시각 및 여론(1명)이 있었다.

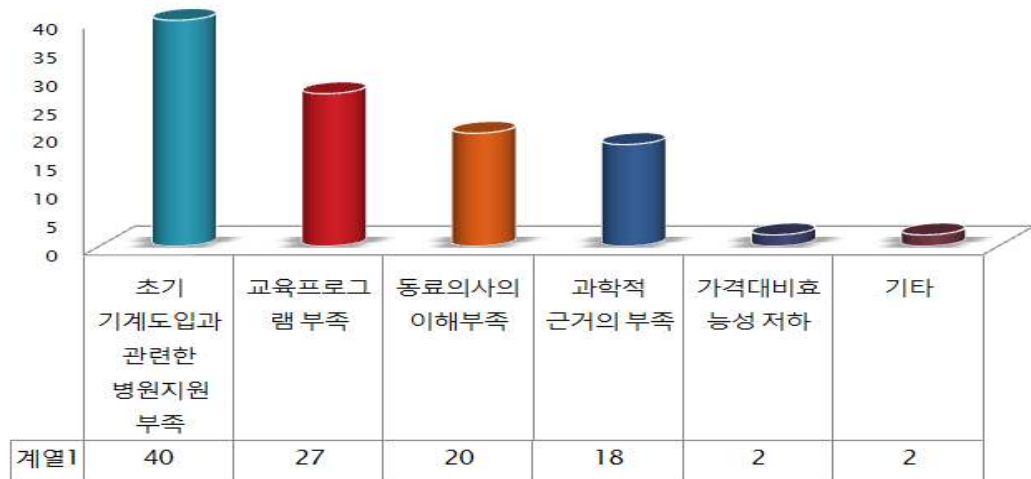


그림 59. 다빈치 수술 도입 및 운영과 관련한 애로사항(중복응답 가능, n=109)

### 3.3.1.19. 설문에서 언급되지 않은 그 밖의 이슈

본 문항은 주관식이었으며 74명 중 36명(48.6%)이 응답하였다. 36명의 응답자가 응답항목에서 다양한 의견을 제시하여 주관식 의견을 범주별로 묶어서 분석하였다. 응답의견 45건 중 약 22%가 '고가의 장비로 도입이 어렵고, 독점체제로 장비 및 기계 비용이 지나치게 비싸다'라는 의견이었다. 그 외에 13%가 '상대적으로 높은 수술비용으로 환자들이 선택하지 못하는 측면이 있다'고 답하여 로봇수술의 비용 문제가 설문에서 언급되지 않은 가장 큰 이슈로 조사되었다. 그 외에 별다른 이슈가 없다는 의견이 20%, 교육시스템 필요(9%), 로봇수술은 응급수술이 불가능하고 아직까지는 제한적 적용을 보인다는 의견(9%) 등이 있었다. 또한 로봇수술이 기존 수술에 비해 큰 이점이 있지 않다는 의견도(4%) 있었다. 그 밖에 수술 보조에 필요한 인원을 줄일 수 있어 인건비 절감효과가 있다는 의견과 인체공학적으로 시술자에게 편리한 점이 평가되지 못하고 있다는 등의 의견도 있었다.



그림 60. 다빈치 수술 시행과 관련하여 설문에서 언급되지 않은 이슈(중복응답 가능, n=45)

**3.3.1.20. 다빈치 수술 수행과 관련하여 관련 단체 및 기관에게 바라는 사항**

본 문항은 주관식이었으며 74명 중 51명(68.9%)이 응답하였다. 주관식 의견을 범주별로 묶어서 분석한 결과는 다음과 같다. 응답자 51명 중 약 절반(49%)이 로봇의 국산화가 필요하다고 의견을 제시하였다. 이 가운데 '국산 개발도 중요하나 로봇 제조/공급 회사와의 관계를 잘 유지하는 것도 중요하다'라고 의견을 제시한 의사도 1명 있었으며 독과점에 따른 문제 해결이 필요하다고 응답한 의사도 6명 있었다. 또한 13명(25.5%)의 의사도 환자의 경제적 부담 감소가 필요하다고 주장하여 상당수의 의사가 고비용 수술에 대해 문제점으로 인식하고 있었다. 환자에게 기존의 수술법과 비교한 동의를 얻을 때 충분한 고지를 하도록 하고 이와 관련된 윤리규정을 만드는 것이 필요하다는 의견을 제시한 의사도 있었다.

범주화하지 못한 기타 의견은 다음과 같이 별도로 정리하였다(n=10).

- 기준을 정하여 보험을 인정해주고 기준에 맞지 않으면 무분별한 시행을 통제해야 한다.
- 조건부 급여를 통해 해당 수술에 대한 임상적 유효성 및 안전성을 확인해야 한다.
- 수술을 하면 할수록 병원이나 의사에게 돌아오는 이득보다는 다빈치 회사만 수혜를 받는 느낌이다.
- 다빈치 수술이 환자에게 아주 좋은 수술법이기 때문에 적극적으로 행해져야 한다.
- 수술 방법의 표준화가 필요하다.
- 다빈치 연수 기회가 충분히 제공되어야 한다.
- 부족한 외과 의사를 대용할 대체 장비로써의 역할을 할 수 있도록 해야 한다.
- 수술 수가에 대한 현실성이 너무 부족하다. 다빈치를 비롯한 최소 침습 수술은 좀 더 숙련된 의사에 의한 고급 기술을 요구하는데 비해 비용은 차이가 별로 없음
- 기존의 수술방법에 비교하여 상승된 치료비용만큼의 이점은 없다.
- 로봇 테크놀로지가 아직은 걸음마 단계여서 내시경 수술이 더 쉬운 경우가 많다.



그림 61. 다빈치 수술 수행과 관련하여 바라는 사항, 주관식 재구성(응답자 수 n=51, 범주화 응답수 n=81)

### 3.3.2. 체계적 문헌고찰과 설문 조사 결과 비교

체계적 문헌고찰에 포함된 비교연구에서의 환자수와 국내 설문조사를 통해 보고된 국내 시술 환자 수를 비교해 보았을 때 출판양상과 국내외 시술 수는 비슷한 양상을 보임을 알 수 있다. 체계적 문헌고찰의 경우 비교연구만 포함하고, 설문조사의 경우 보고된 건수이므로 정확한 비교는 할 수 없으나 국내의 경우 특히 갑상샘 절제술과 직장 수술이 국외에서 시술되고 있는 것보다 많이 시술되고 있는 경향이 있음을 알 수 있다.

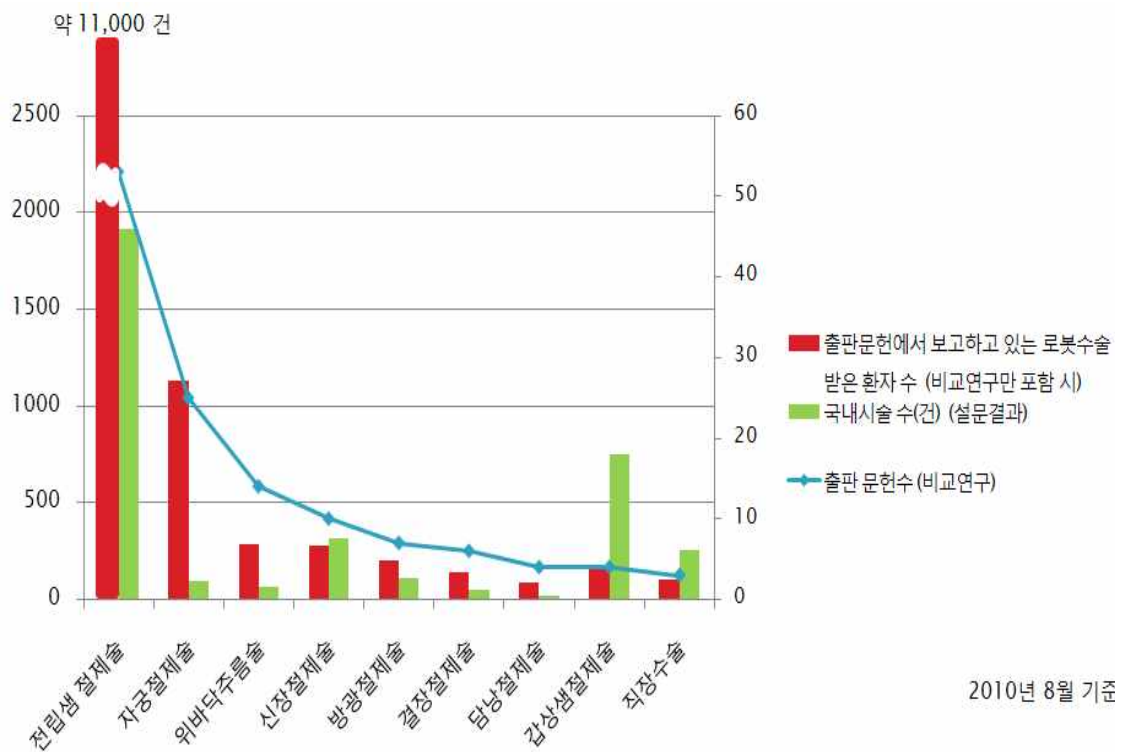


그림 62. 출판문헌에서의 보고하고 있는 시술 환자 수와 국내 시술 건수 비교

## 3.4. 사회·문화적 관점에서의 로봇수술 평가

### 3.4.1. 관련기사 검토

검색 결과 네이버에서 475건, 다음(daum)에서 515건의 기사가 검색되어 합하여 990개의 기사가 확보되었다. 배제과정을 거친 후 선정된 기사는 네이버에서 75건, 다음(daum)에서 181건으로 총 256개의 기사를 검토하고 분류하였다. 분류 항목은 예비검토를 통하여 표와 같이 사전에 정의하였으며, 기사의 주요 내용이 두 항목 이상에 해당되는 경우 복수 허용 하였다.

표 67. 기사의 분류

번 호	항 목
1	특정 의료기관 및 시술의 홍보 다빈치 로봇수술 기기의 도입과 병원 인프라스트럭처 홍보 적응증 별 시술건수 및 성공사례 증례보고 위주의 관련 연구결과
2	로봇수술의 역사 및 다빈치 로봇수술의 특성 로봇수술의 역사 다빈치와 다른 수술 로봇과의 비교 다빈치 로봇수술의 기기적인 특성 (팔의 수, 팔의 회전각도, 삼입각도, 카메라 해상도 등) 다빈치 로봇수술의 장단점
3	다빈치 로봇수술의 국내 현황 다빈치 로봇수술의 국내 도입 및 보유현황 다빈치 로봇수술의 국내 시술 현황 다빈치 로봇수술의 증가에 대한 원인 분석 다빈치 로봇수술의 증가에 대한 전문가 의견
4	다빈치 로봇수술의 특정 적응증에 대한 효과 로봇수술의 특정 적응증의 효과에 대한 전문가 의견 로봇수술의 특정 적응증에 대한 환자 만족도
5	다빈치 로봇수술의 비용 다빈치 수술의 전반적인 비용 (수치적 데이터) 다빈치 수술의 고가의 비용에 대한 의견 다빈치 수술의 비용 하락의 필요성 및 가능성
6	로봇수술 기기의 국산화 로봇수술 기기의 국산화 필요성 로봇수술 기기의 국산화 동향
7	기타 미래지향적 기술로서의 다빈치 로봇수술 한국 다빈치 로봇수술의 세계적인 위상 등

분류 결과는 그림 62와 같았으며, '의료 기관의 및 시술홍보' 기사가 압도적으로 많음(59%)을 알 수 있었다. 그리고 그 다음으로 '다빈치 수술의 특정 적응증에 대한 효과성'(16%), '다빈치 수술의 비용'(8%), '로봇수술의 역사 및 다빈치 로봇수술의 특성'(4%), '다빈치 로봇수술 국내 현황'(3%), '로봇수술 기기의 국산화'(1%)가 뒤를 이었다.

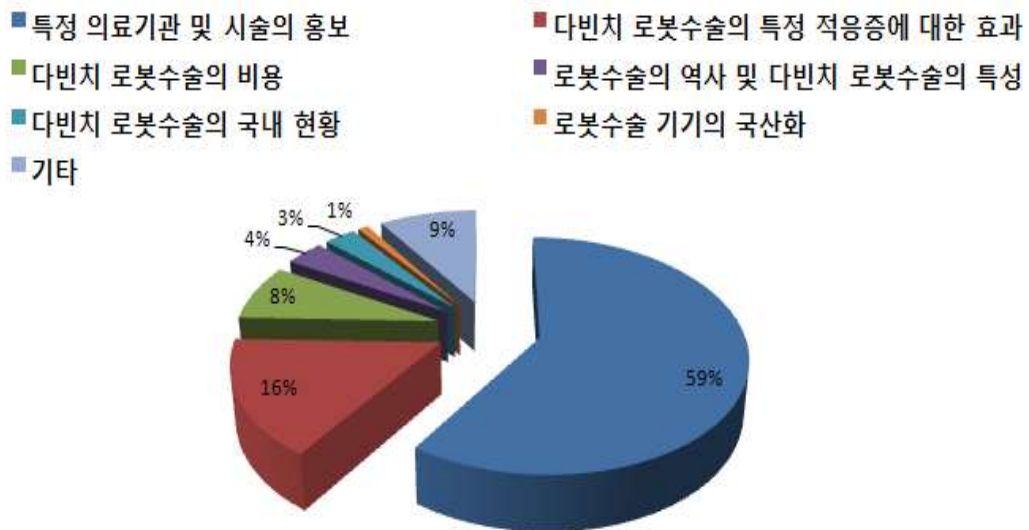


그림 63. 주요 내용별 기사 분류 결과

'다빈치 수술의 특정 적응증에 대한 효과성'은 시술을 하고 있는 임상치의 전문가 의견이 다수를 차지하였으며, 대부분 기존의 개복 수술이나 복강경 수술에 비해 다빈치 수술이 가지는 장점에 대한 것이었다.

그러나 적응증 별로 다빈치 수술이 적합한 경우(예: 초기 암, 신경과 혈관 손상이 우려되는 경우, 기존의 수술법으로 접근이 어려운 부위)와 적합하지 않은 경우(예: 전이가 일어난 암, 정교한 촉감을 느껴야 하는 경우, 주변에 중요 구조물이 없어 기존의 수술법도 접근성이 좋은 부위)에 대해 구체적인 정보를 제공하였거나, 적응증 혹은 시술 별 효과 차이에 대하여 언급하고 있는 기사는 소수에 불과하였다. 환자 만족도 조사(2개의 기사)는 병원에서 자체 시행한 것으로 각각 75% 이상의 만족도를 보도하고 있었다.

'다빈치 수술의 비용'에 대해서는 고가라는 것이 의료기관과 환자들의 공통된 의견이며, 이는 외국 회사의 독점에 따른 고가의 기기 값과 유지비에 따른 것으로 '로봇수술 기기의 국산화'에 대한 필요성이 제기 되었다. 그리고 일부 기사에서는 의료기관이 고가의 다빈치 로봇수술 기기의 유지비로 인하여 과잉진료의 우려가 있음을 언급 하였다.

‘다빈치 로봇수술 국내 현황’에서는 한국이 다빈치 수술 기기의 도입 및 보유현황에 있어서 높은 순위를 차지하고 있으며 시술 건수도 빠르게 증가하고 있다고 일관적으로 보도되었다. 이 증가세에 대하여, 한국 의사들이 숙련도가 높고 응용력이 뛰어나다는 긍정적인 의견과 신의료기기 도입에 있어서 병원 별로 과다 경쟁이 일어나고 있기 때문이라는 부정적인 견해가 있었다. 한 해외 전문가는 “일관된 효과가 확인되지 않았는데 장점만 소개하는 미디어 때문에” 로봇수술이 급증하고 있다고 비판하였다.

‘기타’에는 국내 다빈치 로봇수술 기술의 선도적인 위상과 해외 임상인들의 연수 및 견학에 대한 기사가 대부분이었다.

### 3.4.2. 관련 블로그 및 카페 게시글 검토

블로그 및 카페에서 확보한 총 60개의 게시글이 모두 다빈치 로봇수술 관련으로 확인되었으며, 해당 게시글을 검토한 결과 크게 세 항목으로 분류할 수 있었다. 첫째 - 환자 및 환자가족의 다빈치 로봇수술에 대한 주요 관심사, 둘째 - 환자 및 환자가족의 다빈치 로봇수술에 대한 의견, 셋째 - 의료 전문가들의 다빈치 로봇수술에 대한 의견. 각 항목별 주요 내용은 아래의 표와 같다.

표 68. 블로그 및 카페 게시글 분류

번 호	항 목
1	환자 및 환자가족의 다빈치 로봇수술에 대한 주요 관심사 다빈치 로봇수술이란 무엇인지 관심분야 명의 및 시술사례가 많은 병원 수술비 및 보험적용 여부 기존 수술(개복 수술 및 복강경 수술)과 비교한 장단점 수술효과 수술 후 통증을 포함한 후유증 여부 (성기능, 배변기능, 임신 가능성 등) 입원일수 미용적 측면 (흉터 등) 전반적인 수술 프로세스 및 시간 기타 (수술 전후 식습관, 운동 등 관리방안 및 주의사항 등)
2	환자 및 환자가족의 다빈치 로봇수술에 대한 의견 수술 비용에 대한 의견 수술 시간 및 입원기간에 대한 의견 수술 후 통증에 대한 의견 특정 수술 의사와 의료기관에 대한 의견
3	의료 전문가들의 다빈치 로봇수술에 대한 의견 고가의 수술비와 비용 대비 효과에 대한 의견 고가의 장비 도입비에 대한 견해



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

번 호	항 목
	다빈치 로봇수술의 건강보험 급여화에 대한 찬/반 의견
	다빈치 로봇수술 기기 도입 및 시술의 증가에 대한 의견
	다빈치 로봇수술 기기의 국산화 필요성에 대한 의견

‘환자 및 환자가족의 다빈치 로봇수술에 대한 주요 관심사’에서는, 다빈치 로봇수술이란 무엇인지, 관심분야의 다빈치 로봇수술이 어느 병원에서 가장 많이 수행되고 있는지, 관심분야의 명칭은 누구인지가 가장 많은 수를 차지하였다. 그리고 그 다음으로 수술비가 얼마인지, 공보험 또는 사보험권에서 수술비를 얼마나 보장받을 수 있는지를 궁금해 하였다.

기존 수술법과 비교하여 수술 효과, 수술 후 후유증, 수술 후 통증, 입원 일수, 흉터 등에 관한 질문도 상당 수 있었다. 특히, 전립샘암 수술과 자궁암 수술 대상 환자들이 수술 후 성기능, 배변기능, 임신 가능성에 대하여 궁금해 하였고, 갑상샘암 수술 환자들이 미용적 측면에서 목에 남는 흉터에 대한 질의를 많이 하였다.

두 번째 ‘환자 및 환자가족의 다빈치 수술에 대한 의견’을 정리해 보면, 고가의 수술비에 대한 부담감을 표시하는 글이 가장 많았고, 그 다음으로 짧은 입원기간과 수술 후 적은 통증에 대한 만족도를 표현하는 의견이 많았다. 그 밖에 특정 수술 의사 또는 의료기관의 의료서비스에 대한 만족도를 표현하는 글과, 사망 등 수술 도중 발생한 사건 등에 대한 불만을 표현한 글도 있었다.

세 번째로 ‘의료전문가들의 다빈치 로봇수술에 대한 견해’에서는, 고가의 수술비로 인한 환자의 부담에 대한 우려를 표명하는 글과 함께, 고가의 수술비(“기존 수술의 8배 이상”) 대비 적응증 별로 일관되고 뚜렷한 효과가 관찰되지 않은 것이 아니냐는 의견이 가장 많았다. 비슷한 맥락에서 다빈치 로봇수술의 무분별한 도입 및 효과가 확인되지 않은 상태에서 의 시술 급격한 증가에 대한 우려의 글도 다수 있었다.

그 외 비용 관련하여 다빈치 로봇수술의 건강보험 급여화에 대한 찬/반 논의가 활발하게 진행되고 있었고, 외국 회사의 기기 독점으로 인한 고가의 도입비 및 유지비 문제를 해소하기 위하여 수술 로봇의 국산화가 이루어져야 한다는 의견이 제시되었다.

### 3.5. 경제적 관점에서의 로봇수술 평가

여러 가지 로봇수술의 효과를 보기 위하여 수행한 검색 결과에서 비용이나 경제적 관점에 관한 연구들을 검토하였다. Barbash 등은 "cost" AND "robot"의 다양한 조합을 검색어로 하여 최근 5년간에 발표된 연구들을 PubMed를 통해 검색하였다 (Barbash 2010). 미국 이외의 나라들에서 소요된 비용을 미국 달러 가치로 환산하기 위하여 2010년 5월의 환율을 사용하고 미국의 입원 환자 비용을 추산할 수 있는 Healthcare Cost and Utilization Project 데이터베이스를 사용하기 위하여 소비자물가 지수를 이용하여 2007년 가치로 환산하였다. 각종 수술법에서 로봇을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우의 비용의 차이를 산출하였을 때, 로봇을 사용하는 경우 2007년 기준으로 수술 건당 미화 약 1,600불(수술관련 비용의 6%)이 더 소요되는 것으로 나타났다. 로봇 기기 구입에 대한 상환금액까지 고려하였을 때는 수술관련 비용의 13%에 상당하는 금액인 미화 3,200불이 더 소요되는 것으로 나타났다. 다양한 수술법에서 로봇을 사용하지 않고 수술하는 경우와 로봇을 사용하여 수술하는 경우에 로봇 기기 상환비용을 고려하지 않았을 때와 고려하였을 때의 수술 건당 평균비용이 표 69와 같이 나타났다.

미국에서의 수술건수는 Healthcare Cost and Utilization Project, national Inpatient Sample 2007을 이용한 분석 결과로 복강경 수술 또는 개복 수술에 대한 총 수술건수이다. 로봇 수술에 대해서는 따로 추계를 할 수 없었기에 이 수술건수에는 로봇을 이용했거나 이용하지 않았던 수술 건수 모두가 포함되었다.

국내에서의 로봇수술의 비용을 파악하기 위하여 각 병원 홈페이지를 방문하여 비급여 고시 금액에 대해서 조사하였다. 2010년 12월 기준에서 총 16개의 병원을 검색하였다. 병원 별로 로봇수술의 고시 금액을 범위가 매우 다양하였으며 수술 부위 별 금액을 제시한 병원 국립암센터, 서울성모병원, 해운대백병원이었다. 나머지 병원들은 범위로 금액을 제시하였거나 A, B, C 등의 문자를 사용한 종류로 금액을 제시하였다. 익명 처리를 한 각 병원의 로봇수술 고시 금액의 최소와 최대값은 <표 70>과 같았다.

2010년 8월에 로봇수술을 시행하는 임상전문가들을 대상으로 실시한 설문조사에서 총 20개 병원에 있는 74명의 임상전문가가 수술 부위 별 건당 평균 수술비에 대해서 <표 71>과 같이 응답을 하였다. 대략 로봇수술의 수술비는 수술방법에 따라 일부 차이가 있지만 대략 500만원 - 1,200만원 사이였다. 기존의 수술이 급여되는 점, 특히 암 수술의 경우 본인부담률이 5%인 점 등을 고려한다면 환자에게 가해지는 비용부담은 기존 수술에 비해 큰 수준이었다.

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

표 69. 각종 수술법의 건당 평균 소요비용과 로봇을 사용하여 수술했을 때의 비용변화(2007년 미화 기준)

수술법	건당 평균비용	로봇 수술 시 비용 변화		참고문헌	미국에서의 수술 건수 (2007년)
		로봇 상환금액 제외	로봇 상환금액 포함		
Laparoscopy 수술법이 주된 경우					
Pyeloplasty	10,065	1,400	3,400	Link	4,823
Nephrectomy	14,943	10,600	-	Nazemi	45,879
Nissen fundoplication	13,060	600-2,100	1,200-22,300	Anderberg, Heemskerk, Morino, Muller-Stich, Nakadi	17,283
Cholecystectomy	10,366	500	1,700	Breitenstein, Bodner	326,350
Unilateral adrenalectomy	14,707	1,400	2,900	Bodner, Brunaud, Winter	5,387
Rectopexy	9,040	-	700	Heemskerk	1,603
Splenectomy	28,205	3,000	3,200	Bodner	14,530
Gastric bypass	21,275	-	2,900	Bodner, Curet	13,782
Thymectomy	17,983	-	2,400	Bodner	362
Laparoscopic hysterectomy	8,951	2,500	-	Sarlos	14,101
개복 수술법이 주된 경우					
Radical prostatectomy	11,352	2,200	400-4,800	Bolenz, Comite, Mouraviev, Scales	79,875
Radical cystectomy	32,388	0	1,600	Sarlos, Smith	8,570
Myomectomy	6,721	-	3,200	Advincula	32,616
Sacrocolpopexy	7,328	5,500	-	Patel	4,557
Non-laparoscopic hysterectomy	7,328	-	-		279,871
Salpingostomy	5,607	1,400	-	Rodgers	2,370
Nissen fundoplication	31,333	-1,200	0	Anderberg	6,128
Low colon-rectum anterior resection	16,688	1,600	-	Bodner, Rawlings	17,942
Esophagectomy	39,622	-	2,700	Bodner	119
Lung lobectomy	23,021	3,900	-	Park	6,642
Mitral-valve repair	45,914	600	3,700	Morgan, Kam	14,191
Atrial septal defect closure	36,767	1,000	4,000	Morgan	2,284

\* 출처: Barbash GI, Glied SA. New England Journal of Medicine. 2010; 363(8):701-4.

