



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학박사 학위논문

신의료기술 도입 과정과

영향에 대한 연구

- 한국의 로봇수술 사례

2023년 8월

서울대학교 대학원

의학과 의료관리학전공

노준수

신의료기술 도입 과정과
영향에 대한 연구
- 한국의 로봇수술 사례

지도교수 도 영 경

이 논문을 의학박사 학위논문으로 제출함
2023년 4월

서울대학교 대학원
의학과 의료관리학전공
노 준 수

노준수의 박사 학위논문을 인준함
2023년 7월

위원장	<u>김 윤</u>	(인)
부위원장	<u>도 영 경</u>	(인)
위원	<u>이 진 석</u>	(인)
위원	<u>이 규 언</u>	(인)
위원	<u>조 민 우</u>	(인)

국문초록

신의료기술의 도입은 의사의 진료 행태, 의료의 질, 의료비 등 다양한 측면에서, 그리고 환자와 의료기관, 지역 및 국가 보건의료 체계의 다양한 수준에서 영향을 미칠 수 있다. 하지만 한국에서 신의료기술의 도입은 거의 전적으로 의료기관의 관심이 반영되어 이루어진다. 의료기관 수준에서 발생하는 신의료기술 도입에 관한 의사결정이 보건의료체계 수준에서 어떤 결과를 초래하는지에 대해서는 거의 연구가 이루어지지 않았다. 우선 보건의료체계 수준에서 신의료기술의 적절한 관리를 위해서는 의료기관의 신의료기술 도입 원인과 과정에 대한 이해가 필요하지만 선행연구에서는 거의 다루어지지 않았다. 선행연구는 또한 진단기술에 집중하여 치료기술의 도입 원인과 과정, 도입 시기별 차이, 도입 결과가 도입에 미치는 영향 등에 대해서는 조명하지 못하였다. 그리고, 한국적 맥락에서 신의료기술 도입에 어떤 이론적 모델이 적용 가능한지 알려져 있지 않았다. 신의료기술 도입이 미칠 수 있는 지역 및 국가 보건의료체계 수준의 영향에 대해서도 거의 알려져 있지 않았다. 이러한 선행 연구의 한계를 극복하고자 이 논문에서는 한국의 로봇수술 사례를 통하여 신의료기술 도입 과정과 영향에 대한 연구를 수행하였다.

연구는 질적연구와 양적연구로 진행되었다. 질적연구는 로봇수술 관련 전문가 15명을 대상으로 진행되었다. 심층면접을 통하여 의료기관의 로봇수술 도입과정과 원인, 결과를 연구하였다. 양적연

구는 로봇수술 도입 이후 수술량, 입원환자 수 등 환자 진료량의 변화와 지역 내에서 진료량이 많은 병원과 그 외 병원의 진료량 격차 변화, 지역별로 로봇수술 도입이 자체충족률에 미친 영향을 분석하였다. 자료는 국민건강보험 의료이용 자료와 서울대학교병원 의료이용 자료를 사용하였다. 분석방법으로는 빈도 분석과 단절적 시계열분석을 사용하였다.

질적연구 결과로부터 로봇수술 도입에 의료진의 선호, 의료진의 혁신에 대한 개방성, 환자들의 선호, 병원의 경영적 필요성, 수익성, 실손의료보험 등이 영향을 미쳤음을 확인하였다. 이러한 요인은 선행연구의 이론적 모델로 설명할 수 있었다. 로봇수술 도입 시기별로 중요하게 고려한 점들이 차이가 있었다. 로봇수술 도입 초기에는 저명한 의료진의 의견에 따라, 차세대 수술도구 선점을 위한 경영적 필요성을 이유로 도입을 결정하였다. 중기 이후로는 환자들의 선호가 늘어나 수요가 증가하였으며, 도입 비용을 할인 받을 수 있다는 점 등 수익성이 주요 도입 원인이었다. 실손의료보험은 전략적 특성으로서 신의료기술 도입을 