표 70. 국내 병원 별 로봇수술 비급여 고시 금액의 최소값과 최대값

병원	최소값 (원)	최대값 (원)
A	7,000,000	16,000,000
B	3,000,000	15,000,000
C	7,000,000	19,000,000
D	5,000,000	15,000,000
E	7,000,000	15,000,000
F	7,000,000	17,000,000
G	5,000,000	20,000,000
H	1,000,000	15,000,000
I	3,000,000	9,000,000
J	7,000,000	15,000,000
K	1,000,000	14,000,000
L	8,000,000	15,000,000
M	6,000,000	15,000,000
N	3,000,000	15,000,000
O	7,000,000	17,000,000

표 71. 설문조사를 통한 로봇수술의 부위별 건당 수술비

수술부위	중앙값(원)	범위(원)
난소	5,000,000	4,500,000-8,000,000
부신	6,000,000	-
갑상샘	7,000,000	6,000,000-9,000,000
두경부	7,000,000	-
자궁	8,000,000	4,500,000-10,000,000
위장	9,000,000	8,000,000-10,000,000
간	9,000,000	-
신장	9,000,000	6,000,000-11,000,000
종격동	9,000,000	8,000,000-9,000,000
대장	10,000,000	7,000,000-15,000,000
직장	10,000,000	8,000,000-15,000,000
심장	10,000,000	5,000,000-15,000,000
폐	10,000,000	8,000,000-10,000,000
전립샘	11,500,000	7,000,000-14,000,000
식도	12,000,000	10,000,000-14,000,000
방광	12,000,000	6,000,000-15,000,000

### 3.6. 토론회를 통한 의견수렴

2010년 12월 27일 한국보건의료연구원에서 개최된 토론회에서 토론자들의 다양한 의견을 수렴할 수 있었다. 현재까지의 정리된 근거로 판단하기에는 로봇수술이 비교수술에 비해 이점이 있다고 볼 수 있는 근거는 없다는 것에는 공통된 의견을 보였으나, 아직까지 문헌수가 충분하지 않고 현재 많은 연구가 진행되고 있어 아직은 결론을 내리기 이른 시점이라는 의견 등 다양한 의견이 있었다. 또한 일부 수술 영역에 있어서 기존 수술에 비해 안전하거나 우수하다고 판단할 근거가 없으며, 유효성이 현실적인 이유로 과대 추정되고 있다는 의견도 있었다. 다른 의견으로는 로봇수술이 향후 나아가야 수술의 방향이기는 하나, 모든 적응증에 우수하지 않을 수 있는 만큼 학회 등에서 로봇수술이 우수할 수 있는 적응증 정비 등 지침을 만들어 나아가야 한다는 의견도 있었다. 각 토론자의 의견 및 질의응답 내용을 간단히 요약하면 다음 표와 같다.

표 72. 토론자 의견 정리

토론자(가나다순)	발표 의견
김신복 (바이오로보틱스사 이사)	임상적인 측면에서는 논의하지 않음. 가격 정책은 미국 본사의 정책을 따를 수 밖에 없음. 미국 본사에서 미래에 가격정책 변동을 검토할 가능성이 있음.
김양중 (한겨레신문사 의학전문기자)	발표결과를 들어봤을 때 로봇수술의 비교수술에 비해 뚜렷한 이점이 있다고 판단되지는 않음. 현실적인 측면(수술대기시간의 감소 등)에서 환자들이 로봇수술을 선택하기도 하는 것으로 알고 있어 환자들에게 제대로 된 정보를 알려줄 필요가 있다고 생각됨.
김영태 (서울대학교 의과대학 흉부외과)	심장쪽을 제외한 종격동종양 등의 수술에 있어서 유효성을 논의함. 이점이 있는 측면도 있는 만큼 로봇수술이 비교수술에 비해 유효한 적응증을 학회 등을 통해 정립해나가야 할 것임.
김형호 (서울대학교 의과대학 외과)	현재는 비교수술에 비해 큰 이점이 없고, 환자 부담의 비용적인 측면이 커서 로봇수술을 시행하지 않고 있음. 그러나 로봇수술이 향후 나아가야 할 수술의 방향인 만큼 로봇수술이 적합한 적응증을 만들어나가야 할 것임.
문혜성 (한양대학교 의과대학 산부인과)	특히 산부인과 영역에서는 로봇수술이 유용한 적응증이 있음. 미혼의 multiple myoma를 가지고 있으면서, 추후 임신을 해야하는 여성들에게는 훨씬 이득이 있으나 수술 비용 등이 현실화될 필요가 있다고 판단됨
양승철 (연세대학교 의과대학 비뇨기과)	로봇수술의 안전성과 유효성(재원기간, 암수술로의 적합성, 비용 등)에 대해 의문을 제기함. 특히 부분 신절제술, 생체 공여신적출술, 전립샘 전절제술, 방광 전 절제술 등에 있어서 한계가 있음. 현재로서는 타 수술 방법에 비해 로봇이 상대적으로 우수하다고 판단할 근거는 없으며, 경제학적 원리에 따라 술기의 우수성이 과대 설명되고 있음
정웅윤 (연세대학교 의과대학 외과)	로봇수술의 국내 도입이 2005년으로 임상결과가 이제 나오고 있기 때문에 현 시점에서 결론을 내리는 것은 무리가 있음. 국내에서 임상연구가 다양하게 진행되고 있으며, 특히 우리나라에서 선도하고 외과적 수술(갑상샘 등) 영역이 있고 향후 수술이 나아가야 할 방향이기 때문에 성급한 결론을 내리기에는 이르다고 생각됨

## 4. 고찰

---

우리나라는 로봇수술 기기 세계 5위 보유국이자 인구 백만 명당 보유대수는 세계 3위로 국내 2005년 식품의약품안전청의 승인 이후 국내 전체 시술건수는 약 13,700건으로 추정되고 있다(2010년 10월 기준). 국외 현황과는 달리 국내에서는 다양한 분야(특히 외과수술 등)에 로봇을 이용한 수술이 활발하게 적용되고 있는 만큼 이에 대한 포괄적인 안전성 및 유효성 분석이 필요하여 본 연구를 수행하게 되었다.

## 4.1. 로봇수술의 안전성 및 유효성 연구

본 연구는 로봇수술의 효과를 기존의 수술법과 비교한 국내외 모든 연구를 체계적으로 검색하고 그 결과를 바탕으로 현재까지의 근거를 정리했다는 데 의의가 있다.

검색 결과 비교중재법이 있는 모든 연구를 포함했음에도 불구하고 무작위배정 비교임상 시험은 거의 없는 것으로 나타났다(약 6.4%; 11편/171편). 수술이라는 중재법의 특성 때문에 무작위배정이 거의 불가능하기 때문이라고 볼 수도 있으나 무작위배정이 전혀 불가능하지 않고 또한 수술 특성을 반영할 방법론을 사용할 수도 있다고 볼 때 향후 진행되는 로봇수술 관련 임상연구에서 보완이 필요한 부분이라고 할 수 있다. 또한 비무작위배정 비교임상시험이라 하더라도 대부분이 후향적인 방법으로 분석하고 있었으며 전향적인 연구라 하더라도 프로토콜을 보고하고 있지 않아 선택적 보고에 대한 비돌림 위험을 평가할 수 없는 경우가 대부분이었다. 중요한 부정적 지표의 경우 (예. 사망) 보고 비돌림에 특히 취약하므로 안전성을 측면을 분석하기에는 많은 한계점이 있었다. 뿐만 아니라 환자 선택 기준이나 모집기준이 불명확한 경우도 많았고 주요 지표에 대한 보정을 하지 않은 채 비교 결과를 제시하고 있어 보고하고 있는 결과 자체에도 제한점이 많았다.

연구진은 모든 수술법에 정량적인 분석을 적용하고자 하였으나 관련 연구가 많지 않았고 연구가 있더라도 제시하고 있는 결과변수에 대한 정의가 상이하고 종류 또한 다양하여 정량적인 분석을 시행할 수 없는 경우가 대부분이었다. 이러한 경우 질적인 분석을 통해 각 연구의 결론과 연구 형태를 정리하여 개별 결론을 도출하고자 하였으나, 각 연구에서 보고하고 있는 결과변수가 다양하고, 저자마다 결론을 내리는 방식이 매우 달라 그 모든 차이를 반영하여 정리할 수 없었다.

정량적인 분석(메타분석)이 가능한 경우에는 통계적 분석을 통해 그 근거를 종합하고자 하였다. 하지만 합성 결과는 매우 이질적이어서 합성 결과에 대한 결론을 내릴 수 없었는데 이질성의 원인으로 예상되는 요인들을 고려한 하위그룹 분석이나 민감도 분석을 수행하였음에도 이질성을 해소하거나 이에 대한 원인을 규명할 수는 없었다. 이는 연구 설계 자체의 한계점으로 인한 비뮈럼 발생과 더불어 대상 환자수가 적다는 점, 포함된 환자 특성이 이질적이라는 점, 수술법의 표준화가 어렵다는 점 (예. 집도의의 숙련도 차이, 결과 변수에 대한 상이한 정의), 로봇 수술이 비교적 도입 초기라는 점 때문에 발생하는 학습곡선의 임계점 미도달 등의 다양한 요인이 영향을 미친 것으로 보인다. 하지만 이러한 요인들의 경우 연구 내에서 별도로 보고되고 있지 않아 통계적인 분석에는 포함할 수 없었다. 본 보고서에 수록된 숲그림(forest plot)의 경우 모두 연도 순서로 제시하였는데 최근 연구일수록 로봇 수술에 대한 효과 크기가 커지고 있는 경향을 확인할 수 있는 경우도 있었다. 이는 경험 축적에 의한 것일 수도 있으며 다빈치 기계 자체의 발전 때문일 수도 있겠으나 일반화할 수는 없으므로 해석에 주의가 필요한 부분이다.

각 연구에서 공통적으로 보고하고 있는 결과 변수의 경우, 대부분이 시술자 특성과 측정 방법 등에 크게 영향을 받는 수술시간, 출혈량, 재원기간 등의 단기 지표였으며 장기 생존율, 이환율, 재발율과 같이 실제적인 수술 유효성을 볼 수 있는 결과변수는 아니었다. 특히 암 환자의 경우 재발율과 같은 장기간의 중재결과를 보고해야 함에도 불구하고 추적관찰기간이 짧거나, 길더라도 이를 비교한 연구는 거의 없었다. 전립샘암의 경우 전립샘암 자체의 진행 속도가 매우 느리기 때문에 5~10년 이상의 장기 추적관찰이 필요하고 다빈치가 도입된 지 오래되지 않았다는 점 등이 고려되어야 하겠으나 그럼에도 불구하고 단기 생존율이나 단기 재발률조차 보고하고 있는 연구가 거의 없었던 점등은 향후 연구자가 개선해야 할 점으로 지적되었다. 안전성을 평가하는데 있어 중요한 사망률, 부작용과 같은 결과를 보고하고 있는 연구 역시 거의 없었으며 따라서 이에 대한 결론을 도출할 수가 없었다. 하지만 로봇 수술로 인해 발생 가능한 예상되는 부작용들이 존재하고 중례보고를 통해 보고되고 있는 만큼 안전성을 평가하기 위해서는 이에 대한 검토와 지속적인 모니터링이 필요하다고 할 수 있다.

갑상샘 절제술과 같이 국외와 달리 국내에서 특히 활발하게 시행되고 있는 외과 분야의 로봇수술 등 기타 다른 수술법의 경우 로봇이 도입되고 임상에 적용되기 시작한 지 오래되지 않아 임상결과가 누적되고 있는 상황이며, 현재 진행되고 있는 연구가 많고 동 연구 마무리 단계 시 발표된 결과가 일부 있어 실제적으로 유효성과 안전성을 평가하는 데에는 한



계점이 있었다. 보다 정확한 결론을 내리기 위해서는 추후 발표되는 연구결과를 주목할 필요가 있겠다.

## 4.2. 로봇수술에 대한 로봇수술 집도의 대상 인식 조사

본 설문조사는 국내 로봇수술 시술 유경험자를 대상으로 로봇수술 관련 인식 조사와 현황 파악을 시도한 첫 연구라는 점에 의의가 있다.

국내 다빈치 수술 분야의 경우 전립샘>신장>자궁>방광>갑상샘 순서로 많다고 보고되었으며, 국내외 연구를 포괄하는 체계적 문헌고찰에 포함된 연구 분석을 통해 밝혀진 수술 빈도(전립샘>자궁>위>신장>신우)와는 다른 경향을 보였다. 이에 대해 다양한 해석이 가능할 수 있겠으나 이는 국가별 질병의 발생률이나 응답자의 구성비가 보정되지 않은 결과이므로 해석에 주의가 필요하다.

다빈치 도입 배경의 경우 양질의 의료서비스를 제공하고자하는 목적이 가장 컸지만 병원 이미지를 제고한다든지 타 병원과의 경쟁을 위해 도입했다고 응답한 의사도 있어 임상적 유용성 이외의 원인으로도 다빈치를 도입함을 알 수 있었다.

다빈치 수술에 영향을 미치는 주요 결정인자로는 환자의 경제적 부담이 가장 크게 작용을 했다는 사실로 미루어 보아 다빈치 로봇 수술을 받는 환자와 받지 않는 환자 사이에 사회·경제적 위치의 불균형이 발생하고 있음을 짐작할 수 있다.

특히 병원 혹은 진료과의 정책 및 상황 때문에 다빈치 로봇 수술이 선택된다고 하는 답변도 있어 다빈치 도입 배경과 마찬가지로 임상적 유용성과 안전성 이외의 요인도 작용함을 알 수 있다.

수술 건수의 경우 전립샘>갑상샘>신장>심장>위장의 순서로 체계적 문헌고찰에 포함된 연구 분석을 통해 밝혀진 수술 빈도(전립샘>자궁>위>신장>신우)와는 다른 분포를 보임을 알 수 있었다. 수술 건수와 문헌의 수를 직접적으로 비교하기 어려운 면이 있으나 갑상샘 수술의 경우 국내에서 갑상샘 수술에 로봇 수술이 적용되기 시작한지 2-3년 밖에 되지 않다는 점을 고려할 때 로봇을 이용한 갑상샘 적출술 건수의 증가 속도가 매우 빠르게 증가하고 있음을 알 수 있다. 이는 최근 증가하고 있는 갑상샘 암의 발병률과도 관련이 있을 수 있으며, 우리나라에서 미용을 중시하는 경향과도 맞물린다고 예상할 수 있는 부분이다. 하지만 수술 건수에 대한 국내외 비교는 응답자 구성비라든지 질병의 빈도, 수술의 난이도, 수술 비용 등의 정보가 없었기 때문에 결과를 보정하지 못한 결과이므로 해석 시 주의

가 필요하다. 또한 본 체계적 문헌고찰에 포함된 연구는 개복 수술과 복강경 수술 등 비교군이 있는 경우로 제한하였고, 보고 비뚤림(reporting bias)이나 출판 비뚤림(publication bias)을 정확히 예측할 수 없기 때문에 결과 해석에 이 역시 고려하여야 할 것이다. 또한 본 설문조사에서 수집된 로봇 수술 건수는 약 4,500건으로 (응답율 약 40%) 응답율을 100%로 외삽하여 비례식을 세우면 총 수술 건수는 약 11,000건으로 예상되며(2010년 8월 기준) 이는 바이오로보틱스사에서 보고하고 있는 총 건수(약 13,700건, 2010년 10월 기준)와 비교적 유사한 것으로 생각된다.

응답자가 생각하는 학습곡선의 경우 세부 전공 간에는 편차가 존재하였으나 각 세부 전공별로는 비슷한 양상을 보였다. 단순 분율로 비교해 보았을 때 갑상샘 분야의 학습곡선이 가장 길었고, 산부인과 분야의 학습곡선이 가장 짧음을 알 수 있었다. 하지만 이러한 결과가 발생률이나 수술 건수 차이 때문인지 수술법의 난이도 때문인지 현재로서는 정확히 알 수가 없고, 동일한 전공 분야라고 하더라도 학습곡선은 적응증과 집도위의 경험에 따라 크게 영향을 받으므로 이 역시 단순 해석을 할 수 없는 부분이다. 이 항목은 설문에서 비교 가능한 대안인 개복수술이나 기존의 복강경 수술법의 학습곡선과 비교 조사가 필요했던 부분이라고 생각된다.

설문 조사에 따르면 국내 다빈치 로봇 수술을 하는 의사들은 대체로 로봇 수술이 미래지향적 의료이고 발전 가능성이 많은 분야라고 답하고 있었으며, 국내 다빈치 수술의 수준을 높이 평가하고 있었다. 그러나 다빈치 로봇 도입 속도나 수술 건수 증가 속도로 미루어 볼 때 다빈치 수술의 질 관리나 역량평가 등과 같은 전반적 관리 수준은 그에 미치지 못하는 것으로 판단된다.

설문에 참여한 의사들은 다빈치 로봇 기술 확산의 걸림돌로서 독점체계와 고비용 문제를 공통적으로 가장 큰 문제로 지적하고 있었으며, 그에 따라 로봇의 국산화가 가장 시급한 해결 과제라고 대답하였다. 하지만 이 외에도 임상적 유효성과 안전성이 검증되지 않은 신의료기술의 급격한 확산에 우려를 표하는 의사도 있었으며, 비용대비 효과가 떨어진다고 대답한 의사도 있었다.

본 설문 조사에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 설문 대상자 및 응답자의 수가 많지 않아 로봇 수술 전체 집도위의 의견을 충분히 반영하지 못할 가능성이 있다는 점이다. 이는 국내 로봇 수술 집도의 정확한 모집단을 알 수 없었다는 점과 더불어 설문 응답율이 40.2%로 높지 않았다는 두 가지 사실에 근거한다. 하지만 국내 다빈치 로봇 수술을 수행하는 총 24개 병원 중(2010년 8월 기준) 20개 병원의 의사가 응답(83.3%)하였기

때문에 일부 항목(예. 병원 질관리 시스템 조사)에서는 어느 정도 대표성을 확보하였다고 볼 수 있다. 또한 로봇 수술 집도의 모집단을 확인하기 위해 학회 협조 등의 접근 가능한 모든 방법을 통해 180여명의 명단을 확보하여 설문을 시행하였다는 점, 일반적인 웹 기반 조사에서 기대되는 응답률(약 20%)보다 월등히 높았다는 점, 1개월에 걸쳐 충분한 기간을 두고 설문을 진행하였다는 점, 설문에 응답하지 않은 집도의를 대상으로 3차례에 걸쳐 설문지를 재발송하여 설문 응답률을 높이하고자 하였다는 점 등을 볼 때 본 설문 조사의 결과가 현실을 어느 정도 반영하였다고 볼 수 있다.

둘째, 본 설문조사의 특성상 객관식 항목에서 선택을 하기 때문에 객관식 항목에 있지 않는 답변을 하지 않아 정확한 정보를 얻지 못한 가능성도 배제할 수 없다는 점이다. 하지만 로봇 수술 집도의를 대상으로 pilot test를 거친 후 설문지 개발을 확정했다는 점과 대부분의 문항에 복수 응답과 주관식으로도 응답할 수 있도록 설문 체계를 보완하여 그러한 가능성을 사전에 방지하고자 하였다는 점이 본 연구 결과의 신뢰도를 높인다고 할 수 있다.

셋째, 일부 항목의 경우 (예. 수술 건수 조사) 시술자 기억에 의존하여(recall bias) 정확도와 신뢰도가 떨어진다는 점이다. 실제로 로봇수술 시술 건수는 로봇 판매 대행업체가 보고한 자료를 참고할 수밖에 없었으며 이 또한 제한된 정보였다(표 7, 8 참조). 이러한 결과는 국내에서 급격하게 확산되고 있는 고가의 로봇수술에 대해 시술 건수와 같은 기초적인 정보조차 파악하지 못하고 있다는 사실을 반증한다. 그러므로 로봇 수술에 대한 질관리 이전에 기초 통계 관리와 같은 체계가 구축이 필요함을 알 수 있다.

넷째, 본 설문은 로봇 수술을 시행하지 않은 의사 및 로봇 수술을 받은 환자를 포함하지 않은, 로봇 수술 집도의만을 대상으로 한 조사이기 때문에 로봇 수술에 대해 편향된 결과가 나타났다는 점이다. 즉 로봇 수술의 안전성 또는 잠재적 위해의 가능성이 제시되기 보다는 유효성과 잠재적 편익이 강조될 가능성이 존재한다. 하지만 설문 조사 결과 로봇 수술 유경험 집도의 내부에서도 로봇 수술에 대해 상반된 의견이 존재한다는 것을 확인할 수 있었고, 현재 로봇 수술이 가진 제한점과 향후 개선 방향에 대해 비교적 공통된 시각을 가지고 있음을 확인 할 수 있었던 점은 본 조사의 큰 의의 중의 하나라고 할 수 있겠다.

상기의 여러 제한점에도 불구하고, 본 설문조사는 국내 로봇 수술 현황과 로봇 수술 집도의에 대한 인식을 처음으로 확인했다는 점에 의의가 있다고 할 수 있다.

### 4.3. 로봇수술에 대한 사회·문화적 관점에서의 평가

다빈치 로봇수술의 사회문화적 관점에서의 평가를 위해 260개의 관련 기사와 60개의 온라인 게시글을 검토하였다. 관련 기사 검토 결과, '의료 기관 및 시술홍보' 기사가 압도적으로 많았으며 그 다음으로 높은 빈도를 차지한 '다빈치 수술의 특정 적응증에 대한 효과성'도 시술홍보 차원에서 조금 더 상세하게 수술법과 기대 효과를 서술한 것이 대부분이었다. 이와 같이 다빈치 로봇수술의 효과성 및 안전성에 대한 양질의 개별 연구가 충분하지 않은 상태에서 다빈치 로봇수술에 대한 객관적인 정보로 오해될 수도 있는 특정 병원 및 집도의의 성과 홍보를 위한 홍보성 기사가 언론에서 다수 유통되고 있음이 확인되었고, 따라서 다빈치 로봇수술에 대한 과학적 근거와 현재 매체를 통해 유통되는 정보 사이에 간극이 존재하는 것으로 판단된다.

우리 사회가 다빈치 로봇수술 관련하여 필요로 하는 정보가 무엇인지 온라인 게시글을 통해 파악한 바에 의하면, 환자와 환자 가족은 주로 다빈치 수술이 무엇인지, 관심 분야의 명목과 시술 사례가 높은 병원은 어디이며, 수술 비용과 보험 적용 여부를 가장 궁금해 하였고, 이에 대한 정보는 의료 기관 및 시술 홍보 기사에서 상당 부분 제공하고 있었다. 그러나 환자들이 그 다음으로 궁금해 하는 기존 수술과 비교한 장단점에 대한 정보나 의료전문가들이 제기한 고가의 비용 대비 적응증 별 효과에 대해서는 한국 사회 내 유통되는 관련 정보가 매우 적어 필요한 정보와 제공되는 정보 간의 간극이 관찰되었으며 향후 활발한 정보 생산이 필요한 부분이다.

또한, 독점으로 인한 고비용 문제 해소를 위해서는 로봇 수술의 국산화가 매우 중요한 화두이나 이에 대해 직접적으로 기술하거나 최소한 언급한 기사는 4건에 불과하였으므로 관련 정부관계자, 학회 및 산업체에서는 현 개발 상황 및 향후 계획 등과 관련한 정보를 적극적으로 제공할 필요가 있다.

## 4.4. 경제적 관점에서의 로봇수술 평가

경제적 관점에서의 로봇수술 평가가 시행되기 위해서는 우선 로봇수술의 효과에 대한 평가가 선행되어야 하며, 비용현황을 명확히 알 수 있어야 한다. 하지만 현재 비교수술과 비교한 안전성과 효과성에 대한 근거가 불충분하고 비급여라는 국내 특성으로 인해 국내 비용 현황 파악 및 외국자료와의 비용 비교가 불가능한 상황이었다.

이로 인해 국내에서의 비용 추정을 위해 홈페이지 조사, 설문조사를 통해 각 기관 간 수술방법에 따른 수술비를 추정·비교해보고자 하였으나, 응답자간의 금액 변이가 매우 심하였고, 비급여이기 때문에 수술 시행병원의 직접적인 협조 없이는 수술비용을 추정할 수 없다는 한계가 있었다.

향후 연구에서는 상기에서 언급한 사항 및 로봇수술 수행 시 외과의, 보조의사, 간호사 등의 인력배치 및 수술방 회전을 변화에 따른 비용변화 등을 고려하여 현재 급여되고 있는 비교 수술과의 경제적 측면에서의 비교·분석뿐만 아니라, 재정영향(budget impact) 분석과 같은 국가적 부담 등에 대한 고찰도 필요할 것이라 생각된다.

## 4.5. 소결

본 연구결과에 의하면 체계적 문헌고찰에서는 출판된 연구의 제한점과 다양성으로 인해 개별 수술법에 대한 유효성 및 안전성에 대한 결론을 내릴 수 없는 경우가 대부분이다. 이와는 반대로 로봇 수술 집도의 대상 설문에서는 로봇수술의 우월성이 강조되었다. 이로 미루어보아 문헌을 기반으로 한 근거와 실제 집도자의 인식에는 상당한 간극이 있음을 알 수 있다. 마찬가지로 사회문화적 관점에서도 실제 이해당사자가 필요로 하는 정보와 제공되고 있는 정보 사이에도 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 경제적 관점에서의 평가를 위해 수반되어야 하는 임상연구가 부족함도 확인할 수 있었다.

본 결과를 토대로 보면 로봇 수술의 우월성을 주장하는 입장에서는 로봇수술의 장단점을 고려하여 어떤 분야에서 로봇수술이 이점을 보일 수 있는지 적용 가능 분야를 구체화하며 그에 상응하는 근거를 생산해야 할 의무가 있으며 지속적으로 관련 임상진료지침과 질관리 체계를 개발·확립해 나아가야 할 필요가 있다. 또한 병원간의 무분별한 도입경쟁은 지양하고 필요한 적응증에 한해 로봇수술을 적용하여야 하겠으며 의료기관 간에 공통되고 수준 높은 질관리 프로그램을 구축하여 로봇수술을 효과적이고 효율적으로 사용할 수 있도록 해야 하겠다.

## 5. 결론 및 정책제언

---

## 5.1. 결과 요약

### 5.1.1. 로봇수술 현황

국내외의 로봇수술 현황을 조사한 결과 한국은 로봇수술 기기 세계 5위 보유국이자 인구 백만 명당 보유대수는 세계 3위로 조사되었다. 국내 2005년 식품의약품안전청 승인 이후 2010년 10월 기준으로 국내 전체 시술건수는 약 13,700건으로 추정된다.

### 5.1.2. 로봇수술의 안전성·유효성 평가

체계적 문헌고찰을 수행하여 총 171편의 문헌을 선정하였다. 171편의 문헌에서 다루고 있는 중재수술은 매우 다양하여 19개 군으로 분류할 수 있었으며, 이 중 실제 정량적인 분석(메타분석)이 가능한 문헌은 3개 군에 지나지 않았다(전립샘, 신장절제술, 자궁절제술) 그 외 수술은 대상 환자군의 차이와 문헌수가 적어 질적인 분석만을 수행하였다. 그 외 수술은 대상 환자 수와 문헌 수가 적어 기술적인 분석만을 수행할 수 있었다.

가장 많은 연구가 이루어진 전립샘암 수술의 경우 로봇수술이 개복 수술 및 복강경 수술에 비해 입원기간은 짧았고 출혈량은 적었으며 개복 수술에 비해서는 수혈량도 낮았다. 하지만 연구 간 이질성이 커서 효과 크기에 대한 결론은 내릴 수 없었다. 또한 현재까지의 근거로는 장기 생존율, 재발률, 심각한 부작용 등과 같은 주요 지표에서 로봇수술이 기존 수술법에 비해 차이가 있다는 근거는 없었다.

전립샘암 이외의 질환에서 로봇수술의 임상적 유용성을 평가하기 위한 근거는 부족하였다. 자궁내막암 및 자궁경부암 환자를 대상으로 한 자궁절제술의 경우 로봇수술이 출혈량은 낮았으나 수술시간, 입원일수에는 차이가 있다는 근거가 없었다. 신장암 환자를 대상으로 한 신장절제술의 경우 복강경 수술과 비교한 관찰연구는 9편이었으며 이를 분석한 결과 수술시간, 입원일수, 수혈 요구도, 합병증 비율에서 로봇수술과 복강경 수술 간에 차이가 있다는 근거는 없었다. 그 외 질환에 적용되는 수술의 경우 개별 질환 당 기존 수술법과 비교한 문헌이 1~4편 정도로 적고 문헌 간 일관성이 낮아 효과 여부에 대해 판단을 내릴



수 없었다. 또한 1년 이상의 장기 추적 관찰을 한 연구는 거의 없었으며, 재발률, 사망률 등을 포함하여 각 수술 분야에서 기대되는 주요 지표를 보고한 문헌도 거의 없었다. 문헌으로 출판된 수술 분야와 국내 수술 현황을 비교한 결과, 외국에서는 로봇수술이 신장, 전립샘 등 비뇨기질환 수술에 주로 이용되고 있었던 반면 국내에서는 비뇨기과 영역을 비롯하여 근거리 축적량이 비교적 적은 위암, 대장암, 갑상샘암 수술 등 외과 분야 및 이비인후과, 흉부외과 등의 다른 영역에서도 널리 사용되고 있었다.

### 5.1.3. 로봇수술 집도의 대상 설문

2010년 8월 현재 로봇 수술 집도의 수는 약 180여명 정도로 파악되며 이들을 대상으로 한 설문조사에는 총 74명이 응답하였다(응답률 40.2%). 다빈치 수술 분야는 총 17개였으며 전립샘, 신장, 갑상샘 수술을 가장 많이 수행하고 있는 것으로 나타나 국외에서 주로 출판된 문헌의 근거의 양과 약간의 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 국내에서 로봇수술을 시행하고 있는 집도의는 우리나라의 로봇수술 수준을 우수하다고 판단하고 있었으며, 로봇수술 도입배경으로는 양질의 의료서비스 제공, 병원 이미지 제고 등을 가장 많이 고려한 것으로 조사되었다. 다빈치 수술 결정에 영향을 미치는 주요 결정인자로는 환자의 경제적 부담이 가장 컸으며, 로봇수술 확산의 걸림돌로 독점체제와 고비용 문제를 가장 큰 문제로 지적하고 있었다. 이러한 사실로 미루어보아 현재 국내에서는 로봇수술의 임상적 유용성 안전성 외에도 경제적인 측면이 매우 큰 고려 사항인 것으로 생각된다. 본 설문조사는 국내 로봇수술 시술자를 대상으로 로봇수술 관련 인식조사와 현황파악을 한 첫 연구라는 점에 의의가 있으나 여러 요인이 보정되지 않은 결과이므로 해석에 주의가 필요하다.

### 5.1.4. 사회·문화적 관점에서의 로봇수술

다빈치 로봇수술의 사회문화적 관점에서의 평가를 위해 260개의 관련 기사와 60개의 온라인 게시글을 검토하였다. 관련 기사 검토 결과, '의료 기관 및 시술홍보' 기사가 압도적으로 많았으며 그 다음으로 많은 빈도를 차지한 '다빈치 수술의 특정 적응증에 대한 효과성'도 시술홍보 차원에서 조금 더 상세하게 수술법과 기대 효과를 서술한 것이 대부분이었다.

이와 같이 다빈치 로봇수술의 효과성 및 안전성에 대한 양질의 개별 연구가 충분하지 않은 상태에서 다빈치 로봇수술에 대한 객관적인 정보로 오해될 수도 있는 특정 병원 및 집도의의 성과 홍보를 위한 홍보성 기사가 언론에서 다수 유통되고 있음이 확인되었고, 따라서 다빈치 로봇수술에 대한 과학적 근거와 현재 매체를 통해 유통되는 정보 사이에 간극이 존재하는 것으로 판단된다. 환자들이 궁금해 하고 있는 기존 수술과 비교한 장단점이나 비용대비 효과 등에 대해서는 관련 정보가 매우 적어 관련 정부관계자, 학회 및 산업체에서 현 개발 상황 및 향후 계획 등과 관련한 정보를 적극적으로 제공할 필요가 있다고 판단된다.

### 5.1.5. 경제적 관점에서의 로봇수술

국외문헌에서 살펴보았을 때 각종 수술법에서 로봇을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우의 비용의 차이를 산출하였을 때, 로봇을 사용하는 경우 2007년 기준으로 수술 건당 미화 약 1,600불(수술관련 비용의 6%)이 더 소요되는 것으로 나타났다. 로봇 기기 구입에 대한 상환금액까지 고려하였을 때는 수술관련 비용의 13%에 상당하는 금액인 미화 3,200불이 더 소요되는 것으로 나타났다. 국내에서의 로봇수술의 비용을 파악하기 위하여 각 병원 홈페이지 조사와 설문조사를 시행하였으나 부위별로 제공하지 않거나 범위로만 파악할 수 있어 금액의 범위만을 판단할 수 있었다.

설문조사 결과, 로봇수술의 수술비는 수술방법에 따라 일부 차이가 있긴 하지만 대략 500만원~1,200만원 사이로 추정되었으며 기존의 수술법과 비교할 경우 대략 2~6배 가량의 비용이 더 소요됨을 알 수 있었다. 특히, 암 수술의 경우 본인 부담율이 5%인 점을 고려한다면 환자에게 가해지는 비용부담은 기존 수술에 비해 훨씬 더 큰 편이었다.

## 5.2. 정책 제언

로봇수술은 기존의 수술과 비교할 때 고가이며 비급여이기 때문에 환자의 비용부담이 크다고 할 수 있다. 하지만 현재까지의 근거에 입각하여 분석하였을 때는 가격대비 치료효과가 현저히 크다고 주장할 수 있을만한 근거는 없는 상황이다. 국내 로봇 수술의 증가 속도로 미루어보아 근거가 충분히 축적되지 않은 상태로 로봇수술이 확산될 경우 환자에게 경제적 부담을 지울 수 있을 뿐만 아니라 건강상의 위해도 미칠 수 있다는 점을 반드시 고려하여야 한다. 그러므로 관련 의료진들은 수술대상 환자의 임상적 특성을 고려하여 객관적이고 중립적으로 수술법을 선택하여야 할 것이며, 환자에게 로봇 수술과 비교수술법 모두에 대한 정확한 정보를 알려주어 수술법 선택에 도움을 줄 수 있어야 할 것이다.

로봇수술이 국내에 올바르게 정착하기 위해서는 다빈치 수술이 단순히 새로운 의료기술이기 때문에 도입되어야 한다는 논리보다는, 현재의 비교수술에 비해 어떠한 장점과 단점을 갖고 있는지에 대한 명확한 평가를 통해 로봇수술에 대한 정확한 정보를 생성하고 제공할 필요가 있다. 따라서 표준화된 연구 설계를 갖춘 임상연구가 필요하며, 특히 국내에서 활발하게 시행되고 있으나 관련 연구가 적고 근거가 불확실한 분야의 경우 임상연구를 통한 근거생성이 시급하다. 또한 병원 간의 경쟁수단으로 삼기 보다는 필요한 의료기술이라고 판단되는 경우 권역별로 도입하거나, 도입단가 및 수술비의 상·하한선을 두어 무리한 경쟁을 피하도록 할 필요가 있다.

국내외에서 많은 수술이 시행되고 있고, 근거의 양이 많은 일부 수술의 경우(예. 전립샘) 어떠한 환자에게 로봇수술을 적용했을 때 이득이 있는지 또는 예상되는 위해가 있는지에 대한 지침을 수립해 나가야 할 것이며, 근거의 양이 많지 않고 새롭게 개발되고 있는 로봇수술의 경우 무분별하게 환자부담으로 수술을 도입하기 보다는 체계적으로 설계된 임상연구 계획 하에 수술을 수행함으로써 환자의 부담을 줄이고 근거를 축적해 나가야 한다. 특히 현재 유효성과 안전성을 제대로 판단할 수 있는 결과변수로 진행되는 연구가 많지 않은 만큼, 각 적응증별로 적합한 결과변수 설정을 통한 질 높은 임상연구가 진행되어야 한다. 또한, 해당 결과를 토대로 비교수술과의 비용 효과성 평가 등을 수행하여 보다 일반 국민이 보다 경제적이고 적합한 수술법을 선택할 수 있도록 근거를 마련해 주어야 할 것이다. 또한 교육 프로그램 및 의료기관 내 질 관리 프로그램 등과 같은 질 관리 체계의 수준 향상을 위한 노력이 동시에 이루어져야 하며 정해진 적응증별 특성에 맞게 지속적으로 다

빈치 시스템을 보완, 발전시켜야 로봇수술의 국내 도입이 의미 있을 것이다.

## 6. 참고문헌

## 6.1. 체계적 문헌고찰에 선정된 문헌

- Abraham JBA, Young JL, Box GN, Lee HJ, Deane LA, Ornstein DK. Comparative analysis of laparoscopic and robot-assisted radical cystectomy with ileal conduit urinary diversion. *Journal of Endourology*. 2007 Dec;21(12):1473-80.
- Advincula AP, Xu X, Goudeau St, Ransom SB. Robot-assisted laparoscopic myomectomy versus abdominal myomectomy: a comparison of short-term surgical outcomes and immediate costs. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. 2007 Nov-Dec;14(6):698-705.
- Ahlering TE, Woo D, Eichel L, Lee DI, Edwards R, Skarecky DW. Robot-assisted versus open radical prostatectomy: a comparison of one surgeon's outcomes. *Urology*. 2004 May;63(5):819-22.
- Ak K, Aybek T, Wimmer-Greinecker G, Ozaslan F, Bakhtiary F, Moritz A, et al. Evolution of surgical techniques for atrial septal defect repair in adults: a 10-year single-institution experience. *Journal of Thoracic & Cardiovascular Surgery*. 2007 Sep;134(3):757-64.
- Albassam AA, Mallick MS, Gado A, Shoukry M. Nissen fundoplication, robotic-assisted versus laparoscopic procedure: a comparative study in children. *European Journal of Pediatric Surgery*. 2009 Oct;19(5):316-9.
- Anderberg M, Kockum CC, Arnbjornsson E. Robotic fundoplication in children. *Pediatric Surgery International*. 2007 Feb;23(2):123-7.
- Aron M, Koenig P, Kaouk JH, Nguyen MM, Desai MM, Gill IS. Robotic and laparoscopic partial nephrectomy: a matched-pair comparison from a high-volume centre. *BJU International*. 2008 Jul;102(1):86-92.
- Ascher-Walsh CJ, Capes TL. Robot-assisted laparoscopic myomectomy is an improvement over laparotomy in women with a limited number of myomas. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. 2010 May-Jun;17(3):306-10.
- Baik SH, Ko YT, Kang CM, Lee WJ, Kim NK, Sohn SK, et al. Robotic tumor-specific mesorectal excision of rectal cancer: short term out-

- come of a pilot randomized trial. *Surgical Endoscopy*. 2008 Jul; 22(7):1601-8.
- Baik SH, Kwon HY, Kim JS, Hur H, Sohn SK, Cho CH, et al. Robotic versus laparoscopic low anterior resection of rectal cancer: short-term outcome of a prospective comparative study. *Annals of Surgical Oncology*. 2009 Jun;16(6):1480-7.
- Ball AJ, Gambill B, Fabrizio MD, Davis JW, Given RW, Lynch DF, et al. Prospective longitudinal comparative study of early health-related quality-of-life outcomes in patients undergoing surgical treatment for localized prostate cancer: a short-term evaluation of five approaches from a single institution. *Journal of Endourology*. 2006 Oct;20(10):723-31.
- Barocas DA, Salem S, Kordan Y, Herrell SD, Chang SS, Clark PE, et al. Robotic assisted laparoscopic prostatectomy versus radical retropubic prostatectomy for clinically localized prostate cancer: comparison of short-term biochemical recurrence-free survival. *Journal of Urology*. 2010 Mar;183(3):990-6.
- Bedient CE, Magrina JF, Noble BN, Kho RM. Comparison of robotic and laparoscopic myomectomy. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2009 Dec;201(6):566.e1-5.
- Bell MC, Torgerson J, Seshadri-Kreaden U, Suttle AW, Hunt S. Comparison of outcomes and cost for endometrial cancer staging via traditional laparotomy, standard laparoscopy and robotic techniques. *Gynecologic Oncology*. 2008 Dec;111(3):407-11.
- Beninca G, Garrone C, Rebecchi F, Giaccone C, Morino M. [Robot-assisted laparoscopic surgery. Preliminary results at our Center]. *Chirurgia Italiana*. 2003 May-Jun;55(3):321-31.
- Benway BM, Bhayani SB, Rogers CG, Dulabon LM, Patel MN, Lipkin M, et al. Robot assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy for renal tumors: a multi-institutional analysis of peri-operative outcomes. *Journal of Urology*. 2009 Sep;182(3):866-72.

- Bernie JE, Venkatesh R, Brown J, Gardner TA, Sundaram CP. Comparison of laparoscopic pyeloplasty with and without robotic assistance. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2005 Jul-Sep; 9(3):258-61.
- Bodner J, Kafka-Ritsch R, Lucciarini P, Fish JH, 3rd, Schmid T. A critical comparison of robotic versus conventional laparoscopic splenectomies. *World Journal of Surgery*. 2005 Aug;29(8):982-5; discussion 5-6.
- Boggess JF, Gehrig PA, Cantrell L, Shafer A, Ridgway M, Skinner EN, et al. A case-control study of robot-assisted type III radical hysterectomy with pelvic lymph node dissection compared with open radical hysterectomy. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2008 Oct;199(4):357.e1-7.
- Boggess JF, Gehrig PA, Cantrell L, Shafer A, Ridgway M, Skinner EN, et al. A comparative study of 3 surgical methods for hysterectomy with staging for endometrial cancer: robotic assistance, laparoscopy, laparotomy. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2008 Oct;199(4):360.e1-9.
- Bolenz C, Gupta A, Hotze T, Ho R, Cadeddu JA, Roehrborn CG, et al. Cost comparison of robotic, laparoscopic, and open radical prostatectomy for prostate cancer. *European Urology*. 2010 Mar;57(3):453-8.
- Boris RS, Kaul SA, Sarle RC, Stricker HJ. Radical prostatectomy: a single surgeon comparison of retropubic, perineal, and robotic approaches. *Canadian Journal of Urology*. 2007 Jun;14(3):3566-70.
- Breitenstein S, Nocito A, Puhan M, Held U, Weber M, Clavien P-A. Robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy: outcome and cost analyses of a case-matched control study. *Annals of Surgery*. 2008 Jun;247(6):987-93.
- Brunaud L, Bresler L, Ayav A, Tretou S, Cormier L, Klein M, et al. [Advantages of using robotic Da Vinci system for unilateral adrenalectomy: early results]. *Annales de Chirurgie*. 2003 Oct;128(8):530-5.
- Brunaud L, Bresler L, Ayav A, Zarnegar R, Raphoz A-L, Levan T, et al. Robotic-assisted adrenalectomy: what advantages compared to lateral



- transperitoneal laparoscopic adrenalectomy? American Journal of Surgery. 2008 Apr;195(4):433-8.
- Brunaud L, Bresler L, Zarnegar R, Ayav A, Cormier L, Tretou S, et al. Does robotic adrenalectomy improve patient quality of life when compared to laparoscopic adrenalectomy? World Journal of Surgery. 2004 Nov;28(11):1180-5.
- Bucerius J, Metz S, Walther T, Falk V, Doll N, Noack F, et al. Endoscopic internal thoracic artery dissection leads to significant reduction of pain after minimally invasive direct coronary artery bypass graft surgery. Annals of Thoracic Surgery. 2002 Apr;73(4):1180-4.
- Burgess SV, Atug F, Castle EP, Davis R, Thomas R. Cost analysis of radical retropubic, perineal, and robotic prostatectomy. J Endourol. 2006 Oct;20(10):827-30.
- Caballero Romeu JP, Palacios Ramos J, Pereira Arias JG, Gamarra Quintanilla M, Astobieta Odriozola A, Ibarluzea Gonzalez G. [Radical prostatectomy: evaluation of learning curve outcomes laparoscopic and robotic-assisted laparoscopic techniques with radical retropubic prostatectomy]. Actas Urologicas Espanolas. 2008 Nov-Dec;32(10):968-75.
- Cadiere GB, Himpens J, Vertruyen M, Bruyns J, Germay O, Leman G, et al. Evaluation of telesurgical (robotic) NISSEN fundoplication. Surgical Endoscopy. 2001 Sep;15(9):918-23.
- Cakar F, Werner P, Augustin F, Schmid T, Wolf-Magele A, Sieb M, et al. A comparison of outcomes after robotic open extended thymectomy for myasthenia gravis. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2007 Mar;31(3):501-4; discussion 4-5.
- Cantrell LA, Mendivil A, Gehrig PA, Boggess JF. Survival outcomes for women undergoing type III robotic radical hysterectomy for cervical cancer: a 3-year experience. Gynecologic Oncology. 2010 May;117(2):260-5.
- Cardenas-Goicoechea J, Adams S, Bhat SB, Randall TC. Surgical outcomes of robotic-assisted surgical staging for endometrial cancer are

- equivalent to traditional laparoscopic staging at a minimally invasive surgical center. *Gynecologic Oncology*. 2010 May;117(2):224-8.
- Carlsson S, Nilsson AE, Schumacher MC, Jonsson MN, Volz DS, Steineck G, et al. Surgery-related complications in 1253 robot-assisted and 485 open retropubic radical prostatectomies at the Karolinska University Hospital, Sweden. *Urology*. 2010 May;75(5):1092-7.
- Caruso RP, Phillips CK, Kau E, Taneja SS, Stifelman MD. Robot assisted laparoscopic partial nephrectomy: initial experience. *Journal of Urology*. 2006 Jul;176(1):36-9.
- Ceccarelli G, Patriti A, Biancafarina A, Spaziani A, Bartoli A, Bellochi R, et al. Intraoperative and postoperative outcome of robot-assisted and traditional laparoscopic Nissen fundoplication. *European Surgical Research*. 2009;43(2):198-203.
- Chan RC, Barocas DA, Chang SS, Herrell SD, Clark PE, Baumgartner R, et al. Effect of a large prostate gland on open and robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU International*. 2008 May ;101(9):1140-4.
- Chino J, Schroeck FR, Sun L, Lee WR, Albala DM, Moul JW, et al. Robot-assisted laparoscopic prostatectomy is not associated with early postoperative radiation therapy. *BJU International*. 2009 Nov;104(10):1496-500.
- Cho JW, Kim TH, Sung GT. Laparoscopic Radical Prostatectomy versus Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy: A Single Surgeon's Experience. *Korean J Urol*. 2009 Dec;50(12):1198-202.
- Copeland DR, Boneti C, Kokoska ER, Jackson RJ, Smith SD. Evaluation of initial experience and comparison of the da Vinci surgical system with established laparoscopic and open pediatric Nissen fundoplication surgery. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2008 Jul-Sep;12(3):238-40.
- D'Alonzo RC, Gan TJ, Moul JW, Albala DM, Polascik TJ, Robertson CN, et al. A retrospective comparison of anesthetic management of robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy versus radical retropubic prostatectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2009 Aug;21(5):322-8.

- D'Annibale A, Morpurgo E, Fiscon V, Trevisan P, Sovernigo G, Orsini C, et al. Robotic and laparoscopic surgery for treatment of colorectal diseases. *Diseases of the Colon & Rectum*. 2004 Dec;47(12):2162-8.
- de Hoog DENM, Heemskerk J, Nieman FHM, van Gemert WG, Baeten CGMI, Bouvy ND. Recurrence and functional results after open versus conventional laparoscopic versus robot-assisted laparoscopic rectopexy for rectal prolapse: a case-control study. *International Journal of Colorectal Disease*. 2009 Oct;24(10):1201-6.
- Dean NR, Rosenthal EL, Carroll WR, Kostrzewa JP, Jones VL, Desmond RA, et al. Robotic-assisted surgery for primary or recurrent oropharyngeal carcinoma. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*. 2010 Apr;136(4):380-4.
- Deane LA, Lee HJ, Box GN, Melamud O, Yee DS, Abraham JBA, et al. Robotic versus standard laparoscopic partial/wedge nephrectomy: a comparison of intraoperative and perioperative results from a single institution. *Journal of Endourology*. 2008 May;22(5):947-52.
- Delaney CP, Lynch AC, Senagore AJ, Fazio VW. Comparison of robotically performed and traditional laparoscopic colorectal surgery. *Diseases of the Colon & Rectum*. 2003 Dec;46(12):1633-9.
- DeNardis SA, Holloway RW, Bigsby GEt, Pikaart DP, Ahmad S, Finkler NJ. Robotically assisted laparoscopic hysterectomy versus total abdominal hysterectomy and lymphadenectomy for endometrial cancer. *Gynecologic Oncology*. 2008 Dec;111(3):412-7.
- deSouza AL, Prasad LM, Park JJ, Marecik SJ, Blumetti J, Abcarian H. Robotic assistance in right hemicolectomy: is there a role? *Diseases of the Colon & Rectum*. 2010 Jul;53(7):1000-6.
- Dharia Patel SP, Steinkampf MP, Whitten SJ, Malizia BA. Robotic tubal anastomosis: surgical technique and cost effectiveness. *Fertility & Sterility*. 2008 Oct;90(4):1175-9.
- Draaisma WA, Ruurda JP, Scheffer RCH, Simmermacher RKJ, Gooszen HG, Rijnhart-de Jong HG, et al. Randomized clinical trial of standard laparoscopic versus robot-assisted laparoscopic Nissen fundoplication

- for gastro-oesophageal reflux disease. *British Journal of Surgery*. 2006 Nov;93(11):1351-9.
- Drouin SJ, Vaessen C, Hupertan V, Comperat E, Misrai V, Haertig A, et al. Comparison of mid-term carcinologic control obtained after open, laparoscopic, and robot-assisted radical prostatectomy for localized prostate cancer. *World Journal of Urology*. 2009 Oct;27(5):599-605.
- Durand X, Vaessen C, Bitker MO, Richard F. [Retropubic, laparoscopic and robot-assisted total prostatectomies: comparison of postoperative course and histological and functional results based on a series of 86 prostatectomies]. *Progres en Urologie*. 2008 Jan;18(1):60-7.
- Dutta S, Woo R, Albanese CT. Minimal access portoenterostomy: advantages and disadvantages of standard laparoscopic and robotic techniques. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques Part A*. 2007 Apr;17(2):258-64.
- Estape R, Lambrou N, Diaz R, Estape E, Dunkin N, Rivera A. A case matched analysis of robotic radical hysterectomy with lymphadenectomy compared with laparoscopy and laparotomy. *Gynecologic Oncology*. 2009 Jun;113(3):357-61.
- Fader AN, Escobar PF. Laparoendoscopic single-site surgery (LESS) in gynecologic oncology: technique and initial report. *Gynecologic Oncology*. 2009 Aug;114(2):157-61.
- Farnham SB, Webster TM, Herrell SD, Smith JA, Jr. Intraoperative blood loss and transfusion requirements for robotic-assisted radical prostatectomy versus radical retropubic prostatectomy. *Urology*. 2006 Feb;67(2):360-3.
- Ficarra V, Novara G, Fracalanza S, D'Elia C, Secco S, Iafrate M, et al. A prospective, non-randomized trial comparing robot-assisted laparoscopic and retropubic radical prostatectomy in one European institution. *BJU International*. 2009 Aug;104(4):534-9.
- Folliguet T, Vanhuysse F, Constantino X, Realli M, Laborde F. Mitral valve repair robotic versus sternotomy. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2006 Mar;29(3):362-6.

- Fracalanza S, Ficarra V, Cavalleri S, Galfano A, Novara G, Mangano A, et al. Is robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy less invasive than retropubic radical prostatectomy? Results from a prospective, unrandomized, comparative study. *BJU Int.* 2008 May ;101(9):1145-9.
- Franco I, Dyer LL, Zelkovic P. Laparoscopic pyeloplasty in the pediatric patient: hand sewn anastomosis versus robotic assisted anastomosis--is there a difference? *Journal of Urology.* 2007 Oct;178(4 Pt 1):1483-6.
- Gainsburg DM, Wax D, Reich DL, Carlucci JR, Samadi DB. Intraoperative management of robotic-assisted versus open radical prostatectomy. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons.* 2010 Jan-Mar ;14(1):1-5.
- Galich A, Sterrett S, Nazemi T, Pohlman G, Smith L, Balaji KC. Comparative analysis of early perioperative outcomes following radical cystectomy by either the robotic or open method. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons.* 2006 Apr-Jun;10(2):145-50.
- Gehrig PA, Cantrell LA, Shafer A, Abaid LN, Mendivil A, Boggess JF. What is the optimal minimally invasive surgical procedure for endometrial cancer staging in the obese and morbidly obese woman? *Gynecologic Oncology.* 2008 Oct;111(1):41-5.
- Geisler JP, Orr CJ, Khurshid N, Phibbs G, Manahan KJ. Robotically assisted laparoscopic radical hysterectomy compared with open radical hysterectomy. *International Journal of Gynecological Cancer.* 2010 April;20 (3):438-42.
- Geller EJ, Siddiqui NY, Wu JM, Visco AG. Short-term outcomes of robotic sacrocolpopexy compared with abdominal sacrocolpopexy. *Obstetrics & Gynecology.* 2008 Dec;112(6):1201-6.
- Gettman MT, Peschel R, Neururer R, Bartsch G. A comparison of laparoscopic pyeloplasty performed with the daVinci robotic system versus standard laparoscopic techniques: initial clinical results. *European Urology.* 2002 Nov;42(5):453-7; discussion 7-8.

- Gosseine PN, Mangin P, Leclers F, Cormier L. [Pure laparoscopic versus robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy: comparative study to assess functional urinary outcomes]. *Progres en Urologie*. 2009 Oct;19(9):611-7.
- Guru KA, Wilding GE, Piacente P, Thompson J, Deng W, Kim HL, et al. Robot-assisted radical cystectomy versus open radical cystectomy: assessment of postoperative pain. *Canadian Journal of Urology*. 2007 Dec;14(6):3753-6.
- Hakimi AA, Blitstein J, Feder M, Shapiro E, Ghavamian R. Direct comparison of surgical and functional outcomes of robotic-assisted versus pure laparoscopic radical prostatectomy: single-surgeon experience. *Urology*. 2009 Jan;73(1):119-23.
- Ham WS, Park SY, Rha KH, Choi YD. Comparison of Open versus Robotic Radical Prostatectomy in Clinically Advanced Prostate Cancer. *Korean J Urol*. 2008 Oct;49(10):886-92.
- Hartmann J, Menenakos C, Ordemann J, Nocon M, Raue W, Braumann C. Long-term results of quality of life after standard laparoscopic vs. robot-assisted laparoscopic funduplications for gastro-oesophageal reflux disease. A comparative clinical trial. *The International Journal Of Medical Robotics + Computer Assisted Surgery: MRCAS*. 2009 Mar ;5(1):32-7.
- Heemskerk J, de Hoog DENM, van Gemert WG, Baeten CGMI, Greve JWM, Bouvy ND. Robot-assisted vs. conventional laparoscopic rectopexy for rectal prolapse: a comparative study on costs and time. *Diseases of the Colon & Rectum*. 2007 Nov;50(11):1825-30.
- Heemskerk J, van Dam R, van Gemert WG, Beets GL, Greve JWM, Jacobs MJHM, et al. First results after introduction of the four-armed da Vinci Surgical System in fully robotic laparoscopic cholecystectomy. *Digestive Surgery*. 2005;22(6):426-31.
- Heemskerk J, van Gemert WG, Greve JWM, Bouvy ND. Robot-assisted versus conventional laparoscopic Nissen fundoplication: a comparative retrospective study on costs and time consumption. *Surgical*

- Laparoscopy, Endoscopy & Percutaneous Techniques. 2007 Feb;17(1):1-4.
- Hemal AK, Kumar A. A prospective comparison of laparoscopic and robotic radical nephrectomy for T1-2N0M0 renal cell carcinoma. World Journal of Urology. 2009 Feb;27(1):89-94.
- Hidalgo-Tamola J, Sorensen MD, Bice JB, Lendvay TS. Pediatric robot-assisted laparoscopic varicocelectomy. Journal of Endourology. 2009 Aug;23(8):1297-300.
- Hoekstra AV, Jairam-Thodla A, Rademaker A, Singh DK, Buttin BM, Lurain JR, et al. The impact of robotics on practice management of endometrial cancer: transitioning from traditional surgery. The International Journal Of Medical Robotics + Computer Assisted Surgery: MRCAS. 2009 Dec;5(4):392-7.
- Hohwu L, Akre O, Pedersen KV, Jonsson M, Nielsen CV, Gustafsson O. Open retropubic prostatectomy versus robot-assisted laparoscopic prostatectomy: a comparison of length of sick leave. Scandinavian Journal of Urology & Nephrology. 2009;43(4):259-64.
- Horgan S, Galvani C, Gorodner MV, Omelanczuck P, Elli F, Moser F, et al. Robotic-assisted Heller myotomy versus laparoscopic Heller myotomy for the treatment of esophageal achalasia: multicenter study. Journal of Gastrointestinal Surgery. 2005 Nov;9(8):1020-9; discussion 9-30.
- Hu JC, Nelson RA, Wilson TG, Kawachi MH, Ramin SA, Lau C, et al. Perioperative complications of laparoscopic and robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy. Journal of Urology. 2006 Feb;175(2):541-6; discussion 6.
- Hubens G, Balliu L, Ruppert M, Gypen B, Van Tu T, Vaneerdeweg W. Roux-en-Y gastric bypass procedure performed with the da Vinci robot system: is it worth it? Surgical Endoscopy. 2008 Jul;22(7):1690-6.
- Huffmanm LC, Pandalai PK, Boulton BJ, James L, Starnes SL, Reed MF, et al. Robotic Heller myotomy: a safe operation with higher post-

- operative quality-of-life indices. *Surgery*. 2007 Oct;142(4):613-8; discussion 8-20.
- Jayaraman S, Davies W, Schlachta CM. Getting started with robotics in general surgery with cholecystectomy: the Canadian experience. *Canadian Journal of Surgery*. 2009 Oct;52(5):374-8.
- Jeong W, Park SY, Lorenzo EIS, Oh CK, Han WK, Rha KH. Laparoscopic partial nephrectomy versus robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy. *Journal of Endourology*. 2009 Sep;23(9):1457-60.
- Joseph JV, Vicente I, Madeb R, Erturk E, Patel HRH. Robot-assisted vs pure laparoscopic radical prostatectomy: are there any differences? *BJU International*. 2005 Jul;96(1):39-42.
- Jung YW, Lee DW, Kim SW, Nam EJ, Kim JH, Kim JW, et al. Robot-assisted staging using three robotic arms for endometrial cancer: comparison to laparoscopy and laparotomy at a single institution. *Journal of Surgical Oncology*. 2010 Feb 1;101(2):116-21.
- Kang S, Jeong J, Yun J, Sung T, Lee S, Lee Y, et al. Robot-assisted endoscopic surgery for thyroid cancer: experience with the first 100 patients. *Surgical Endoscopy*. 2009;23(11):2399-406.
- Kim MC, Heo GU, Jung GJ. Robotic gastrectomy for gastric cancer: Surgical techniques and clinical merits. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2010 March;24 (3):610-5.
- Ko EM, Muto MG, Berkowitz RS, Feltmate CM. Robotic versus open radical hysterectomy: a comparative study at a single institution. *Gynecologic Oncology*. 2008 Dec;111(3):425-30.
- Krambeck AE, DiMarco DS, Rangel LJ, Bergstralh EJ, Myers RP, Blute ML, et al. Radical prostatectomy for prostatic adenocarcinoma: a matched comparison of open retropubic and robot-assisted techniques. *BJU International*. 2009 Feb;103(4):448-53.
- Kural AR, Atug F, Tufek I, Akpınar H. Robot-assisted partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy: comparison of outcomes. *Journal of Endourology*. 2009 Sep;23(9):1491-7.
- Lambdaudie E, Narducci F, Bannier M, Jauffret C, Pouget N, Leblanc E, et



- al. Role of robot-assisted laparoscopy in adjuvant surgery for locally advanced cervical cancer. *European Journal of Surgical Oncology*. 2010 Apr;36(4):409-13.
- Lang B, Chow M. A comparison of surgical outcomes between endoscopic and robotically assisted thyroidectomy: the authors' initial experience. *Surgical Endoscopy*. 2010:1-7.
- Laurila TAJ, Huang W, Jarrard DF. Robotic-assisted laparoscopic and radical retropubic prostatectomy generate similar positive margin rates in low and intermediate risk patients. *Urologic Oncology*. 2009 Sep-Oct ;27(5):529-33.
- Lee HW, Lee HM, Seo SI. Comparison of Initial Surgical Outcomes between Laparoscopic Radical Prostatectomy and Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy Performed by a Single Surgeon. *Korean J Urol*. 2009 May;50(5):468-74.
- Lee J, Nah K, Kim R, Ahn Y, Soh E, Chung W. Differences in post-operative outcomes, function, and cosmesis: open versus robotic thyroidectomy. *Surgical Endoscopy*. 2010;24(12):3186-94.
- Lee RS, Retik AB, Borer JG, Peters CA. Pediatric robot assisted laparoscopic dismembered pyeloplasty: comparison with a cohort of open surgery. *Journal of Urology*. 2006 Feb;175(2):683-7; discussion 7.
- Lehnert M, Richter B, Beyer PA, Heller K. A prospective study comparing operative time in conventional laparoscopic and robotically assisted Thal semifundoplication in children. *Journal of Pediatric Surgery*. 2006 Aug;41(8):1392-6.
- Link RE, Bhayani SB, Kavoussi LR. A prospective comparison of robotic and laparoscopic pyeloplasty. *Annals of Surgery*. 2006 Apr;243(4):486-91.
- Lo KL, Ng CF, Lam CNY, Hou SSM, To KF, Yip SKH. Short-term outcome of patients with robot-assisted versus open radical prostatectomy: for localised carcinoma of prostate. *Hong Kong Medical Journal*. 2010 Feb;16(1):31-5.
- Loeb S, Epstein JI, Ross AE, Schultz L, Humphreys EB, Jarow JP. Benign

- prostate glands at the bladder neck margin in robotic vs open radical prostatectomy. *BJU International*. 2010 May;105(10):1446-9.
- Maggioni A, Minig L, Zanagnolo V, Peiretti M, Sanguineti F, Bocciolone L, et al. Robotic approach for cervical cancer: comparison with laparotomy: a case control study. *Gynecologic Oncology*. 2009 Oct;115(1):60-4.
- Magrina JF, Espada M, Munoz R, Noble BN, Kho RMC. Robotic adnexectomy compared with laparoscopy for adnexal mass. *Obstetrics & Gynecology*. 2009 Sep;114(3):581-4.
- Magrina JF, Kho RM, Weaver AL, Montero RP, Magtibay PM. Robotic radical hysterectomy: comparison with laparoscopy and laparotomy. *Gynecologic Oncology*. 2008 Apr;109(1):86-91.
- Malcolm JB, Fabrizio MD, Barone BB, Given RW, Lance RS, Lynch DF, et al. Quality of life after open or robotic prostatectomy, cryoablation or brachytherapy for localized prostate cancer. *Journal of Urology*. 2010 May;183(5):1822-8.
- Melvin WS, Needleman BJ, Krause KR, Schneider C, Ellison EC. Computer-enhanced vs. standard laparoscopic antireflux surgery. *Journal of Gastrointestinal Surgery*. 2002 Jan-Feb;6(1):11-5; discussion 5-6.
- Menon M, Shrivastava A, Tewari A, Sarle R, Hemal A, Peabody JO, et al. Laparoscopic and robot assisted radical prostatectomy: establishment of a structured program and preliminary analysis of outcomes. *Journal of Urology*. 2002 Sep;168(3):945-9.
- Menon M, Shrivastava A, Tewari A. Laparoscopic radical prostatectomy: conventional and robotic. *Urology*. 2005 Nov;66(5 Suppl):101-4.
- Menon M, Tewari A, Baize B, Guillonneau B, Vallancien G. Prospective comparison of radical retropubic prostatectomy and robot-assisted anatomic prostatectomy: the Vattikuti Urology Institute experience. *Urology*. 2002 Nov;60(5):864-8.
- Miller J, Smith A, Kouba E, Wallen E, Pruthi RS. Prospective evaluation of short-term impact and recovery of health related quality of life in

- men undergoing robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy versus open radical prostatectomy. *Journal of Urology*. 2007 Sep;178(3 Pt 1):854-8; discussion 9.
- Morgan JA, Peacock JC, Kohmoto T, Garrido MJ, Schanzer BM, Kherani AR, et al. Robotic techniques improve quality of life in patients undergoing atrial septal defect repair. *Annals of Thoracic Surgery*. 2004 Apr;77(4):1328-33.
- Morino M, Beninca G, Giraudo G, Del Genio GM, Rebecchi F, Garrone C. Robot-assisted vs laparoscopic adrenalectomy: a prospective randomized controlled trial. *Surgical Endoscopy*. 2004 Dec;18(12):1742-6.
- Morino M, Pellegrino L, Giaccone C, Garrone C, Rebecchi F. Randomized clinical trial of robot-assisted versus laparoscopic Nissen fundoplication. *British Journal of Surgery*. 2006 May;93(5):553-8.
- Muhlmann G, Klaus A, Kirchmayr W, Wykypiel H, Unger A, Holler E, et al. DaVinci robotic-assisted laparoscopic bariatric surgery: is it justified in a routine setting? *Obesity Surgery*. 2003 Dec;13(6):848-54.
- Muller-Stich BP, Reiter MA, Wente MN, Bintintan VV, Koninger J, Buchler MW, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic fundoplication: short-term outcome of a pilot randomized controlled trial. *Surgical Endoscopy*. 2007 Oct;21(10):1800-5.
- Nakadi IE, Melot C, Closset J, DeMoor V, Betroune K, Feron P, et al. Evaluation of da Vinci Nissen fundoplication clinical results and cost minimization. *World Journal of Surgery*. 2006 Jun;30(6):1050-4.
- Nazemi T, Galich A, Sterrett S, Klingler D, Smith L, Balaji KC. Radical nephrectomy performed by open, laparoscopy with or without hand-assistance or robotic methods by the same surgeon produces comparable perioperative results. *International Braz J Urol*. 2006 Jan-Feb;32(1):15-22.
- Nelson B, Kaufman M, Broughton G, Cookson MS, Chang SS, Herrell SD, et al. Comparison of Length of Hospital Stay Between Radical Retropubic Prostatectomy and Robotic Assisted Laparoscopic Prostatectomy. *Journal of Urology*. 2007 Mar;177 (3):929-31.

- Nezhat C, Lavie O, Hsu S, Watson J, Barnett O, Lemyre M. Robotic-assisted laparoscopic myomectomy compared with standard laparoscopic myomectomy-a retrospective matched control study. *Fertility and Sterility*. 2009 February;91 (2):556-9.
- Nezhat C, Lavie O, Lemyre M, Gerner O, Bhagan L, Nezhat C. Laparoscopic hysterectomy with and without a robot: Stanford experience. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2009 Apr-Jun;13(2):125-8.
- Nezhat FR, Datta MS, Liu C, Chuang L, Zakashansky K. Robotic radical hysterectomy versus total laparoscopic radical hysterectomy with pelvic lymphadenectomy for treatment of early cervical cancer. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2008 Jul-Sep;12(3):227-37.
- Ng CK, Kauffman EC, Lee M-M, Otto BJ, Portnoff A, Ehrlich JR, et al. A comparison of postoperative complications in open versus robotic cystectomy. *European Urology*. 2010 Feb;57(2):274-81.
- Nix J, Smith A, Kurpad R, Nielsen ME, Wallen EM, Pruthi RS. Prospective randomized controlled trial of robotic versus open radical cystectomy for bladder cancer: perioperative and pathologic results. *European urology* [serial on the Internet]. 2010; (2): Available from: <http://www.mrw.interscience.wiley.com/cochrane/clcentral/articles/900/CN-00743900/frame.html>.
- Ou Y-C, Yang C-R, Wang J, Cheng C-L, Patel VR. Comparison of robotic-assisted versus retropubic radical prostatectomy performed by a single surgeon. *Anticancer Research*. 2009 May;29(5):1637-42.
- Passerotti C, Cendron M, Gargollo P, Diamond DA, Borer JG, Cilento B, et al. Minimally invasive surgical approaches to retrovesical structures. *The International Journal Of Medical Robotics + Computer Assisted Surgery: MRCAS*. 2007 Dec;3(4):307-11.
- Patriti A, Ceccarelli G, Bartoli A, Spaziani A, Biancafarina A, Casciola L. Short- and medium-term outcome of robot-assisted and traditional laparoscopic rectal resection. *Journal of the Society of Laparo-endo-*

- scopic Surgeons. 2009 Apr-Jun;13(2):176-83.
- Payne TN, Dauterive FR. A comparison of total laparoscopic hysterectomy to robotically assisted hysterectomy: surgical outcomes in a community practice. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. 2008 May-Jun;15(3):286-91.
- Ploussard G, Xylinas E, Paul A, Gillion N, Salomon L, Allory Y, et al. Is robot assistance affecting operating room time compared with pure retroperitoneal laparoscopic radical prostatectomy? *J Endourol*. 2009 ;23(6):939-43.
- Polcari AJ, Huguenin CM, Sivarajan G, Woods ME, Paner GP, Flanigan RC, et al. Comparison of open and robot-assisted pelvic lymphadenectomy for prostate cancer. *Journal of Endourology*. 2009 Aug;23(8):1313-7.
- Poston RS, Tran R, Collins M, Reynolds M, Connerney I, Reicher B, et al. Comparison of economic and patient outcomes with minimally invasive versus traditional off-pump coronary artery bypass grafting techniques. *Annals of Surgery*. 2008 Oct;248(4):638-46.
- Pruthi RS, Wallen EM. Robotic assisted laparoscopic radical cystoprostatectomy: operative and pathological outcomes. *Journal of Urology*. 2007 Sep;178(3 Pt 1):814-8.
- Rawlings AL, Woodland JH, Vegunta RK, Crawford DL. Robotic versus laparoscopic colectomy. *Surgical Endoscopy*. 2007 Oct;21(10):1701-8.
- Renoult E, Hubert J, Ladriere M, Billaut N, Mourey E, Feuillu B, et al. Robot-assisted laparoscopic and open live-donor nephrectomy: a comparison of donor morbidity and early renal allograft outcomes. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2006 Feb;21(2):472-7.
- Rhee JJ, Lebeau S, Smolkin M, Theodorescu D. Radical cystectomy with ileal conduit diversion: early prospective evaluation of the impact of robotic assistance. *BJU International*. 2006 Nov;98(5):1059-63.
- Rocco B, Matei DV, Melegari S, Ospina JC, Mazzoleni F, Errico G, et al. Robotic vs open prostatectomy in a laparoscopically naive centre: A matched-pair analysis. *BJU International*. 2009 October;104(7):991-5.

- Rodgers AK, Goldberg JM, Hammel JP, Falcone T. Tubal anastomosis by robotic compared with outpatient minilaparotomy. *Obstetrics & Gynecology*. 2007 Jun;109(6):1375-80.
- Rozet F, Jaffe J, Braud G, Harmon J, Cathelineau X, Barret E, et al. A direct comparison of robotic assisted versus pure laparoscopic radical prostatectomy: a single institution experience. *Journal of Urology*. 2007 Aug;178(2):478-82.
- Ruurda JP, Visser PL, Broeders IAMJ. Analysis of procedure time in robot-assisted surgery: comparative study in laparoscopic cholecystectomy. *Computer Aided Surgery*. 2003;8(1):24-9.
- Sanchez BR, Mohr CJ, Morton JM, Safadi BY, Alami RS, Curet MJ. Comparison of totally robotic laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and traditional laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass. *Surgery for Obesity & Related Diseases*. 2005 Nov-Dec;1(6):549-54.
- Sarlos D, Kots L, Stevanovic N, Schaer G. Robotic hysterectomy versus conventional laparoscopic hysterectomy: outcome and cost analyses of a matched case-control study. *European Journal of Obstetrics, Gynecology, & Reproductive Biology*. 2010 May;150(1):92-6.
- Schroek FR, Sun L, Freedland SJ, Albala DM, Mouraviev V, Polascik TJ, et al. Comparison of prostate-specific antigen recurrence-free survival in a contemporary cohort of patients undergoing either radical retro-pubic or robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU International*. 2008 Jul;102(1):28-32.
- Seamon LG, Bryant SA, Rheaume PS, Kimball KJ, Huh WK, Fowler JM, et al. Comprehensive surgical staging for endometrial cancer in obese patients: comparing robotics and laparotomy. *Obstetrics & Gynecology*. 2009 Jul;114(1):16-21.
- Seamon LG, Cohn DE, Henretta MS, Kim KH, Carlson MJ, Phillips GS, et al. Minimally invasive comprehensive surgical staging for endometrial cancer: Robotics or laparoscopy? *Gynecologic Oncology*. 2009 Apr ;113(1):36-41.

- Sert B, Abeler V. Robotic radical hysterectomy in early-stage cervical carcinoma patients, comparing results with total laparoscopic radical hysterectomy cases. The future is now? *Int J Med Robot.* 2007 Sep;3(3):224-8.
- Shashoua AR, Gill D, Locher SR. Robotic-assisted total laparoscopic hysterectomy versus conventional total laparoscopic hysterectomy. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons.* 2009 Jul-Sep ;13(3):364-9.
- Smith JA, Chan RC, Chang SS, Herrell SD, Clark PE, Baumgartner R, et al. A comparison of the incidence and location of positive surgical margins in robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy and open retropubic radical prostatectomy. *J Urol.* 2007 Dec;178(6):2385-9.
- Snyder BE, Wilson T, Leong BY, Klein C, Wilson EB. Robotic-assisted Roux-en-Y Gastric bypass: minimizing morbidity and mortality. *Obesity Surgery.* 2010 Mar;20(3):265-70.
- Song J, Kang WH, Oh SJ, Hyung WJ, Choi SH, Noh SH. Role of robotic gastrectomy using da Vinci system compared with laparoscopic gastrectomy: initial experience of 20 consecutive cases. *Surgical Endoscopy.* 2009 Jun;23(6):1204-11.
- Srinualnad S. Early experience of robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Journal of the Medical Association of Thailand.* 2008 Mar;91(3):377-82.
- Sterrett S, Mammen T, Nazemi T, Galich A, Peters G, Smith L, et al. Major urological oncological surgeries can be performed using minimally invasive robotic or laparoscopic methods with similar early perioperative outcomes compared to conventional open methods. *World Journal of Urology.* 2007 Apr;25(2):193-8.
- Stifelman MD, Shah O, Mufarrij P, Lipkin M. Minimally invasive management of retroperitoneal fibrosis. *Urology.* 2008 Feb;71(2):201-4.
- Tae K, Ji Y, Jeong J, Lee S, Jeong M, Park C. Robotic thyroidectomy by a gasless unilateral axillo-breast or axillary approach: our early experiences. *Surgical Endoscopy.* 2011;25(2):221-8.

- Tewari A, Srivasatava A, Menon M, Members of the VIPT. A prospective comparison of radical retropubic and robot-assisted prostatectomy: experience in one institution. *BJU International*. 2003 Aug;92(3):205-10.
- Trabulsi EJ, Linden RA, Gomella LG, McGinnis DE, Strup SE, Lallas CD. The addition of robotic surgery to an established laparoscopic radical prostatectomy program: effect on positive surgical margins. *Canadian Journal of Urology*. 2008 Apr;15(2):3994-9.
- Trabulsi EJ, Zola JC, Gomella LG, Lallas CD. Transition from pure laparoscopic to robotic-assisted radical prostatectomy: a single surgeon institutional evolution. *Urologic Oncology*. 2010 Jan-Feb;28(1):81-5.
- Veljovich DS, Paley PJ, Drescher CW, Everett EN, Shah C, Peters WA, 3rd. Robotic surgery in gynecologic oncology: program initiation and outcomes after the first year with comparison with laparotomy for endometrial cancer staging. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2008 Jun;198(6):679.e1-9; discussion .e9-10.
- Veronesi G, Galetta D, Maisonneuve P, Melfi F, Schmid RA, Borri A, et al. Four-arm robotic lobectomy for the treatment of early-stage lung cancer. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2010 July ;140 (1):19-25.
- Wang AJ, Bhayani SB. Robotic partial nephrectomy versus laparoscopic partial nephrectomy for renal cell carcinoma: single-surgeon analysis of >100 consecutive procedures. *Urology*. 2009 Feb;73(2):306-10.
- Wang GJ, Barocas DA, Raman JD, Scherr DS. Robotic vs open radical cystectomy: prospective comparison of perioperative outcomes and pathological measures of early oncological efficacy. *BJU International*. 2008 Jan;101(1):89-93.
- Webb DR, Sethi K, Gee K. An analysis of the causes of bladder neck contracture after open and robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU International*. 2009 Apr;103(7):957-63.
- Webster TM, Herrell SD, Chang SS, Cookson MS, Baumgartner RG, Anderson LW, et al. Robotic assisted laparoscopic radical prostatec-



- tomy versus retropubic radical prostatectomy: a prospective assessment of postoperative pain. *Journal of Urology*. 2005 Sep;174(3):912-4; discussion 4.
- Weise ES, Winfield HN. Robotic computer-assisted pyeloplasty versus conventional laparoscopic pyeloplasty. *Journal of Endourology*. 2006 Oct;20(10):813-9.
- White MA, De Haan AP, Stephens DD, Maatman TK, Maatman TJ. Comparative analysis of surgical margins between radical retropubic prostatectomy and RALP: are patients sacrificed during initiation of robotics program? *Urology*. 2009 Mar;73(3):567-71.
- Woeste G, Bechstein WO, Wullstein C. Does telerobotic assistance improve laparoscopic colorectal surgery? *International Journal of Colorectal Disease*. 2005 May;20(3):253-7.
- Woo YJ, Nacke EA. Robotic minimally invasive mitral valve reconstruction yields less blood product transfusion and shorter length of stay. *Surgery*. 2006 Aug;140(2):263-7.
- Wood DP, Schulte R, Dunn RL, Hollenbeck BK, Saur R, Wolf JS, Jr., et al. Short-term health outcome differences between robotic and conventional radical prostatectomy. *Urology*. 2007 Nov;70(5):945-9.
- Yee DS, Shanberg AM, Duel BP, Rodriguez E, Eichel L, Rajpoot D. Initial comparison of robotic-assisted laparoscopic versus open pyeloplasty in children. *Urology*. 2006 Mar;67(3):599-602.
- 권혜연, 백승혁, 김진수 외. 에스자 결장암에서 로봇 전방절제술의 초기 결과에 대한 예비 연구. Robotic Anterior Resection for Sigmoid Colon Cancer: Short-term Outcome of a Pilot Study. *대한내시경복강경외과학회지*. 2008; 11(2): 87-92.
- 김성철, 강태진, 박형근. 신우요관이행부폐색 환자에서 로봇보조 복강경 수술을 포함한 복강경 신우성형술의 경험. Experience with Laparoscopic Pyeloplasty, Including Robot-Assisted Laparoscopic Surgery, for Ureteropelvic Junction Obstruction. *대한비뇨기과학회지*. 2009; 50(10): 996-1002.
- 나효석. 로봇을 이용한 근치적전립샘적출술의 마취에 관한 고찰: 근치적치골후전립샘적출술과 비교
- 함원식, 박성열, 조강수 외. 근치적 전립샘적출술에서의 개복과 로봇 술식의 비교: 단일 술자

경험. Comparison of Open and Robotic Surgery in Radical Prostatectomy: A Single Surgeon's Experience. *비뇨기과학회지*. 2008; 49(3): 221-226.

## 6.2. 경제적 평가 관련 참고문헌

- Advincula AP, Xu X, Goudeau St, Ransom SB. Robot-assisted laparoscopic myomectomy versus abdominal myomectomy: a comparison of short-term surgical outcomes and immediate costs. *Journal of Minimally Invasive Gynecology* 2007;14:698-705.
- Anderberg M, Kockum CC, Arnbjornsson E. Paediatric robotic surgery in clinical practice: a cost analysis. *Eur J Pediatr Surg* 2009;19:311-5.
- Barbash GI, Glied SA. New technology and health care costs - The case of robot-assisted surgery. *New England Journal of Medicine*. 2010 Aug; 363(8):701-4.
- Bodner J, Augustin F, Wykypiel H, et al. The da Vinci robotic system for general surgical applications: a critical interim appraisal. *Swiss Med Wkly* 2005;135:674-8.
- Bolenz C, Gupta A, Hotze T, et al. Cost comparison of robotic, laparoscopic, and open radical prostatectomy for prostate cancer. *Eur Urol* 2010;57:453-8.
- Breitenstein S, Nocito A, Puhan M, Held U, Weber M, Clavien PA. Robotic-assisted versus laparoscopic cholecystectomy: outcome and cost analyses of a case-matched control study. *Ann Surg* 2008; 247:987-93.
- Brunaud L, Ayav A, Zarnegar R, et al. Prospective evaluation of 100 robotic-assisted unilateral adrenalectomies. *Surgery* 2008;144:995-1001.
- Comité d'Evaluation et de Diffusion des Innovations Technologiques. Surgical Robotics in Urology – Systemic Review -07.04/re1/08. In: Health Technology Assessment (HTA) database. March 2009 ed; 2009.

- Curet M, Curet M, Solomon H, Lui G, Morton J. Comparison of hospital charges between robotic, laparoscopic stapled, and laparoscopic hand-sewn Roux-en-Y gastric bypass. *J Robot Surg* 2009;3:75-8.
- Heemskerk J, de Hoog DE, van Gemert WG, Baeten CG, Greve JW, Bouvy ND. Robot-assisted vs. conventional laparoscopic rectopexy for rectal prolapse: a comparative study on costs and time. *Dis Colon Rectum* 2007;50:1825-30.
- Heemskerk J, van Gemert WG, Greve JW, Bouvy ND. Robot-assisted versus conventional laparoscopic Nissen fundoplication: a comparative retrospective study on costs and time consumption. *Surg Laparosc Endosc Percutan Techn* 2007;17:1-4.
- Kam JK, Cooray SD, Smith JA, Almeida AA. A cost-analysis study of robotic versus conventional mitral valve repair. *Heart Lung Circ* 2010. Jul;19(7):413-8. Epub 2010 Mar 30.
- Link RE, Bhayani SB, Kavoussi LR. A prospective comparison of robotic and laparoscopic pyeloplasty. *Ann Surg* 2006;243:486-91.
- Morgan JA, Thornton BA, Peacock JC, et al. Does robotic technology make minimally invasive cardiac surgery too expensive? A hospital cost analysis of robotic and conventional techniques. *J Cardiac Surg* 2005;20:246-51.
- Morino M, Pellegrino L, Giaccone C, Garrone C, Rebecchi F. Randomized clinical trial of robot-assisted versus laparoscopic Nissen fundoplication. *Br J Surg* 2006;93:553-8.
- Mouraviev V, Nosnik I, Robertson C, Albala D, Walther P, Polascik TJ. Comparative financial analysis of minimally invasive surgery to open surgery for small renal tumours < or =3.5 cm: a single institutional experience. *Eur Urol* 2007;51:715-20; discussion 20-1.
- Muller-Stich BP, Reiter MA, Wente MN, et al. Robot-assisted versus conventional laparoscopic fundoplication: short-term outcome of a pilot randomized controlled trial. *Surg Endosc* 2007;21:1800-5.
- Nakadi IE, Melot C, Closset J, et al. Evaluation of da Vinci Nissen fundoplication.

- plication clinical results and cost minimization. *World J Surg* 2006;30:1050-4.
- Nazemi T, Galich A, Sterrett S, Klingler D, Smith L, Balaji KC. Radical nephrectomy performed by open, laparoscopy with or without hand-assistance or robotic methods by the same surgeon produces comparable perioperative results. *Int Braz J Urol* 2006;32:15-22.
- Park BJ, Flores RM. Cost comparison of robotic, video-assisted thoracic surgery and thoracotomy approaches to pulmonary lobectomy. *Thorac Surg Clin* 2008;18:297-300.
- Patel M, O'Sullivan D, Tulikangas PK. A comparison of costs for abdominal, laparoscopic, and robot-assisted sacral colpopexy. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2009;20:223-8.
- Rawlings AL, Woodland JH, Vegunta RK, Crawford DL. Robotic versus laparoscopic colectomy. *Surg Endosc* 2007;21:1701-8.
- Rodgers AK, Goldberg JM, Hammel JP, Falcone T. Tubal anastomosis by robotic compared with outpatient minilaparotomy. *Obstet Gynecol* 2007;109:1375-80.
- Sarlos D, Kots L, Stevanovic N, Schaer G. Robotic hysterectomy versus conventional laparoscopic hysterectomy: outcome and cost analyses of a matched case-control study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2010;150:92-6.
- Scales CD, Jr., Jones PJ, Eisenstein EL, Preminger GM, Albala DM. Local cost structures and the economics of robot assisted radical prostatectomy. *J Urol* 2005;174:2323-9.
- Smith A, Kurpad R, Lal A, Nielsen M, Wallen EM, Pruthi RS. Cost analysis of robotic versus open radical cystectomy for bladder cancer. *J Urol* 2010;183:505-9.
- Winter JM, Talamini MA, Stanfield CL, et al. Thirty robotic adrenalectomies: a single institution's experience. *Surg Endosc* 2006;20:119-24.

## 7. 부록

---

## 부록 1. 검색전략

### 1. 체계적 문헌고찰 및 의료기술평가보고서 검색전략

국외문헌: CDSR		
검색일 : 2010년 6월 18일		
	검색어	검색 결과
1	MeSH descriptor Robotics explode all trees	214
2	MeSH descriptor Surgery, Computer-Assisted explode all trees	296
3	'da vinci'	0
4	davinci	5
5	da and vinci	39
6	robot* surgery	179
7	'remote operations'	0
8	telerobotics	2
9	'robot-assisted'	77
10	'robot assisted'	0
11	robotics	311
12	#1 or #2 or #3 or #4 or #5 or #6 or #7 or #8 or #9 or #10 or #11	602
13	#12 limit to CDSR from 2002	23

국외문헌: Ovid-Medline		
검색일 : 2010년 6월 18일		
	검색어	검색 결과
1	exp Robotics/	7437
2	exp Surgery, Computer-Assisted/	5604
3	'da vinci'.mp.	921
4	davinci.mp.	126
5	robot* surgery.mp.	553
6	telerobotics.mp.	43
7	"remote operations".mp.	7
8	"robot assisted".mp.	978
9	robotics.mp.	7867
10	or/1-9	12902
11	Meta-Analysis as Topic/	10324
12	meta analy\$.tw.	28839
13	metaanaly\$.tw.	935
14	Meta-Analysis/	25043
15	(systematic adj (review\$1 or overview\$1)).tw.	21669
16	exp Review Literature as Topic/	4910
17	or/11-16	60851
18	cochrane.ab.	13881
19	embase.ab.	11377

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

20	(psychlit or psyclit).ab.	802
21	(psychinfo or psycinfo).ab.	3434
22	(cinahl or cinhal).ab.	4445
23	science citation index.ab.	1134
24	bids.ab.	285
25	cancerlit.ab.	468
26	or/18-25	21360
27	reference list\$.ab.	5369
28	bibliograph\$.ab.	8336
29	hand-search\$.ab.	2376
30	relevant journals.ab.	419
31	manual search\$.ab.	1340
32	or/27-31	16011
33	selection criteria.ab.	12848
34	data extraction.ab.	5948
35	33 or 34	17783
36	Review	1531742
37	35 and 36	12091
38	Comment/	412463
39	Letter/	681327
40	Editorial/	257293
41	animal/	4582629
42	human/	11266617
43	41 not (41 and 42)	3405414
44	or/38-40,43	4373111
45	17 or 26 or 32 or 37	79010
46	45 not 44	73831
47	10 and 46	87
48	limit 47 to yr="2002 -Current"	87

## 국외문헌: Ovid-EMBASE

검색일 : 2010년 6월 18일

	검색어	검색 결과
1	exp Robotics/	7745
2	exp computer assisted surgery/	2217
3	'da vinci'.mp.	752
4	davinci.mp.	122
5	robot* surgery.mp.	535
6	telerobotics.mp.	33
7	"remote operations".mp.	6
8	"robot assisted".mp.	959
9	robotics.mp.	8001
10	or/1-9	10013
11	exp Meta Analysis/	38540
12	((meta adj analy\$) or metaanalys\$).tw.	28783
13	(systematic adj (review\$1 or overview\$1)).tw.	20993
14	or/11-13	65669
15	cancerlit.ab.	367
16	cochrane.ab.	10310
17	embase.ab.	9043
18	(psychlit or psyclit).ab.	473

19	(psychinfo or psycinfo).ab.	2220
20	(cinahl or cinhal).ab.	2850
21	science citation index.ab.	849
22	bids.ab.	214
23	or/15-22	16249
24	reference lists.ab.	3425
25	bibliograph\$.ab.	6859
26	hand-search\$.ab.	1671
27	manual search\$.ab.	1189
28	relevant journals.ab.	289
29	or/24-28	12126
30	data extraction.ab.	6361
31	selection criteria.ab.	7829
32	30 or 31	13754
33	review.pt.	1031786
34	32 and 33	7761
35	letter.pt.	488188
36	editorial.pt.	257568
37	animal/	51739
38	human/	7063453
39	37 not (37 and 38)	36193
40	or/35-36,39	781479
41	14 or 23 or 29 or 34	80522
42	41 not 40	76526
43	10 and 42	90
44	limit 43 to yr="2002 -Current"	87

## 2. 체계적 문헌고찰: 국외문헌 검색전략

국외문헌: Ovid-Medline (1950년-2010년 7월 첫째주)

검색일 : 2010년 7월 28일

	검색어	검색 결과
1	exp Robotics/	7554
2	exp Surgery, Computer-Assisted/	5692
3	da vinci.tw.	929
4	davinci.tw.	125
5	(robot* adj5 surgery).tw.	1362
6	telerobotics.tw.	43
7	remote operation*.tw.	32
8	robot* assist*.tw.	1952
9	robotic*.tw.	6043
10	or/1-9	14450
11	limit 10 to yr="2000 -Current"	12912

국외문헌: Ovid-EMBASE

검색일 : 2010년 7월 28일

	검색어	검색 결과
1	exp Robotics/	10974
2	exp computer assisted surgery/	3893
3	da vinci.tw.	1248



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

4	davinci.tw.	192
5	(robot* adj5 surgery).tw.	1811
6	telerobotics.tw.	51
7	remote operation*.tw.	50
8	robot* assist*.tw.	2764
9	robotic*.tw.	8108
10	or/1-9	16796
11	limit 10 to yr="2000 -Current"	14811

## 국외문헌: Cochrane Central Register of Controlled Trials

검색일 : 2010년 7월 28일

	검색어	검색 결과
1	MeSH descriptor Robotics explode all trees	141
2	MeSH descriptor Surgery, Computer-Assisted explode all trees	231
3	da vinci:ti,ab	109
4	davinci:ti,ab	2
5	robot* NEAR/5 surgery:ti,ab	25
6	telerobotics:ti,ab	1
7	remote operation*.ti,ab.	37
8	robot* assist*:ti,ab	117
9	robotic*:ti,ab	151
10	or/1-9	557
11	#10 from 2000 to 2010	480

## 3. 체계적 문헌고찰 : 국내문헌 검색전략

번호	국내문헌: 한국Med 검색일 (2010.08.17)
1	robotic [ALL] surgery [ALL] 62
2	robot [ALL] surgery [ALL] 53
3	davinci [All] 2
4	da [ALL] vinci [ALL] 33
5	robotic- [ALL] 75
6	robot- [ALL] 72 (total : 297)
번호	국내문헌: Kibase 검색일 (2010.08.17)
1	로봇 수술 52
2	로봇수술 15
3	robotic surgery 97
4	robot surgery 109
5	da vinci 47
6	davinci 4
7	다빈치 17 (total; 341)
번호	국내문헌: KISS 검색일 (2010.08.17)
1	로봇수술 14
2	로봇 수술 13
3	robot surgery 21

4	robotic surgery 21
5	da vinci 9
6	davinci 0
7	다빈치 20 (total : 98)

번호	국내문헌: NDSL 검색일 (2010.08.17)
1	다빈치 22
2	로봇 수술 61
3	로봇수술 14
4	((BI : robotic surgery)) AND LA:(한국어) 28
5	((BI : robot surgery)) AND LA:(한국어) 31
6	davinci (limit 한국어) 11
7	((BI : da vinci)) AND LA:(한국어) 21 (total : 188)

번호	국내문헌: KiSTi 검색일 (2010.08.17)
1	다빈치 42
2	로봇 수술 32
3	로봇수술 6
4	robot surgery 25
5	robotic surgery 17
6	davinci 9
7	da vinci 11 (Total : 142)

## 부록 2. 질평가도구

### 1. Cochrane's risk of bias

Domain	Judgement
SEQUENCE GENERATION	<input type="checkbox"/> low(yes)
1. Was the allocation sequence adequately generated?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Adequate sequence generation?]	<input type="checkbox"/> Unclear
ALLOCATION CONCEALMENT	<input type="checkbox"/> low(yes)
2. Was allocation adequately concealed?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Allocation concealment?]	<input type="checkbox"/> Unclear
BLINDING OF PARTICIPANTS, PERSONNEL AND OUTCOME ASSESSORS	<input type="checkbox"/> low(yes)
3. Was knowledge of the allocated interventions adequately prevented during the study?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Blinding of participants, personnel?]	<input type="checkbox"/> Unclear
INCOMPLETE OUTCOME DATA	<input type="checkbox"/> low(yes)
4. Were incomplete outcome data adequately addressed?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Incomplete outcome data addressed?]	<input type="checkbox"/> Unclear
SELECTIVE OUTCOME REPORTING	<input type="checkbox"/> low(yes)
5. Are reports of the study free of suggestion of selective outcome reporting?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Free of selective reporting?]	<input type="checkbox"/> Unclear
OTHER POTENTIAL THREATS TO VALIDITY	<input type="checkbox"/> low(yes)
6. Was the study apparently free of other problems that could put it at a risk of bias?	<input type="checkbox"/> high(no)
[Short form: Free of other bias?]	<input type="checkbox"/> Unclear

### 2. MINORS

Methodological items for non-randomized studies	Score ↑
1. A clearly stated aim : the question addressed should be precise and relevant in the light of available literature	
2. Inclusion of consecutive patients : all patients potentially fit for inclusion (satisfying the criteria for inclusion) have been included in the study during the study period (no exclusion or details about the reasons for exclusion)	
3. Prospective collection of data : data were collected according to a protocol established before the beginning of the study	
4. Endpoints appropriate to the aim of the study : unambiguous explanation of the criteria used to evaluate the main outcome which should be in accordance with the	

question addressed by the study. Also, the endpoints should be assessed on an intention-to-treat basis.

5. Unbiased assessment of the study endpoint : blind evaluation of objective endpoints and double-blind evaluation of subjective endpoints. Otherwise the reasons for not blinding should be stated

6. Follow-up period appropriate to the aim of the study : the follow-up should be sufficiently long to allow the assessment of the main endpoint and possible adverse events

7. Loss to follow up less than 5% : all patients should be included in the follow up. Otherwise, the proportion lost to follow up should not exceed the proportion experiencing the major endpoint

8. Prospective calculation of the study size : information of the size of detectable difference of interest with a calculation of 95% confidence interval, according to the expected incidence of the outcome event, and information about the level for statistical significance and estimates of power when comparing the outcomes

Additional criteria in the case of comparative study

9. An adequate control group : having a gold standard diagnostic test or therapeutic intervention recognized as the optimal intervention according to the available published data

10. Contemporary groups : control and studied group should be managed during the same time period (no historical comparison)

11. Baseline equivalence of groups : the groups should be similar regarding the criteria other than the studied endpoints. Absence of confounding factors that could bias the interpretation of the results

12. Adequate statistical analyses : whether the statistics were in accordance with the type of study with calculation of confidence intervals or relative risk

† The items are scored 0 (not reported), 1 (reported but inadequate) or 2 (reported and adequate). The global ideal score being 16 for non-comparative studies and 24 for comparative studies.

### 부록 3. 다빈치 로봇수술 집도 유경험 의사 대상 설문지

다빈치 수술관련 국내 현황조사를 위한 설문입니다.

1. 귀하는 주로 어떤 분야에서 다빈치 수술을 수행하시고 계십니까? (중복선택 가능)

- |           |
|-----------|
| 1. 갑상샘    |
| 2. 유방     |
| 3. 위장     |
| 4. 대장     |
| 5. 직장     |
| 6. 간      |
| 7. 담도, 담낭 |
| 8. 췌장     |
| 9. 식도     |
| 10. 심장    |
| 11. 폐     |
| 12. 신장    |
| 13. 방광    |
| 14. 요도    |
| 15. 전립샘   |
| 16. 자궁    |
| 17. 난소    |
| 9999. 기타  |

2. 귀하의 병원에서 보유하고 있는 다빈치는 총 몇 대이며, 언제 구입하셨습니까?

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	총 도입대수

2-2. 도입시기를 모르신다면 전체 도입대수만 기재해주세요.

3. 귀하의 병원에서 다빈치를 도입하게 된 배경은 무엇입니까? (중복선택 가능)

- |                                   |
|-----------------------------------|
| 1. 신의료기술의 적극적 도입을 통한 양질의 의료서비스 제공 |
| 2. 로봇수술에 대한 수요증가                  |
| 3. 병원 이미지 제고                      |
| 4. 타 병원과의 경쟁                      |
| 9999. 기타                          |

4. 귀하께서 수술 시 기존의 수술법과 다빈치 수술법 중 수술법을 선택할 경우 선택에 영향을 미치는 가장 중요한 결정인자는 무엇입니까? (중복응답 가능)
1. 환자의 선호도
2. 동반질환 등 환자의 전신상태
3. 환자의 병변위치 등 질환특성
4. 치료효과에 대한 기대
5. 수술비용과 관련한 환자의 경제적 부담
6. 편의성 (수술의 용의성)
7. 병원 혹은 진료과의 정책 및 상황
9999. 기타

5. 현재 소속하신 병원에서 귀하가 수행한 수술과 관련한 정보를 아래의 표로 응답하여 주시기 바랍니다. (수술 종류와 관련하여 중복응답 가능) (단, 모르시면 빈 칸으로 두시고, 도입전이거나 수술건수가 없는 경우 0을 입력해주세요)								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	총 수술건수	건당 평균 시술비 (만원)
갑상샘								
유방								
대장								
직장								
간								
담도, 담낭								
췌장								
식도								
심장								
폐								
신장								
방광								
요도								
전립샘								
자궁								
난소								
기타								

6. 수술 전에 수술비 관련 사항 (기존 수술법과 비교하여) 을 환자에게 고지하십니까?
1. 예
2. 아니오

7. 귀하께서 집도하시는 수술과 관련하여 필요한 인력의 구성에 대해 기재 부탁드립니다. (일반적으로 수술 1건당, 각각 몇 분이 필요한지 기재해 주십시오. 단, 마취과 의사 제외)	
집도의	
보조 의사 (인턴, 레지던트 등)	
간호사	
기타 (간호보조원이나 수술실 보조 인력)	

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

8. 귀하께서는 주로 어떤 방식을 통하여 다빈치 수술 방법/기술을 습득하셨습니까?
1. 해외 연수 프로그램
2. 해외 병원방문 및 견학
3. 제조회사 연수 프로그램
4. 국내 연수 프로그램
5. 수술실에서 senior로부터 전수
9999. 기타

9. 귀 전공분야에서 learning curve를 극복할만한 다빈치 시술 건수는 몇 건이라고 생각하십니까?
1. < 10 cases
2. 10-14 cases
3. 15-20 cases
4. 21- 25 cases
5. >25 cases

10. 귀하의 병원에서 다빈치 수술을 도입함으로 인해 예상되는 이익 및 효과를 선택하여 주시기 바랍니다. (중복선택 가능)
1. 다빈치 수술에 의한 병원 역량 강화
2. 수익증가
3. 병원 이미지 제고
9999. 기타

11. 현재 귀하가 시술하고 계신 분야에서 우리나라 다빈치 수술의 위치는 어느 정도라고 생각하십니까?
1. 수행하기에 충분한 장점을 가지고 있다.
2. 장점은 있으나 극복해야할 난관이 있다.
3. 수행하기에 시기상조이다.
4. 수행하지 말아야 한다고 생각한다.
9999. 기타

11-1. 현재 귀하가 시술하고 계신 분야에서 우리나라 다빈치 수술 도입 필요성은 어느 정도라고 생각하십니까?
1. 반드시 도입해야 한다.
2. 도입할 필요가 있다.
3. 도입할 필요가 없다.
4. 절대 도입하면 안 된다.
5. 잘 모르겠다.

11-1-1. 위 11-1 문항처럼 선택한 이유는 무엇입니까?

11-2. 현재 귀하가 시술하고 계신 분야에서 우리나라 다빈치 수술 수준은 어느 정도라고 생각하십니까?
1. 매우 우수하다.
2. 우수한 편이다.
3. 보통이다.
4. 아직은 역량이 부족하다.
5. 잘 모르겠다.

12. 귀하의 병원 내에서 다빈치 수술을 집도하는 의사에게 주어지는 인센티브가 있습니까?
1. 예
2. 아니오

12-1. 귀하의 병원 내에서 다빈치 수술을 집도하는 의사에게 주어지는 인센티브가 있다면, 그 종류와 내용을 기재하여 주시기 바랍니다. (중복응답 가능)
1. 경제적 인센티브 (연구비, 보너스 등)
2. 업무관련 인센티브 (학회참가 지원, 업무여건 개선 등)
3. 인사관련 인센티브 (승진, 포상 등)
9999. 기타

13. 로봇수술관련 기술사용에 대해 병원차원에서 질관리 (Quality Control) 를 하고 계십니까?
1. 예
2. 아니오

13-1. 병원차원에서 다빈치 수술의 질관리 (Quality Control) 를 한다면, 어떠한 방법으로 하시는지 기술하여 주시기 바랍니다. (중복선택 가능)
1. 로봇수술 환자 만족도 조사
2. 기존 수술법과의 결과 (수술 후 재원기간, 출혈량, 수술시간) 비교
3. 교육프로그램 실시 (시뮬레이션, 연수교육 등)
4. 집도의 만족도 조사
5. 수술준비시간 단축을 위한 환경개선방안 준비 및 시행 (예. 동선단축 등)
9999. 기타

14. 병원차원에서 다빈치 수술의 수행과 관련하여 귀하 병원의 역량을 자체적으로 평가하고 계십니까? (예. 연도별 분야별 수술건수 및 연도별 수술가능 의사의 수, 로봇수술관련 국내·외 논문투고 건수 집계 등)
1. 예
2. 아니오

14-1. 역량평가를 수행하신다면 어떠한 방법으로 수행하시는지 간략하게 기재하여 주시기 바랍니다. (중복선택 가능)
1. 연도·분야별 수술건수 집계
2. 연도·분야별 수술가능 의사의 수 집계
3. 국내·외 논문투고 건수 집계
9999. 기타

15. 다빈치수술 시행과 관련한 애로사항은 무엇입니까? (중복선택 가능)
1. 환자의 경제적 부담 증가
2. 병원측에서의 지원부족
3. 교육프로그램 부족으로 인한 지원 인력 부족
4. 환자의 이해부족
9999. 기타



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

16. 다빈치수술 도입 및 운영과 관련한 애로사항은 무엇입니까? (중복선택 가능)
1. 초기 기계도입과 관련한 병원지원 부족
2. 교육프로그램 부족
3. 동료의사의 이해부족
4. 과학적 근거의 부족
9999. 기타

17. 현재 귀하의 병원에서 다빈치 수술과 시행과 관련하여 위에서 언급되지 않은 그 밖의 이슈는 무엇입니까?

18. 다빈치 수술 수행과 관련하여 국가, 병원자체, 대학 및 연구기관, 환자, 의료진, 산업계 등에게 바라는 사항이 있으시면 기재하여 주시기 바랍니다. (200자 이내)

## 부록 4. 선정된 문헌의 연구특성[양적분석에 포함된 문헌]

### 1. 전립샘절제술(Prostatectomy)

#### 1) 로봇수술과 복강경수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (# 포함 2 미만)
Menon (2002a)	전향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	40 (60.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ setup time</li> <li>♦ operative time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ hemoglobin decrease</li> <li>♦ blood transfusion rate</li> <li>♦ conversion to open</li> <li>♦ discharge home &lt;24hr</li> <li>♦ positive margin</li> <li>♦ potency</li> <li>♦ use of pads</li> <li>♦ satisfaction</li> </ul>	시험군 : 1.5 대조군 : 3.5	1
				laparoscopic radical prostatectomy	40 (62.8)			
Joseph (2005)	후향적 코호트 연구	영국	localized prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	50 (59.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ total operating time</li> <li>♦ surgical time</li> <li>♦ blood loss</li> <li>♦ Urinary continence</li> <li>♦ International Index of Erectile Function-5(IIEF5)</li> </ul>	61.8	1
				pure laparoscopic radical prostatectomy	50 (50)			
Menon (2005)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	Robotic Prostatectomy	565	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Operating room times</li> <li>♦ Estimated blood loss</li> <li>♦ Positive margins</li> <li>♦ Complications</li> <li>♦ Catheter time</li> </ul>	-	2
				Laparoscopic Radical	50			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (+ 포함 2 미만)
				Prostatectomy		<ul style="list-style-type: none"> <li>Hospital stay &gt;24hr</li> <li>Postoperative pain score scale (0-10)</li> <li>Median time to continence</li> <li>Median time to erection</li> <li>Median time to intercourse</li> <li>Detectable PSA</li> </ul>		
Ball (2006)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	135 (59)	<ul style="list-style-type: none"> <li>UCLA PCI scores</li> <li>Urinary function</li> <li>urinary bother</li> <li>AUA SI</li> <li>Bowel function</li> <li>Bowel bother</li> <li>Sexual function</li> <li>Sexual bother</li> </ul>	18	2
				laparoscopic radical prostatectomy	124 (61)			
Hu (2006)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	Robotic Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy	322 (62.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>blood transfusions,</li> <li>complications</li> </ul>	-	1
				Laparoscopic Radical Prostatectomy	358 (63.7)			
Rozet (2007)	후향적 코호트 연구	프랑스	prostate cancer	robot-assisted prostatectomy	133 (62.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion rate</li> <li>hospital days</li> <li>bladder catheter</li> <li>complications</li> </ul>	-	1
				laparoscopic prostatectomy	133 (62.5)			
Durand (2008)	후향적 코호트	프랑스	localized prostate cancer	robot-assisted prostatectomy	34 (62.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>hospital stay</li> </ul>	6	1

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (+ 포함 2 미만)
	연구			laparoscopic prostatectomy	23 (66.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>complication rate</li> </ul>		
Caballero Romeu (2008)	후향적 코호트	스페인	prostate cancer	robot-assisted prostatectomy	60 (56)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated intra operative blood loss</li> <li>hospital stay</li> <li>transfusion</li> <li>open conversion</li> <li>positive margin</li> <li>duration of catheterization</li> <li>complications</li> </ul>	6	1
				laparoscopic prostatectomy	70 (64)			
Sinualrad (2008)	후향적 코호트	태국	prostate cancer	robot-assisted prostatectomy	34 (67.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continence Rate</li> <li>blood loss</li> <li>Post operation stay</li> <li>Catheter time</li> <li>operative times</li> <li>Surgical margin positive in pT3</li> <li>Surgical margin positive in pT2</li> <li>Complications</li> </ul>	1	1
				laparoscopic prostatectomy	34 (68.6)			
Trabulsi (2008)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy	50 (57.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>open conversion</li> <li>final surgical pathology</li> <li>postoperative complications</li> </ul>	-	1
				transperitoneal laparoscopic radical prostatectomy	190 (58.6)			
Cho (2009)	후향적 코호트 연구	한국	prostate cancer	robotassisted laparoscopic radical prostatectomy	60 (66.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operative times (minutes)</li> <li>Blood loss (cc)</li> <li>Catheter indwelling (day)</li> <li>Hospital stay (day)</li> <li>Complications</li> </ul>	LRP(51.2개 월 (43-89)) RARP(16.8개 월 (9-22))	1
				laparoscopic radical prostatectomy (LRP)	60 (66.5)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (+ 포함 2 미만)
						<ul style="list-style-type: none"> <li>Rectal injury</li> <li>Anastomotic leakage</li> <li>Continence (pad ≤ 1/day)</li> <li>Potency in nerve sparing patients (41:53)</li> <li>Positive surgical margin</li> </ul>		
Lee (2009)	후향적 코호트 연구	한국	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	21 (64.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mean operative time (min.)</li> <li>Mean estimated blood loss (cc)</li> <li>Transfusion rate (%)</li> <li>NVB saving</li> <li>Positive surgical margin rate</li> <li>Positive lymph node</li> <li>Hospital stay</li> <li>Catheter time</li> <li>Operative charges</li> </ul>	LRP (4.4 ± 2.90개 월 (0-9.47)) RARP (2.7 ± 2.07개 월 (0-6.97))	1
				Pure laparoscopic radical prostatectomy (LRP)	31 (63)			
Ploussard (2009)	전향적 코호트 연구	프랑스	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	83 (62.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>complications</li> <li>bladder catheterization</li> <li>transfusion rate</li> <li>blood loss</li> <li>lymph node dissection</li> </ul>	-	1
				laparoscopic radical prostatectomy (LRP)	205 (62.9)			
Hakimi (2009)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotic-assisted radical prostatectomy	75 (59.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>complications</li> <li>conversion to open</li> <li>length of stay</li> <li>positive margins by stage</li> <li>biochemical recurrence</li> </ul>	12	1
				pure laparoscopic radical prostatectomy	75 (59.6)			

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (포함 2 미만)
						<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ continence</li> <li>♦ potency</li> </ul>		
Gosseine (2009)	후향적 코호트 연구	프랑스	localized prostate cancer	robotic-assisted laparoscopic prostatectomy	122 (61.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ complications</li> <li>♦ continence rate (IPSS, ICS)</li> </ul>	-	1
				laparoscopic prostatectomy	125 (60.6)			
Drouin (2009)	후향적 코호트 연구	프랑스	prostate cancer	robot-assited radical prostatectomy	71 (60.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ transfusion rate</li> <li>♦ hospital day</li> <li>♦ recurrence</li> <li>♦ positive surgical margin</li> <li>♦ conversion to open</li> <li>♦ catheterization time</li> <li>♦ PSA free survival</li> </ul>	Robot group : 40.9 (18-60) Laparoscopy : 48.4 (18-84)	1
				laparoscopic radical prostatectomy	85 (61.8)			
Trabulsi (2010)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assited radical prostatectomy	205 (59.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ transfusion rate</li> <li>♦ hospital day</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ positive surgical margin</li> <li>♦ conversion to open</li> <li>♦ catheterization time</li> <li>♦ PSA free survival</li> </ul>	24	1
				laparoscopic radical prostatectomy	45 (58.1)			
Bolenz (2010)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy	262 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ length of stay</li> <li>♦ cost</li> <li>♦ lymph node dissection</li> <li>♦ blood transfusion</li> </ul>	-	1
				laparoscopic radical prostatectomy	220 (59)			

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

## 2) 로봇수술과 개복수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (예 포함 2 마크)
Menon (2002b)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robot-assited prostatectomy	30 (62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operative time</li> <li>Estimated blood loss</li> <li>Blood transfusion</li> <li>Mean postoperative pain score</li> <li>Hemoglobin drop (g/dL)</li> <li>Mean hospital stay</li> <li>Discharged within 24 hr</li> <li>Margin positivity</li> <li>Seminal vesicle positivity</li> </ul>	-	1
				radical retropubic prostatectomy	30 (64)			
Tewari (2003)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	Robot-assisted prostatectomy	200 (59.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operative time</li> <li>Estimated blood loss</li> <li>Autologous Transfusion</li> <li>Banked Transfusion</li> <li>Postop. pain score</li> <li>Discharge Hb</li> <li>Hospital stay</li> <li>Discharged &lt;24h</li> <li>Positive surgical margin</li> <li>urinary continence</li> <li>probability of return to continence</li> <li>return of continence</li> </ul>	로봇수술군 : 6 / 비교수술군 : 14.6	1
				Open radical Prostatectomy	100 (63.1)			
Ahlering (2004)	비동시 적/과 거대조 균 코호트 연구	미국	Prostate cancer	Robot-assisted prostatectomy	60 (62.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operative time</li> <li>Transfusion</li> <li>Estimated blood loss</li> <li>Hospital day</li> <li>recurrence</li> <li>Positive surgical margin</li> <li>Continence at 3 mo (0 pads)</li> </ul>	3	1
				Open radical Prostatectomy	60 9(62.7)			

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (표 포함 2 미만)
Webster (2005)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robot assisted laparoscopic prostatectomy	159 (59.42)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ morphine sulfate equivalents (MSEs)</li> <li>♦ MSE corrected for length of hospital stay</li> <li>♦ Patient reported pain</li> </ul>	-	2
				open radical retropubic prostatectomy	154 (60.06)			
Ball (2006)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	82 (60)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ UCLA PCI Scores</li> <li>♦ - Urinary function</li> <li>♦ - Urinary bother</li> <li>♦ - AUA S1</li> <li>♦ - Bowel function</li> <li>♦ - Bowel bother</li> <li>♦ - Sexual function</li> <li>♦ - Sexual bother</li> </ul>	6	2
				open radical prostatectomy	135 (59)			
Burgess (2006)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot assisted laparoscopic prostatectomy	78	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ blood loss</li> <li>♦ length of stay</li> </ul>	-	1
				open retropubic prostatectomy	16			
				open perineal prostatectomy	16			
Farnham (2006)	전향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot assisted laparoscopic prostatectomy	176 (59)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ estimated blood loss (mL) ,</li> <li>♦ Preoperative Hct ,</li> <li>♦ Postoperative Hct ,</li> <li>♦ Change in Hct</li> </ul>	-	1
				open radical retropubic prostatectomy	103 (60)			
Boris (2007)	후향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotic assisted radical prostatectomy	50 (59.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Operative time</li> <li>♦ Blood loss</li> <li>♦ Transfusion</li> </ul>	12	1



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (표 포함 2 미만)
				retropubic radical prostatectomy	50 (61.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hospital stay</li> <li>Continence</li> <li>Positive margins</li> </ul>		
Miller (2007)	비동시 적/과 거대조 균 코호트 연구	미국	prostate cancer	robotic assisted radical prostatectomy	42 (61.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>estimated blood loss</li> <li>health related quality of life</li> </ul>	1.5	2
				retropubic radical prostatectomy	120 (60.6)			
Nelson (2007)	전향적 코호트 연구	미국	patients who underwent prostatectomy	robot-assisted laparoscopic prostatectomy(RALP)	629 (59.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>length of stay</li> <li>hospital readmission</li> <li>complications</li> </ul>	-	2
				radical retropubic prostatectomy (RRP)	374 (59.9)			
Smith (2007)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic prostatectomy (RALP)	200 (60.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positive margin</li> </ul>	-	1
				radical retropubic prostatectomy(RRP)	200 (61.1)			
Sterrett (2007)	전향적 코호트 연구	미국	not reported	robot-assisted laparoscopic prostatectomy (RALP)	47 (62.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>post-operative drop in Hgb</li> <li>blood transfusion</li> <li>hospital stay</li> </ul>	-	1
				radical retropubic prostatectomy (RRP)	70 (62.2)			
Wood (2007)	전향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot assisted laparoscopic prostatectomy	117 (60.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>in hospital narcotic use</li> </ul>	2~6 weeks follow up	1

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (t 포함 2 마 포함)
				open radical retropubic prostatectomy	89 (59.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>hospital stay</li> <li>time to normal activity</li> </ul>		
Chan (2008)	후향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy	660 (L group: 63.9, S group: 59.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion</li> <li>hospital stay</li> </ul>	-	1* (group이 나누어져 있어, small group만 포함 분석함)
				open radical prostatectomy	340 (L group: 65.7, SI group: 60.8)			
Durand (2008)	후향적 코호트 연구	프랑 스	prostate cancer	robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy	34 (62.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>hospital stay</li> <li>duration of catheterization</li> <li>continence</li> </ul>	6	1
				open radical prostatectomy	29 (61.1)			
Faccanina (2008)	전향적 코호트 연구	이탈 리아	prostate cancer	robot-assisted prostatectomy	35 (62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>duration of anaesthesia</li> <li>blood loss</li> <li>hospital stay</li> <li>positive margins (pT2, pT3a, pT3b)</li> </ul>	-	1
				open prostatectomy	26 (68.5)			
Schroek (2008)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robotically assisted laparoscopic radical prostatectomy	362 (59.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>PSM status</li> <li>PSA recurrence-free survival</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	Robot group : 13.08 open group : 16.44	2
				open radical prostatectomy	435 (60.3)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (t-포함 2 미만)
Chino (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	Robot-assisted laparoscopic prostatectomy	368 (59)	♦ positive margin status	-	1
				open radical prostatectomy(retro pubic, perineal)	536 (60)			
Ham (2008b)	후향적 코호트 연구	한국	prostate cancer	robotic prostatectomy	33 (65.1)	♦ LN invasion ♦ Positive margin ♦ Operation time (min) ♦ estimated blood loss (ml) ♦ Postoperative diet (days) ♦ Hospital stay (days) ♦ Catheterization (days)	-	1
				open radical prostatectomy	52 (65.2)			
Ham (2008a)	전향적 코호트 연구	한국	prostate cancer	robotic prostatectomy	56 (67.6)	♦ Lymph node invasion ♦ ECE ♦ Positive margin ♦ estimated blood loss ♦ Postoperative diet ♦ Hospital stay ♦ Catheterization ♦ Complication ♦ Re-obtainment of continence ♦ Re-obtainment of an erection	6	1
				open radical prostatectomy	60 (66.9)			
Polcari (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	60 (62)	♦ lymph node yield ♦ overall incidence of positive nodes ♦ Complication	-	1
				open radical prostatectomy	64 (62)			
D'Alonzo (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic prostatectomy	256 (59)	♦ surgery time ♦ anesthesia time	RALP group : 14.4	1

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (표 포함 2 미만)
				radical retropubic prostatectomy	280 (60)		RRP group : 13.2	
Drouin (2009)	후향적 코호트 연구	프랑 스	prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	71 (60.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>positive margin</li> <li>7 year progression-free probability</li> <li>blood loss</li> <li>operative time</li> <li>transfusion rate</li> <li>bladder catheter removal</li> <li>complications</li> <li>PSA free survival</li> </ul>	RALP group : 40.9 RRP group : 57.7	1
				open radical prostatectomy	83 (60.5)			
Ficarra (2009)	전향적 코호트 연구	이탈 리아	localized prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	103 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>continence rate</li> <li>erectile function</li> <li>perioperative complications</li> <li>operative time</li> <li>intraoperative blood loss</li> <li>postoperative transfusion rates</li> <li>positive margin rate(pT2)</li> <li>time to recovery of urinary continence</li> <li>time to recovery of erectile function</li> </ul>	12	1
				retropubic radical prostatectomy	105 (65)			
Hohwu (2009)	후향적 코호트 연구	스웨 덴, 덴마 크	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic prostatectomy	127 (57.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hospital stay</li> <li>sick pay</li> </ul>	-	1
				open radical retropubic prostatectomy	147 (58)			
Kianbeck (2009)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	274 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>positive surgical margins</li> <li>days in hospital</li> <li>operative time</li> </ul>	15.6	1

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (t-포함 2 미만)
				open radical retropubic prostatectomy	588 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>complications</li> <li>continence</li> <li>potency</li> <li>clinical local recurrence</li> <li>systemic progression</li> <li>death from prostate cancer</li> <li>death from any cause</li> </ul>		
Laurila (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	94 (58.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>positive margin</li> </ul>	-	1
				open radical retropubic prostatectomy	98 (59.8)			
Na (2009)	후향적 코호트 연구	한국	prostate cancer	robot assisted radical prostatectomy	76 (64.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ANE time</li> <li>infused crystalloid</li> <li>infused colloid</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion rate</li> <li>PACU time</li> <li>analgesics at PACU</li> <li>admission day</li> </ul>	-	1
				radical retropubic prostatectomy	68 (67.4)			
Ou (2009)	후향적 코호트 연구	대만	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic prostatectomy	30 (67.27)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operation time</li> <li>blood loss</li> <li>transfusion rate</li> <li>complications</li> <li>foley catheterization</li> <li>postoperative stay</li> <li>surgical positive margin</li> <li>continence</li> </ul>	12	1

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (표 포함 2 미만)
				retropubic radical prostatectomy	30 (70.03)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ potency</li> <li>♦ console time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ transfusion rate</li> </ul>		
Rocco (2009)	비동시 적/과 거대조 균코호 트연구	이탈 리아	prostate cancer	robotic-assisted radical prostatectomy	120 (63)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ surgical duration</li> <li>♦ blood loss</li> <li>♦ catheter time</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ urinary continence</li> <li>♦ erectile function</li> </ul>	12	1
				open retropubic radical prostatectomy	240 (63)			
Webb (2009)	후향적 코호트 연구	호주	prostate cancer	robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy	100 (62.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ urine infection rate</li> <li>♦ urinary leakage</li> <li>♦ blood loss</li> <li>♦ drain tube removal time</li> <li>♦ catheter removal time</li> </ul>	RALP : 14.3 ORP : 39.8	1
				open radical prostatectomy	100 (61.2)			
White (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robot assisted laparoscopic prostatectomy	50 (62)	♦ positive margin	-	1
				retropubic radical prostatectomy	63 (64.7)			
Bolenz (2009)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robotic assisted laparoscopic radical prostatectomy	262 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ blood transfusion</li> <li>♦ lymph node dissection</li> <li>♦ cost</li> <li>♦ length of stay</li> </ul>	-	1
				retropubic radical prostatectomy	161 (61)			

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 († 포함 2 미만)
Barocas (2010)	후향적 코호트 연구	미국	prostate cancer	robotic assisted laparoscopic prostatectomy	1413 (62)	♦ 3-year BCR-free survival	RARP: 8 RRP : 17	2
				radical retropubic prostatectomy	491 (62)			
Carlsson (2010)	전향적 코호트 연구	스웨 덴	localized prostate cancer	robot-assisted radical prostatectomy	1738 (62)	♦ perioperative complications ♦ late postoperative complications	15	1
				open retropubic radical prostatectomy	485 (63)			
Ginsburg (2010)	후향적 코호트	미국	prostate cancer	Robotic-assisted laparoscopic technique	575 (61*)	♦ surgical time ♦ estimated blood loss ♦ crystalloid ♦ average tidal volume ♦ Average respiratory rate ♦ Average EtCo2 ♦ Average Peak Inspiratory pressure ♦ PACU Length of stay(min) ♦ Hospital stay	-	1
				Open technique	106 (60*)			
Lo (2010)	비동시 적/과 거대조 균 코호트 연구	홍콩	prostate cancer	robotic prostatectomy	20 (64)	♦ operative time ♦ blood transfusion rate ♦ hospital stay ♦ catheter time ♦ positive margin rate ♦ continence rate	-	1
				open prostatectomy	20 (66)			
Loeb (2010)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotic prostatectomy	152 (58 †)	♦ benign glands at the surgical margin ♦ positive surgical margins	-	1
				open prostatectomy	137			
Malcolm (2010)	전향적 코호트 연구	미국	localized prostate cancer	robotic prostatectomy	59 (447)	♦ HRQOL	36	2
				open prostatectomy	135 (59)			

† 모든 군의 연령 평균만 제시되어 있음, \* median임

## 2. 자궁절제술(Hysterectomy)

### 1) 로봇수술과 복강경수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1: 포함, 2 미포함)
Sert (2007)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	노르 웨이	Cervical carcinoma	robot assisted laparoscopic radical hysterectomy	7 (41)	<ul style="list-style-type: none"> <li>complications</li> <li>operative time</li> <li>bleeding</li> <li>lymph nodes</li> </ul>	robot group : 14, laparoscopic group : 25	1
				laparoscopic radical hysterectomy	7 (45)			
Bell (2008)	후향적 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robot assisted laparoscopic radical hysterectomy	40 (63.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>length of stay</li> <li>days to return to normal activity</li> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	robot group: 3 weeks, laparoscopic group : 4weeks	1
				laparoscopic radical hysterectomy	30 (68.4)			
Bogges (2008)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robot assisted laparoscopic radical hysterectomy	103 (61.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>lymph node yield</li> <li>hospital stay</li> <li>open to conversion</li> </ul>	robot group : 14, laparoscopic group : 25	1
				laparoscopic radical hysterectomy	81 (62.0)			
Gehrig (2008)	후향적 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robot-assisted hysterectomy	34 (62.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>hospital stay</li> <li>intravenous narcotic medication</li> </ul>	-	1
				laparoscopic hysterectomy	23 (66.1)			
Magrina (2008) 66	전향적 코호트 연구	미국	cervical cancer	Robotic radical hysterectomy	27 (50.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operating time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>rate of blood loss</li> <li>No. of lymph nodes</li> <li>hospital stay</li> </ul>	31.1	1
				laparoscopy	35 (54.9)			
Nezhat (2008)	전향적 코호트	미국	cervical cancer	Robot assisted total hysterectomy	13 (54.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	1	1



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1: 포함 2: 미포함)
	연구			Laparoscopic total hysterectomy	30 (46.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>hospital stay</li> <li>total number of pelvic nodes</li> <li>recurrence</li> <li>complications</li> </ul>		
Payne (2008)	후향적 코호트 연구	미국	benign indication(myomas, endometriosis, ovarian cysts, dysmenorrhea, dyspareunia)	Robot assisted total hysterectomy	100 (43.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>blood loss</li> <li>hospital length of stay</li> <li>incidence of adverse events</li> <li>conversion to open</li> </ul>	-	2
				Laparoscopic total hysterectomy	100 (43.5)			
Estape (2009)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	미국	cervical cancer	robotic radical hysterectomy	32 (55)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operating time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>positive surgical margins</li> <li>depth of invasion</li> <li>intraoperative incidence</li> <li>postoperative complications</li> <li>transfusions</li> <li>length of stay</li> <li>foley days</li> <li>pain medication</li> <li>return to work</li> <li>post surgery chemoradiation</li> <li>survival status</li> </ul>	robotic group : 9.5 laparoscopic group : 31.4	1
				laparoscopic hysterectomy	17 (52.8)			
Fader (2009)	후향적 코호트 연구	미국	gynecologic oncology(endometrial cancer, ovarian cancer, retroperitoneal pelvic lymph node dissection, risk-reducing extrafascial hysterectomy, bilateral salpingo-oophorectomy, ovarian cystectomy)	robotic radical hysterectomy	4 (45.75)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>hospital stay</li> </ul>	-	2
				laparoscopic hysterectomy	9 (50)			

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1: 포함 2 미포함)
Hoekstra (2009)	전향적 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robotic radical hysterectomy	32 (62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ conversion to open</li> <li>♦ major complication</li> <li>♦ minor complication</li> </ul>	-	1
				laparoscopic hysterectomy	7 (59)			
Nezhat (2009)	후향적 코호트 연구	미국	patients who underwent hysterectomy	robot assisted laparoscopic hysterectomy	26 (46)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ blood loss</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ major complications necessitating blood transfusion</li> </ul>	-	2
				laparoscopic hysterectomy	50 (47)			
Seamon (2009)	비동시 적/과거 대조군 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robot assisted laparoscopic hysterectomy	105 (59)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ length of stay</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ transfusion</li> <li>♦ complications</li> <li>♦ conversion to open</li> <li>♦ room to incision time</li> <li>♦ room time</li> <li>♦ skin time</li> </ul>	-	1
				laparoscopic hysterectomy	76 (57)			
Shashoua (2009)	후향적 코호트 연구	미국	Uterine leiomyomata, Pelvic pain/adenomy osis, endometriosis, menometrorrhagia, endometrial hyperpla sia, endometrial can cer, cancer in situ of the cervix	robot-assisted total laparoscopic hysterectomy	24 (44.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ length of stay</li> <li>♦ narcotic use</li> <li>♦ readmission</li> <li>♦ operative time</li> <li>♦ room time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> </ul>	-	2
				conventional total laparoscopic hysterectomy	44 (42.2)			
Cardenas (2010)	후향적 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robotic-assisted surgical staging	102 (62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ conversion to laparotomy</li> <li>♦ blood transfusion</li> </ul>	-	1

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1: 포함 2 미포함)
				traditional laparoscopic surgical staging	173 (59.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>estimated blood loss</li> <li>hospital stay</li> <li>readmission</li> <li>reoperation</li> <li>complications</li> </ul>		
Jung (2010)	전향적 코호트 연구	한국	stage 1 endometrial cancer	robot-assisted laparoscopic hysterectomy	28 (52.89)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>postoperative hospital stay</li> <li>conversion to laparotomy</li> <li>pelvic lymph nodes</li> <li>intraoperative complications</li> <li>postoperative complications</li> <li>total postoperative complications</li> <li>overall complications</li> <li>transfusion</li> </ul>	-	1
				laparoscopic hysterectomy	25 (49.88)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>number of transfusion</li> <li>hospital stay</li> <li>postoperative complication rate</li> <li>median time interval between surgery-recurrence</li> <li>recurrences</li> <li>mortality</li> </ul>		
Lambaudie (2010)	전향적 코호트 연구	프랑스	Cervical cancer	robot-assisted laparoscopic hysterectomy	22 (50.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operation time</li> <li>number of transfusion</li> <li>hospital stay</li> <li>postoperative complication rate</li> <li>median time interval between surgery-recurrence</li> <li>recurrences</li> <li>mortality</li> </ul>	robot group : 11.55 laparoscopy group : 19.45	1
				Conventional laparoscopy	16 (45)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operation time</li> <li>severe intra-operative complications</li> <li>blood loss</li> <li>uterus weight</li> <li>postoperative fever</li> <li>UTI</li> <li>wound infection</li> <li>hospital stay</li> <li>cost</li> <li>surgeon's questionnaire</li> </ul>		
Sarlos (2010)	비동시적/과거 대조군 코호트 연구	Switzerland	benign lesions if vaginal hysterectomy was expected to be difficult because of large myomas or nulliparity	robotic hysterectomy	40 (47)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operating time</li> <li>severe intra-operative complications</li> <li>blood loss</li> <li>uterus weight</li> <li>postoperative fever</li> <li>UTI</li> <li>wound infection</li> <li>hospital stay</li> <li>cost</li> <li>surgeon's questionnaire</li> </ul>	-	2
				laparoscopic hysterectomy	150 (43.6)			

## 2) 로봇수술과 개복수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (# 포함 2 미만)
Bell (2008)	후향적 코호트 연구	미국	endometrial cancer	robotic hysterectomy	40 (63)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>lymphnode yield</li> <li>hospital stay</li> <li>return to normal activity</li> <li>transfusion</li> </ul>	robot group : 3 weeks, laparo: 4 weeks	1
				laparotomy	40 (72.3)			
Boggess (2008a)	후향적코 호트	미국	endometrial cancer	Total laparoscopic hysterectomy	103 (61.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>conversion</li> <li>estimated blood loss</li> <li>length of hospital stay</li> </ul>	-	1
				Total laparotomic hysterectomy	138 (64)			
Boggess (2008b)	비동시적 /과거대 조군 코호트 연구	미국	early stage cervical cancer	robot assisted type III radical hysterectomy	51 (47.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion</li> <li>length of stay</li> <li>self-catherization</li> <li>postoperative complications</li> <li>retrieved plevic lymph nodes</li> </ul>	-	1
				open type III radical hysterectomy	49 (41.9)			
DeNardis (2008)	후향적코 호트 연구	미국	endometrial cancer	robot assisted laparoscopic hysterectomy with lymph -adenectomy	56 (58.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion</li> <li>length of stay</li> <li>positive margin</li> <li>complications</li> </ul>	1.5	1
				total abdominal hysterectomy	106 (62.5)			
Magrina (2008)	전향적코 호트 연구	미국	gyencologic cancer (cervical cancer, endometrial cancer)	robotic radical hysterectomy	27 (50)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operating time</li> <li>console time</li> <li>docking time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>rate of blood loss</li> </ul>	31.1	1

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1 포함 2 미포함)
				laparotomy	35 (50.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>number of lymph nodes</li> <li>length of hospital stay</li> <li>complications</li> <li>transfusion</li> <li>readmission</li> </ul>		
Ko (2008)	후향적코 호트 연구	미국	Stage 1 and 2 cervical cancer	robotic radical hysterectomy	16 (42.6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>surgical time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>transfusion</li> </ul>	-	1
				open radical hysterectomy	32 (41.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>length of stay</li> <li>complications</li> </ul>		
Veljovich (2008)	비동시적 과거대조 군코호트	미국	endometrial cancer	robotic hysterectomy	25 (59.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>surgical time</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	-	1
				open hysterectomy	4 (63)	<ul style="list-style-type: none"> <li>length of stay</li> </ul>		
Estep (2009)	비동시적 /과거대 조군 코호트 연구	미국	Cervical cancer	robotic radical hysterectomy	32 (55)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operating time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>positive surgical margins</li> <li>depth of invasion</li> <li>transfusions</li> <li>length of stay</li> <li>foley days</li> <li>pain medication</li> <li>return to work</li> <li>post surgery chemoradiation</li> <li>survival status</li> </ul>	robot group : 9.5 laparotomy group : 46.1	1
				laparotomy	14 (42)			
Hoekstra (2009)	전향적코 호트	미국	endometrial cancer	robotic radical hysterectomy	32 (62)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	-	1
				laparotomy	26 (56)	<ul style="list-style-type: none"> <li>nadal count</li> <li>hospital stay</li> <li>complication</li> </ul>		

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (1 포함 2 미포함)
Maggioni (2009)	비동시적 과거 대조군 코호트 연구	미국	cervical cancer	robotic radical hysterectomy	40 (44.1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>blood loss</li> <li>length of stay</li> <li>complication</li> <li>postoperative bladder function</li> <li>pelvic lymph nodes</li> </ul>	-	1
				abdominal radical hysterectomy(ARH)	40 (49.8)			
Seamon (2009)	비동시적 과거 대조군 코호트 연구	미국	endometrial cancer patients who were obese	robotic radical hysterectomy	109 (58)	<ul style="list-style-type: none"> <li>transfusion</li> <li>estimated blood loss</li> <li>operative time</li> <li>length of hospital stay</li> <li>complications</li> </ul>	-	1
				laparotomy	191 (62)			
Cantrell (2010)	후향적코 호트연구	미국	cervical cancer	Piver type III robotic radical hysterectomy	63 (43)	<ul style="list-style-type: none"> <li>estimated blood loss</li> <li>total lymph nodes</li> <li>operative time</li> <li>length of hospital stay</li> <li>survival</li> </ul>	36	1
				open radical hysterectomy	64 (41.5)			
Geisler (2010)	후향적코 호트연구	미국	cervical cancer	robot assisted type III radical hysterectomy	30 (49)	<ul style="list-style-type: none"> <li>estimated blood loss</li> <li>lymph nodes yield</li> <li>operative time</li> <li>length of hospital stay</li> </ul>	-	2
				open hysterectomy	30 (51)			
Jung (2010)	전향적코 호트 연구	한국	stage 1 endometrial cancer	robot-assisted laparoscopic hysterectomy	28 (52.89)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>postoperative hospital stay</li> <li>pelvic lymph nodes</li> <li>complications</li> <li>transfusion</li> </ul>	-	1
				laparotomic hysterectomy	56 (50.2)			
Lambaudie (2010)	전향적 코호트	프랑스	Cervical cancer	robot-assisted laparoscopic hysterectomy	22 (50.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operation time</li> <li>transfusions</li> <li>hospital stay</li> <li>complication rate</li> <li>time interval between surgery</li> <li>-recurrence</li> <li>recurrences</li> <li>mortality</li> </ul>	robot group : 11.55 laparotomy : 34.6	1
				laparotomy	20 (53)			

한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

### 3. 신장절제술(Nephrectomy)

#### 1) 로봇수술과 복강경수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (포함 2 미만)
Caruso (2006)	후향적 코호트 연구	미국	Renal tumor	Robot Assisted Laparoscopic Partial Nephrectomy	10 (58)	<ul style="list-style-type: none"> <li>mean operative time</li> <li>mean ischemic time</li> <li>mean Estimated blood loss</li> <li>mean discharge hematocrit</li> <li>mean stay (days)</li> <li>positive margin</li> </ul>	-	2
				Laparoscopic Partial Nephrectomy	10 (61)			
Nazemi (2006)	후향적 코호트 연구	미국	malignant tumor, oncocyoma benign tumor	Radical nephrectomy using the da Vinci Surgical Robotic system	6 (67.5*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>estimated blood loss</li> <li>postoperative change in creatinine</li> <li>postoperative drop in Hgb</li> <li>blood transfusion</li> <li>postoperative analgesia</li> <li>postoperative morphine</li> <li>equivalent use for analgesia</li> <li>hospital stay</li> <li>perioperative complication rate</li> </ul>	-	2
				Laparoscopic Radical Nephrectomy	12 (69*)			
Aron (2008)	비동시적 /과거 대조군 코호트 연구	미국	renal tumor	Robot Assisted Laparoscopic Partial Nephrectomy	12 (64)	<ul style="list-style-type: none"> <li>operative time</li> <li>hospital stay</li> <li>estimated blood loss</li> <li>serum creatinnine</li> <li>estimated GFR</li> <li>warm ischemia time</li> </ul>	robot group : 7.4, laparoscopic group : 8.5	1
				Laparoscopic Partial Nephrectomy	12 (61)			
Deane (2008)	후향적 코호트 연구	미국	kidney tumor	robotic assisted laparoscopic partial/ wedge nephrectomy	10 (53.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>procedure time</li> <li>warm ischemic time</li> <li>intraoperative transfusion</li> <li>postoperative transfusion rates</li> <li>estimated blood loss</li> </ul>	16	1

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (포함 2 미만)
				laparoscopic partial nephrectomy	11 (54)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ fall in hematocrit</li> <li>♦ positive margin rate at frozen section</li> <li>♦ recurrence</li> </ul>		
Benway (2009)	후향적 코호트 연구	미국	renal tumor	robot assisted partial nephrectomy	129 (59.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ overall operative time</li> <li>♦ intraoperative blood loss</li> <li>♦ postoperative changes in hematocrit</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ warm ischemic time</li> <li>♦ conversions to open</li> <li>♦ complications</li> <li>♦ positive margins</li> <li>♦ disease recurrence</li> </ul>	12	1
				laparoscopic partial nephrectomy	118 (59.2)			
Hemal (2009)	전향적 코호트 연구	미국	renal cell carcinoma (T1-2N0M0)	robotic radical nephrectomy	15 (50.3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operating time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ transfusion</li> <li>♦ conversions to open</li> <li>♦ analgesic requirement</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ complications</li> <li>♦ local/port recurrence</li> <li>♦ distant metastasis</li> </ul>	robot group : 8.3 laparoscopic group : 9.1	1
				laparoscopic radical prostatectomy	15 (52.7)			
Jeong (2009)	후향적 코호트 연구	한국	renal tumor	robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy	31 (53.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operating time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> <li>♦ warm ischemic time</li> <li>♦ transfusion</li> <li>♦ hospital stay</li> <li>♦ recurrence</li> </ul>	20	1
				laparoscopic partial nephrectomy	26 (58.7)			
Kural (2009)	후향적 코호트 연구	터키	kidney tumor	robot-assisted partial nephrectomy	11 (50.81)	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ operative time</li> <li>♦ warm ischemic time</li> <li>♦ estimated blood loss</li> </ul>	robot group : 7.54 laparoscopic	1



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	추적관찰기간 (단위 : 월)	정량분석포함 (* 포함 2 미만)
				laparoscopic partial nephrectomy	20 (58.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• conversions</li> <li>• complications</li> <li>• transfusion</li> <li>• hospital stay</li> <li>• postoperative creatinine</li> <li>• postoperative hemoglobin</li> <li>• recurrence</li> </ul>	group : 38	
Wang (2009)	후향적 코호트 연구	미국	renal cell carcinoma	robotic-assisted partial nephrectomy	40 (61)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• total operative time</li> <li>• warm ischemic time</li> <li>• estimated blood loss</li> <li>• length of stay</li> <li>• positive parenchymal margin</li> <li>• complications</li> </ul>	-	1
				laparoscopic partial nephrectomy	62 (58)			

\* : median

## 2) 로봇수술과 개복수술과의 비교

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Renoult (2006)	비동시적 /과거대조군 코호트 연구	프랑 스	living kidney donor	robot-assisted donor nephrectomy	13 (donor: 39.38, recipient: 39.92)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operative time</li> <li>• warm ischemia time</li> <li>• blood transfusions</li> <li>• haemoglobin decrease</li> <li>• length of stay</li> <li>• BUN/Cr</li> <li>• fatality</li> <li>• complication</li> </ul>	로봇수술이 수술시간 및 운허 혈시간은 길었으나 낮은 합병 증을 보였음	-
				open live-donor nephrectomy	13 (donor: 43.53, recipient: 32.69)			

저자 (연도)	연구 유형	시행 국가	대상질환	비교대상	환자수 (평균연령)	결과변수	결론	추적관찰기간 (단위 : 월)
Nazemi (2006)	후향적코호 트연구	미국	malignant tumor, oncocytoma benign tumor	Radical nephrectomy using the da Vinci Surgical Robotic system	6 (67.5*)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• operative time</li> <li>• estimated blood loss</li> <li>• postoperative change in creatinine</li> <li>• postoperative drop in Hgb</li> <li>• blood transfusion</li> <li>• postoperative analgesia</li> <li>• postoperative morphine</li> <li>• equivalent use for analgesia</li> <li>• hospital stay</li> <li>• perioperative complication rate</li> </ul>	로봇수술이 수술시간은 유의하게 오래 걸리나, 재원기간, 출혈량, 수술후 진통제 사용은 낮은 측면을 보임	-
				open radical nephrectomy	18 (57*)			

## 부록 5. 다빈치 로봇 수술 관련 기사

사회·문화적 관점에서의 평가에서 검토되었던 다빈치 로봇수술 관련 기사를 날짜의 역순으로 정리하였다.

### 1. 네이버(Naver) 검색기사

원 매체	날짜	제목
중앙일보	2010.11.08	코리아, 세계 수술의 '기준'을 만드는 나라
국민일보	2010.11.04	[인터뷰] 의사 대신 로봇? 의사를 보조하는 로봇!
한국일보	2010.09.15	젊은 여성, 로봇 통한 자궁근종수술 선호
조선일보	2010.09.14	로봇 손 수술 참여 부쩍 늘어... 의사는 원격조종만
한국일보	2010.06.23	흉터 작고 회복 빠르고...로봇 '최소침습수술' 뜬다
국민일보	2010.06.29	국립암센터, 폐암 로봇수술 세계로 발돋움
SBS TV	2010.06.11	[건강] 신장암, 작은 구멍 1개로 간단히 수술가능
한국일보	2010.06.02	[의약계] 서울성모병원 '최소침습 및 로봇수술센터' 열어 외
국민일보	2010.05.26	서울성모병원, '최소침습 및 로봇수술센터' 개소
조선일보	2010.05.18	목소리 보존하고 합병증 없는 하인두암 로봇 수술 도입
국민일보	2010.04.24	한양대병원, 로봇수술 200례 돌파
동아일보	2010.03.15	한국 의사들 로봇조작-응용기술 탁월
한국일보	2010.03.11	경북대병원 로봇수술 300회 돌파
한국일보	2010.03.03	[의학계] 서울대병원 다빈치로봇 추가도입 외
국민일보	2010.02.26	서울대병원, 로봇 수술기 다빈치 추가 도입
한국일보	2010.02.24	서울아산병원 로봇수술 최단기간 1000건 달성
중앙일보	2010.01.27	Special knowledge <127> 수술 패러다임 바꾸는 로봇
국민일보	2010.01.13	로봇수술 급증은 미디어 보도 탓
SBS TV	2010.01.08	[건강] 로봇이 전립샘암 수술? "부작용 최소화"
한국일보	2009.11.19	세브란스병원 갑상샘암 로봇 수술 1,000례 외
국민일보	2009.11.16	세브란스병원 갑상샘암 로봇수술 1000례 돌파
국민일보	2009.10.29	서울성모병원, 로봇수술 100례 돌파
국민일보	2009.08.24	3차원 수술로봇 중부권 첫 도입...을지대병원 수술성공
동아일보	2009.08.24	[대전/충남] 중부권도 로봇수술 시대
한국일보	2009.08.24	대전 을지대학병원, 중부권 첫 수술로봇 도입
국민일보	2009.08.04	한양대병원, 다빈치 로봇수술 100례 돌파
한겨레	2009.07.20	로봇이 수술하는 시대... 다빈치가 다가온다
동아일보	2009.07.20	로봇수술 붐... 의사 기자가 직접 로봇팔로 시술해보니
한국일보	2009.07.14	원광대병원, 로봇수술 100회 돌파
MBC TV	2009.07.12	로봇수술법 한국에서 배운다
국민일보	2009.07.06	갑상샘암, 흉터 없이 수술할 수 있다
국민일보	2009.05.22	국립암센터, 위암로봇 수술영상 전송 시연
동아일보	2009.05.08	[2009 글로벌 의료마케팅 대상] 동아대학교의료원 로봇수술센터

한국일보	2009.03.26	로봇수술 해마다 급속 증가
동아일보	2009.03.23	“후유증 적다” 로봇수술 비싸지만 인기
한국일보	2009.02.27	나군호 세브란스병원 교수, 로봇수술 500건 첫 돌파
국민일보	2009.02.19	세브란스, 나군호 교수 로봇수술 500례 달성
동아일보	2009.02.02	로봇-내시경수술로 흉터 최소화…갑상샘 종양 최신 치료법
한국일보	2009.01.29	갑상샘 종양, 로봇 이용 흉터 없이 제거
한국일보	2009.01.22	서울아산병원 다빈치로봇 심장수술 100건 돌파
국민일보	2008.11.04	[우리시대의 명의(名醫)] 로봇수술 달인, 의술까지 수출
SBS TV	2008.10.30	[건강] 우리나라 로봇수술, 세계로 생중계 한다
국민일보	2008.10.24	로봇으로 수술' 미국에 한수 지도
국민일보	2008.10.21	아주대병원 '다빈치' 로봇수술 본격 운영
국민일보	2008.10.15	한양대병원, 수술로봇'다빈치'도입
국민일보	2008.07.15	위암·갑상샘종양로봇수술성공
동아일보	2008.07.14	수술 어려운 인두-후두암, 로봇 팔로 간단히 종양제거
국민일보	2008.06.27	보라매 병원, 로봇 수술 심포지엄 개최
국민일보	2008.06.23	수술용 로봇, 검증 안 된 상태에서 과잉홍보”
SBS TV	2008.06.16	로봇수술, 정교하고 안전하지만... 과잉진료 논란
한국일보	2008.06.05	[의약계] 서울대병원 다빈치 수술로봇 도입 외
국민일보	2008.05.28	서울대병원 로봇수술 본격화…매년 500례 수술에 도입
한국일보	2008.04.24	[메디컬 피플] "다빈치로봇 수술 1000회… 亞 메카로"
동아일보	2008.04.18	직장암 로봇수술법 세계 의료 교과서 된다
동아일보	2008.03.28	[대구/경북] 경북대병원 로봇수술센터 개소
동아일보	2008.03.10	수술로봇 이용 급증… '다빈치'가 뒤흔치
한국일보	2008.01.30	세브란스병원최초 내시경 로봇 훈련센터 오픈
SBS TV	2007.10.11	[건강] "'원격 수술 로봇' 우리 손으로 개발"
국민일보	2007.10.07	[메디컬 뉴스] 분당서울대병원도 다빈치로봇 가동 외
SBS TV	2007.07.06	[건강] 로봇 수술시대 활짝 열린다
국민일보	2007.05.20	대형병원로봇수술경쟁고가장비값은환자들몹
한국일보	2007.05.15	의료계 고가장비 도입 과열 경쟁…비싼 진료비 '부메랑'
국민일보	2007.01.21	상처·출혈 줄이고 손떨림도 걱정 끝 '로봇 수술' 경쟁시대
한국일보	2007.01.18	국내 첫 수술로봇 다빈치 1년 반 만에 300회 집도
한겨레	2006.10.10	로봇팔 이용한 심장판막수술 첫 성공
MBC TV	2006.09.26	로봇수술 국내 첫 성공
한국일보	2006.09.26	로봇이 심장수술 국내 첫 집도
한겨레	2006.05.17	전립샘암'로봇수술'하면 부작용 줄어든다
국민일보	2006.05.14	전립샘암 로봇수술 성과 발기 부전 등 후유증 줄여
한국일보	2006.05.11	로봇이 전립샘암 수술 '고개 숙인 남자 해결사'
동아일보	2005.07.19	신촌세브란스 국내 첫 첨단로봇수술
SBS TV	2005.07.18	로봇이 수술 '척척'
국민일보	2005.07.18	로봇 수술시대 '활짝'
한겨레	2005.07.18	로봇이 수술, 세브란스 병원 첫 성공
한국일보	2005.07.18	국내도'닥터로봇'시대개막

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

## 2. 다음(Daum) 검색기사

후생신보	2010.06.11	접근 어려운 두경부암 로봇수술로 해결
후생신보	2010.06.05	의료용 로봇개발 산학연 국제워크샵
KMAtimes	2010.05.27	서울성모병원 '최소침습 및 로봇수술센터' 개소
후생신보	2010.05.27	서울성모, 최소침습 및 로봇수술센터 오픈
코메디닷컴	2010.05.27	서울성모병원, 최소침습 및 로봇수술센터 개소
매일경제MK헬스	2010.05.27	서울성모병원, '최소침습 및 로봇수술센터' 개소
메디컬한국	2010.05.27	서울성모병원, '최소침습 및 로봇수술센터'개소
하이닥	2010.05.24	로봇수술, 이젠 산부인과에서도 본격화
KMAtimes	2010.04.26	한양대병원, 로봇수술 200례 1년 반 만에 돌파
후생신보	2010.04.26	원주기독병원, 로봇수술 시연회 개최
코메디닷컴	2010.04.23	한양대병원 로봇수술 200사례 돌파
후생신보	2010.04.16	을지병원, 오는 23일 협력병원 초청 간담회 개최
후생신보	2010.04.16	원주기독병원, 강원최초 로봇수술 도입
메디팜뉴스	2010.04.14	원주기독 로봇수술, 4월 말 본격 가동
KMAtimes	2010.04.14	로봇수술기 강원 지역 첫 도입
청년 의사	2010.03.31	'다빈치' 대체할 국산 수술로봇 개발 된다
SBS	2010.03.30	[건강] 시키면 '척척'... 전립샘암, 로봇수술로 고쳐
청년 의사	2010.03.13	로봇수술 비싸지만.. 가격인하 어렵다
청년 의사	2010.03.13	경북대병원, 다빈치 로봇수술 300례 돌파
KMAtimes	2010.03.11	경북대병원 지방최초 다빈치 로봇수술 300회 돌파
후생신보	2010.03.11	이대목동, 비뇨기과 로봇수술 심포지엄 개최
매일경제MK헬스	2010.03.10	이대목동병원,20일 '비뇨기과로봇수술심포지엄' 개최
후생신보	2010.03.08	세계 로봇수술 분야 한국 위상 급상승
청년 의사	2010.03.04	전북대병원, 갑상샘암 로봇수술 본격 시동
메디팜뉴스	2010.03.02	화순전남대병원, 다빈치 로봇수술 성공 잇달아
메디컬한국	2010.02.28	서울대병원, 최신형 다빈치 로봇 2호기 도입
메디팜뉴스	2010.02.27	1년 9개월 만에 '다빈치 로봇 2호기' 도입
KMAtimes	2010.02.26	화순전남대병원, '다빈치' 로봇수술 잇달아 성공
매일경제MK헬스	2010.02.26	[의료계 소식] 서울대병원, 로봇 수술기 다빈치 추가 도입
청년 의사	2010.02.26	서울대병원, 다빈치 로봇 2호기 도입
후생신보	2010.02.26	서울대병원, 다빈치 로봇2호기 도입
KMAtimes	2010.02.22	서울아산, 다빈치로봇수술 1000례 달성
청년 의사	2010.02.19	서울아산병원, 다빈치로봇수술 1천례 달성
매일경제MK헬스	2010.02.19	서울아산병원, 다빈치로봇수술 1000례 달성
후생신보	2010.02.19	서울아산, 최단기간 로봇수술 1,000례 달성
후생신보	2010.02.05	이화의료원, 로봇수술 1개월 만에 10례 달성
KMAtimes	2010.02.03	이화의료원, 로봇수술 1개월 만에 10례 달성
KMAtimes	2010.02.02	전북대병원 호남지역 로봇수술 메카 목표
청년 의사	2010.02.02	전북대병원, 로봇심장수술 성공
청년 의사	2010.02.01	이화의료원, 한 달 간 로봇수술 10례 달성
매일경제MK헬스	2010.02.01	이화의료원, 로봇수술 1개월 만에 10례 돌파

KMAtimes	2010.01.28	화순전남대병원, '다빈치시스템' 등 첨단장비 갖춰
KMAtimes	2010.01.18	부신제거술에도 로봇수술 "효과만점"
메디컬한국	2010.01.15	고대안암병원, 부신종양로봇으로 완치
후생신보	2010.01.14	로봇수술, 부신 등 정교한 수술에 "효과만점"
KMAtimes	2010.01.06	'복막 외 접근 로봇 근치적 전립샘 적출술' 요자제력 탁월
KMAtimes	2010.01.05	경희의료원, 다빈치S 로봇수술 100례 시행
청년 의사	2010.01.05	경희의료원, 로봇수술 100례 달성
KMAtimes	2009.12.31	수술실에 들어온 Dr.로봇
매일경제MK헬스	2009.12.29	다빈치로봇 수술을 부탁해
메디컬한국	2009.12.16	한림대의료원, 로봇수술 적용 분야 확대에 앞장
후생신보	2009.12.15	전립샘암 수술에서부터 방광 대치술까지
KMAtimes	2009.12.15	한림대의료원 다빈치 200례 돌파
매일경제MK헬스	2009.12.15	'로봇수술센터' 운영 잇따라... 수술분야도 확대
청년 의사	2009.12.08	원광대병원, '다빈치수술' 100례 달성
KMAtimes	2009.12.08	이화의료원첨단 '다빈치로봇' 도입
매일경제MK헬스	2009.12.08	이화의료원, 로봇수술센터 개소
메디팜뉴스	2009.12.04	입지 더욱 확고히 할 것 "화순전남대병원, 다빈치로봇도입
KMAtimes	2009.12.04	강남세브란스, 다빈치 400례 돌파
후생신보	2009.12.03	강남 세브란스, 다빈치 로봇수술 400례 달성
청년 의사	2009.11.20	세브란스 "로봇트레이닝센터 연 72만 불 이상 수익"
코메디닷컴	2009.11.18	세브란스병원 로봇수술연수 외국의료진에 인기
매일경제MK헬스	2009.11.18	세브란스新 의료산업의 장을 연다
후생신보	2009.11.17	갑상샘암 로봇수술 1,000례 돌파
매일경제MK헬스	2009.11.16	세브란스, 갑상샘암 로봇수술 1000례 달성
메디컬한국	2009.11.16	세브란스병원, 갑상샘암 로봇수술 1,000례 돌파
메디팜뉴스	2009.11.10	다빈치로봇 첫 심장수술 성공 40대 여성 수술 후 현재 상태 양호
후생신보	2009.11.10	다빈치로봇 '심장수술' 성공
메디컬한국	2009.11.09	서울대병원, 다빈치 로봇을 이용한 첫 심장수술 성공
후생신보	2009.10.30	서울성모병원, 개원 7개월 만에 로봇수술 100례 돌파
메디팜뉴스	2009.10.29	서울성모병원 7개월, 로봇수술 100례 돌파
후생신보	2009.10.20	전북대병원 '다빈치S' 첫 수술 성공
청년 의사	2009.10.19	전북대병원도 '로봇수술시대' 활짝
코메디닷컴	2009.10.15	비싼 전립샘 로봇수술, 부작용 더 커
청년 의사	2009.10.13	세브란스병원 "로봇수술 3천례 돌파"
메디팜뉴스	2009.10.13	연세대세브란스병원 다빈치로봇수술 4년 1개월여 만에 3,000례 돌파
후생신보	2009.10.13	세브란스병원, 다빈치수술 3,000례 돌파
코메디닷컴	2009.10.12	세브란스병원 로봇수술 3,000례 돌파
KMAtimes	2009.10.12	세브란스병원 로봇수술 3,000례 돌파
메디컬한국	2009.10.12	세브란스병원, 로봇수술 3,000례 돌파 대기록 달성
청년 의사	2009.10.01	이화의료원, 로봇수술 내시경센터 개설
후생신보	2009.09.22	고대-연세, 이번엔 '로봇교육' 전쟁
KMAtimes	2009.09.22	아시아최초 '로봇수술 3D 시뮬레이션' 교육

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

후생신보	2009.09.22	고대-연세, 이번엔 '로봇교육' 전쟁돌입
KMAtimes	2009.09.17	동아대병원 다빈치로봇 갑상샘암절제술 성공
청년 의사	2009.09.14	원광대병원, 로봇수술 심포지엄 성료
청년 의사	2009.09.12	서울성모병원, '비뇨기과 로봇 심포지엄' 개최
후생신보	2009.09.11	서울성모병원, 아시아 로봇수술 선도
메디컬한국	2009.09.11	서울성모병원, 비뇨기과 로봇 심포지움 개최
후생신보	2009.09.10	국립암센터, 로봇수술 심포지엄 개최
KMAtimes	2009.09.10	국립암센터, 암치료 로봇수술 현재와 미래 심포지엄
메디팜뉴스	2009.08.22	중부권에도 첨단 로봇수술시대 열렸다
후생신보	2009.08.21	중부권 첨단 로봇수술시대 개막
후생신보	2009.08.06	아주대병원 로봇수술 100례 달성
후생신보	2009.08.06	한양대병원, 다빈치수술 100례 돌파
메디컬한국	2009.08.05	아주대병원, 로봇수술 100례 달성
KMAtimes	2009.08.05	아주대병원 로봇수술 100례 달성
기능식품신문	2009.08.05	아주대병원, 로봇수술 100례 돌파
KMAtimes	2009.08.04	한양대병원, 다빈치 로봇수술 100례 돌파
청년 의사	2009.07.13	로봇수술급증... 세브란스병원 작년 2500여 건
KMAtimes	2009.07.13	다빈치수술·교육·학술 모두 말한다
후생신보	2009.07.13	세계 정상급 한국 로봇수술 배우자
SBS	2009.07.13	'로봇수술' 한국이 이끈다... 세계최고의 수준
MBC뉴스	2009.07.12	'로봇수술법' 한국에서 배운다
청년 의사	2009.07.11	세브란스병원, 소비자 웰빙지수 3년 연속 1위
KMAtimes	2009.07.10	전폐절제술도 다빈치로봇 이용성공
후생신보	2009.07.10	국립암센터, 다빈치 이용 전폐절제술 성공
후생신보	2009.06.25	태경교수, 중국서 '내시경로봇갑상샘수술'강연
메디팜뉴스	2009.06.25	[동정] 태경교수, '내시경 및 로봇 갑상샘수술'초청강연
KMAtimes	2009.06.10	국내최초 다빈치 트레이닝센터 개소
코메디닷컴	2009.06.05	세브란스병원 다빈치 트레이닝센터 본격가동
후생신보	2009.06.05	로봇수술의 상아탑 '트레이닝센터' 개소
후생신보	2009.04.24	다빈치 로봇시스템 이용 위암수술 성공
KMAtimes	2009.04.23	세브란스 안이병원 두경부 로봇수술에 집중
후생신보	2009.04.14	대장·직장암, 전립샘암 이어 방광암도 로봇으로 수술
청년 의사	2009.04.08	방광암에도 로봇수술시대 열리나?
KMAtimes	2009.04.08	방광암도 '로봇수술시대' 연다
청년 의사	2009.04.07	원광대병원 로봇수술 환자만족도 77% 호응
청년 의사	2009.04.05	천준 교수, 전립샘암 로봇수술 '월드클래스'
후생신보	2009.04.03	고대안암, 로봇수술 메카서 명가로 '우뚛'
KMAtimes	2009.04.03	전립샘암 로봇수술 '월드베스트' 인정
후생신보	2009.03.17	다빈치 수술 메카 '세브란스병원'
후생신보	2009.03.12	세브란스병원, 로봇수술 2,000례 돌파
청년 의사	2009.03.12	세브란스병원, 아시아 로봇수술 메카로 '우뚛'
KMAtimes	2009.03.11	세브란스병원 로봇수술 2000건 돌파

SBS	2009.02.27	[건강] 비싸긴 하지만... '로봇 수술' 전성시대
후생신보	2009.02.20	나군호 교수, 로봇수술 500례 달성
매일경제MK헬스	2009.02.19	세브란스 나군호 교수, 로봇수술 500례 돌파
하이닥	2009.02.04	로봇-내시경 수술로 흉터최소화... 갑상샘 종양 최신 치료법
KMAtimes	2009.01.28	로봇수술 '명익'의 반열에 오르다
메디컬한국	2009.01.28	경희의료원, 다빈치S 로봇수술 도입 가동
청년 의사	2009.01.28	경희의료원, '다빈치S' 로봇수술 도입
후생신보	2009.01.22	다빈치 이용 목 수술 여성에 큰 인기
청년 의사	2009.01.15	김선한 교수, 로봇수술 본고장 미국에 한수 지도
KMAtimes	2009.01.15	클리블랜드 클리닉도 한국에서 배웠다
후생신보	2009.01.15	직장암 로봇수술 세계석권고대 안암병원 김선한 교수
KMAtimes	2009.01.13	서울아산, 다빈치 심장수술 국내최초 100례 돌파
매일경제MK헬스	2009.01.13	서울아산, 다빈치 심장수술 국내 최초 101례 돌파
청년 의사	2009.01.13	흉부외과 인력난 속 로봇 심장수술 활성화
후생신보	2009.01.13	다빈치 심장수술 100례 돌파
매일경제MK헬스	2009.01.12	복강경, 로봇수술보다 비용대비 효과 높다
매일경제MK헬스	2009.01.12	로봇수술, 만족하지만 비싸서 부담
청년 의사	2008.12.11	삼성암센터, 전립샘암 로봇수술 100례
KMAtimes	2008.12.11	전립샘암 로봇수술 100례
청년 의사	2008.11.10	원광대병원, 갑상샘 암환자 첫 로봇수술
KMAtimes	2008.10.27	한국 로봇수술, 본고장 미국의 메이요 클리닉에 생중계
청년 의사	2008.10.27	고대 김선한 교수, '로봇수술세계정상' 재입증
청년 의사	2008.10.21	한양대병원 로봇수술센터 심포지움 개최
KMAtimes	2008.10.21	세계최고 로봇수술교육센터, 한국인 명예교수 임용
메디컬한국	2008.10.21	아주대병원, '다빈치로봇'으로 첫 수술
KMAtimes	2008.10.21	아주대병원 다빈치 '무한도전' 합류
청년 의사	2008.10.20	선진국 의사들에게 한 수 가르치는 '로봇서전'
청년 의사	2008.10.16	한양대병원, HYMIT 로봇수술센터 개소
KMAtimes	2008.10.15	한양대병원 로봇수술센터 개소
청년 의사	2008.10.15	원광대병원, 전립샘 암환자 로봇수술 성공
청년 의사	2008.10.07	원광대병원, 최첨단 로봇수술기 다빈치 도입
청년 의사	2008.10.02	한양대병원, HYMIT 로봇수술센터 오픈
KMAtimes	2008.09.22	아시아 의료허브 싱가포르에 첨단 '로봇수술' 기법전수
KMAtimes	2008.09.22	아시아 의료허브 싱가포르에 첨단 '로봇수술' 기법전수
청년 의사	2008.09.11	의료로봇학회, 창립기념 제 1차 학술대회개최
메디컬한국	2008.08.30	순천향대학교병원-첨단로봇 암치료기로 치료 수준 업그레이드
청년 의사	2008.08.24	英의료진, 로봇 이용 복부 대동맥류 수술 성공
KMAtimes	2008.08.07	대한민국 로봇수술, 싱가포르에 심는다
청년 의사	2008.08.06	국내 '대장-직장암로봇수술' 싱가포르 전수
청년 의사	2008.07.15	고대안암병원, 위암·갑상샘종양 로봇수술 성공
청년 의사	2008.07.08	세브란스병원, 로봇수술 국제심포지엄 개최
KMAtimes	2008.06.30	'의료로봇학회' 올해 9월 출범 예정



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

청년 의사	2008.06.24	한림대성심병원, 다빈치 로봇수술 건강강좌
메디컬한국	2008.06.16	중국의료진-전립샘암 치료법 공부하러 방한했다
청년 의사	2008.04.29	분당서울대, 로봇수술 '국내최단' 100례 돌파
청년 의사	2008.04.19	세브란스, '다빈치' 통한 로봇수술 1천례 달성
청년 의사	2008.04.18	고대안암 '직장암로봇수술', 세계를 대표한다!
청년 의사	2008.03.17	고대안암병원, 비뇨기 로봇수술 심포지움 개최
청년 의사	2008.03.17	영동세브란스, '다빈치로봇수술' 100례 달성
청년 의사	2008.03.10	분당서울대병원, '로봇대동맥수술' 첫 성공
청년 의사	2008.01.15	세브란스, 아시아 첫 '로봇수술 교육센터' 개설
청년 의사	2008.01.15	국립암센터도 '로봇수술시대' 동참
청년 의사	2007.12.05	고대안암병원 로봇수술센터 수술 50례 달성
MBC	2007.09.29	로봇 수술의 허와 실
SBS	2007.11.07	어려운 암수술, 로봇손이 대신해요
MBC 뉴스	2007.09.27	로봇 수술 국내 첫 성공

## 부록 6. 로봇 수술 ongoing study [clinicaltrial.gov 검색결과]

Status	Study	Official title	Nation	Study Design	Population	Inter-vention	Compari-sion	primary outcomes	secondary outcomes	time frame	비고
Recruiting	Transoral Robotic Surgery(TORS) for Oral and Laryngopharyngeal Lesions Using Da Vinci Robotic Surgical System	A Pilot Study Assessing Transoral Robotic Surgery(TORS) for Oral and Laryngopharyngeal Benign and Malignant Lesions Using the Da Vinci Robotic Surgical System	미국	case series open label	Head and Neck Neoplasms	Da Vinci Robotic Trans-oral Robotic Surgical System	-	number and percent of all evaluable patients who have successfully undergone TORS a teach in term	operative time, blood loss and complications, to assess the learning curve for TORS QoL	q 6mo	
Recruiting	Clinical Trial Comparing Conventional and Robot Assisted(Da Vinci) Laparoscopic interventions for Hysterectomy	Laparoscopic Hys-terectomy: a Clinical Randomized Trial Comparing Conventional and Robot-Assisted (DaVinci) Techniques	스위스	RCT	Laparoscopic Hysterectomy; Duration of Surgery; Intra-operative Complications; Postoperative Complications	Robot assisted (Da Vinci) Laparoscopic hysterectomy	Conventional Laparoscopic	duration of surgery [Time Frame: after surgery]	complications[Time Frame: within hospitalisation] costs[Time Frame: during hospitalisation]	-	
Recruiting	Laparoscopic "DA VINCI" Robot Assisted Abdominal Wall Hernia Repair	Assistance Robotics for the Surgical Treatment of the Abdominal Wall Hernia	프랑스	RCT	Abdominal Wall Hernia	Laparoscopic DA VINCI Robot Assisted coelioscopy	conventional coelioscopy	education in morphine consumption	Pain patient(ENS, total consumption of morphine) quality of life(SF-36) length of stay in hospital, percentage return home to 24hours of surgery morbidity resumption of work	6~12 mo	

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

Recruiting	Transoral Robotic Surgery(TORS) for Sleep Apnea	A Pilot Study Assessing Surgical Exposure During Transoral Robotic Surgery (TORS) for Sleep Apnea Using the da Vinci <sup>®</sup> Robotic Surgical System	미국	case series open label	Obstructive Sleep Apnea	Transoral robotic surgery (TORS)	-	To assess if the da Vinci Robotic Surgical System (Intuitive Surgical, Inc, Sunnyvale, CA) allows for "adequate exposure" for transoral resection of hypertrophic lingual tonsils in patients with obstructive sleep apnea.	ability to perform Optime bloodloss complications	1yr	
Recruiting	Assessing the da Vinci <sup>®</sup> Robotic Surgical System for Surgery of the Upper Aerodigestive Tract	A Pilot Study Assessing Transoral Robotic Surgery (TORS) For Oral And Laryngopharyngeal Benign And Malignant Lesions Using The da Vinci <sup>®</sup> Robotic Surgical System	미국	case series open label	Hypopharyngeal Neoplasms; Laryngeal Neoplasms; Head and Neck Cancers; Oropharynx; Hypopharynx; Larynx	Transoral Robotic Surgery	-	Overall complication rate (intraoperative and postoperative)	Feasibility defined as ability to perform the planned diagnostic or therapeutic procedure, blood loss, intra-operative time.	6mo	
Completed	The Clinical Study of Making the Evidence With Application of Da Vinci Robot Assisted Low Anterior Resection in Rectal Cancer	The Clinical Study of Making the Evidence With Application of Da Vinci-Robot Assisted Low Anterior Resection in Rectal Cancer	한국 (연세대 김남규 교수)	retrospective case control	Rectal Cancer	robot	laparoscopy	Bladder function	sexual function	1, 3mo	

Not yet recruiting	Study on surgical Treatment of Early Stage(T1-T2) Glottosupraglottic Laryngeal Cancer Via Transoral Resection With Robotic assistance	Observational Study on Surgical Treatment of Early Stage (T1-T2) Glotto-supraglottic Laryngeal Cancer Via Transoral Resection With Robotic Assistance	프랑스	case series open label	Laryngeal Neoplasms	Transoral robot-assisted tumor resection using the da Vinci robot	-	The presence/absence of cancerous tissue in the surgical margins of the resected tumors	Time to prepare the surgical setting(min) Time necessary to dock the robot(min) Total surgical time (console time)(min) Intervention time taking into account cervical ganglions(min) Was a tracheotomy necessary? yes/no Presence/ absence of bleeding complications Was a conversion to an open procedure necessary? yes/no	1day	
Recruiting	Robotic Assisted Surgery in Upper Aerodigestive Tract Surgery	Robotic Assisted Surgery in Upper Aerodigestive Tract Surgery	미국	case series open label	Oropharyngeal Lesions; Hypopharyngeal Lesions; Oral Cavity Lesions	da Vinci <sup>®</sup> Robotic System	-	Assess exposure and access to oropharyngeal and hypopharyngeal head and neck lesions	Assessment of patient safety and document surgical time and set-up	3 mo	
Recruiting	Laparoscopic Sacropepy With Robot-Assisted Surgical System	Laparoscopic Sacropepy: Clinical Prospective Study With Robot-Assisted Technique(da Vinci <sup>®</sup> -System)	스위스	case series open label	Vaginal Vault Prolapse		-	Duration of surgery	Complications Anatomical results QoL Cost	6mo	

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

Recruiting	Coronary Stenting and Coronary Bypass Grafting at the Same Time in a Specialty Built Operating Room	Same Procedure Cardiac Hybrid Surgery in a Specialty Built OR- A Pilot Study	캐나다	case series open label	Coronary Artery Disease	Robotic-assisted Coronary Surgical Revascularization	PCI- Drug Eluting Stents	Safety & efficacy of integrated myocardial revascularization performed in a single stage	One-year post operative stenosis rate, Success rate is defined as a reduction in stenosis to < 50% Myocardial infarction Death, Repeat revascularization at any time after the robotic hybrid, revascularization, In-hospital complications during or after surgery, Inability to revascularize with the use of both stenting and LIMA to LAD by pass, Inability to revascularize with the use of the daVinci Surgical System	1, 5 years	
Active, not recruiting	Transoral Robotic Surgery or Standard Surgery in Treating Patients With Benign or Malignant Tumors of the Larynx and Pharynx	A Pilot Study Assessing the Use of DA VINCI Robotic Surgical System in Laryngeal and Pharyngeal Surgeries	미국		Head and Neck Cancer	transoral robotic surgery	therapeutic conventional surgery	Operative time that directly affects operative cost	Blood loss Intraoperative and postoperative complications, Need for reconstruction, Margins status, Length of hospital stay, Tracheostomy and PEG dependence Days to oral intake Time to local recurrence, Speech intelligibility, Quality of life Post operative pain, Proportion of robotic surgical cases where adequate surgical exposure allowed for successful operation completion	3, 6 months	

Completed	Robotic Assisted Versus Laparoscopic Cholecystectomy -Outcome and Cost Analyses of a Case-Matched Control Study	Robotic Assisted Versus Laparoscopic Cholecystectomy -	스위스	NRT openlabel	Cholecystolithiasis	robotic assisted cholecystectomy	Laparoscopic Cholecystectomy	complications	Conversion rates, operative time, hospital-costs		
Active, not recruiting	Laparoscopic Versus Robotic Assisted Laparoscopic Sacrocolpopexy for Vaginal Prolapse	Conventional Laparoscopic Versus Robotic Assisted Laparoscopic Sacrocolpopexy: a Randomized Controlled Trial	미국	RCT doubleblind	Pelvic Organ Prolapse	robotic laparoscopic sacrocolpopexy	Laparoscopic Sacral Colpopexy	operative time from incision to closure	perioperative complications, hospital costs and post-operative patient outcomes	1yr	
Recruiting	Laparoscopic Surgery Versus Robot Surgery for Right-side Colon Cancer: Short-term Outcome of a Randomised Clinical Trial	-	한국 (경북대 박준석 교수)	RCT singleblind	Colon Cancer	robot-assisted surgery	laparoscopic right-hemicolectomy	surgical quality based on pathological examination	complication	~1mo	
Recruiting	A Trial on Laparoscopic Hysterectomy Versus Robotic Hysterectomy	Laparoscopic Hysterectomy With and Without Robotic Assistance: a Randomized Prospective Trial	미국	RCT open	Hysterectomy	Robotic hysterectomy	Standard Hysterectomy	total procedure time - skin incision to skin closure	-		어떤 로봇인지 불명확

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

Recruiting	Light Endoscopic Robot Use in Laparoscopic Surgery	Light Endoscopic Robot Use in Abdominal and Urological Laparoscopic Surger	프랑스	RCT open	Laparoscopy	Light Endoscopic Robot Use in Laparoscopic Surgery		Number of useful hands, robot as a useful mechanical hand	To evaluate reliability and limits of light endoscopic robot: Number of break down, failure(manipulation, voice recognition, other) Compare surgeon's visual comfort in two groups(REL group and AO group) : evaluate scale of surgeon's visual comfort during surgery, Compare surgery's periods, Evaluate complications: Number of complications(per-operative, post-operative) Evaluate medical and paramedical use of light endoscopic robot: apprentice time, labour time, Medical and economic evaluation: cost benefit analysis: human cost, cost		어떤로봇 인지불명확 임상결과 측정이 목표가 아님
Active, not recruiting	Postoperative Distress and Cosmetic Outcomes After Open Versus Robotic Thyroidectomy (Robot1)	Does Robotic Assistance Significantly Reduce Post-operative Distress and Patient Complaints About Cosmetic Outcomes After Thyroid Surgery? A Preliminary Report	한국 (아주대 병원, 이잔디 교수)	prospective case control	Thyroidectomy	Robotic thyroidectomy group	Conventional open thyroidectomy group	Surgical outcomes, postoperative pain and cosmetic outcomes	Subjective voice and swallowing evaluation	1day, 3mo	어떤 로봇인지 불명확

Recruiting	Evaluation of Robot-Assisted Surgery in Gynecologic Oncology	Prospective Evaluation of Robot-Assisted Surgery in Gynecologic Oncology	미국	case series	Gynecologic Cancer	Robotic Gynecologic Surgery	-	Data Collection of Surgical Times, Procedures Performed, Intra-operative +Postoperative Complications Behavioral: Questionnaire	-	5yrs	
Recruiting	A Pilot Study of the Use of the DaVinci Robotic System for Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery	A Pilot Study of the Use of the DaVinci Robotic System for Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery	미국	비동시적과 거대조균 코호트 open cohort	Head and Neck Neoplasms	robot assisted endoscopic head and neck surgery	?	ability to adequately visualize the operative field and complete planned surgery	complication rate compared to stand ard endoscopic and minimally invasive procedures blood loss compared to historical controls of endoscopic and minimally invasive procedures quality of life a tearly(1-3 months) and late(one year) number of days hospitalized immediately after surgery Time to recurrence of tumor or other pathology for which procedure was performed Time from start of treatment to death	1day, 1mo, 1yr	



## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

Recruiting	Perioperative Morbidity in Gynecooncology According to the Procedure : Coelioscopy Versus Robot-assisted Coelioscopy	Perioperative Morbidity in Gyneco-oncology According to the Procedure : Coelioscopy Versus Robot-assisted Coelioscopy	프랑스	RCT open	Cervical Cancer Uterus Cancer Ovarian Cancer	Robot-assisted Coelioscopy	Coelioscopy	Perioperative morbidity at six months	Anesthetic and ventilator parameters Post-operative analgesia Surgeon's ergonomy Quality of Life(SF-36) operative time (overall intervention, incisionor "skin-to-skin",robot) Progression-free survival Anatomopathology	2yr	어떤 로봇인지 불명확
Completed	Robotic Urogynecological Surgery: Hospital Stay and Perioperative Complications	Recovery After Robotic Urogynecological Surgery: Hospital Stay and Perioperative Complications of Patients Who Did Not Complete Questionnaires	미국	retrospective cohort?	Urogynecology	Robot-assisted sacrocolpopexy	-	length of hospital stay and perioperative complications	-	1yr	
Recruiting	Assessing the da Vinci Robotic Surgical System for Surgery of the Upper Aerodigestive Tract	A Pilot Study Assessing Transoral Robotic Surgery (TORS) For Oral And Laryngopharyngeal Benign And Malignant Lesions Using The da Vinci Robotic Surgical System	미국	case series openl abel	Hypopharyngeal Neoplasms Laryngeal Neoplasms Head and Neck Cancers Oropharynx Hypopharynx Larynx	Transoral Robotic Surgery	-	Overall complication rate (intraoperative and postoperative)	Feasibility defined as ability to perform the planned diagnostic or therapeutic procedure, blood loss, intraoperative time.	1.5mo	

Recruiting	Abdominal Colpopexy: Comparison of Endoscopic Surgical Strategies	Abdominal Colpopexy: Comparison of Endoscopic Surgical Strategies	미국	RCT double blind	Pelvic Organ Prolapse	Robotic Assisted Laparoscopic Sacrocolpopexy	Laparoscopic Abdominal Sacrocolpopexy	total cost of care	short-term recovery and the time to return to normal activities(SF-36, EQ5D, Disease-specific: compare urinary, bowel and prolapse scales of validated conditions specific Pelvic Floor Impact Questionnaire amongst groups.)	1yr	어떤 로봇인지 불명확
Completed	Recovery After Robotic Urogynecological Surgery: The Patient's Perspective	Recovery After Robotic Urogynecological Surgery: The Patient's Perspective	미국	retrospective cohort?	Urogynecology	DaVinci-assisted laparoscopic surgery	-	unclear	unclear	unclear	
Completed	Robot-Assisted Laparoscopic Myomectomy Is an Improvement Over Laparotomy in Patients With a Limited Number of Fibroids	Robot-Assisted Laparoscopic Myomectomy Is an Improvement Over Laparotomy in Patients With a Limited Number of Fibroids	미국	retrospective case control?	Fibroid Uterus	Robot-assisted Laparoscopic myomectomy	unclear	Post-operative variables, including estimated blood loss, length of stay, days to a regular diet and febrile morbidity	-	1 day	어떤 로봇인지 불명확

## 한국적 상황을 고려한 로봇수술에 대한 의료기술평가

Recruiting	This is a Study of Nerve Reconstruction Using AVANCE in Subjects Who Undergo Robotic Assisted Prostatectomy for Treatment of Prostate Cancer	A Pilot Study to Assess the Technical Feasibility of Robotic Assisted Laparoscopic Interpositioning of the AVANCETM Nerve Graft for Reconstruction of the Neurovascular Bundle, With a Twenty-four Month Follow-up Term to Assess Efficacy	미국	case series	Peripheral Nerve Injury Prostate Cancer Radical Prostatectomy Nerve Reconstruction Cavernous Nerve Injury	Robotic Assisted Laparoscopic for Reconstruction of the Neuro-vascular Bundle	-	Surgeon Assessment of Technical Feasibility	Erectile Recovery Rates Continence Rates Quality of Life Questionnaire Adverse Events	1~24mo	어떤 로봇인지 불명확
Recruiting	Robotic Laparoscopic Radical Prostatectomy	Robotic Laparoscopic Radical Prostatectomy	캐나다	prospective cohort?	Prostate cancer	Robotic Laparoscopic Radical Prostatectomy	unclear	unclear	unclear	unclear	어떤 로봇인지 불명확

**발행일** 2011. 6. 13  
**발행인** 허대석  
**발행처** 한국보건의료연구원

이 책은 한국보건의료연구원에 소유권이 있습니다.  
한국보건의료연구원의 승인없이 상업적인 목적으로  
사용하거나 판매할 수 없습니다.

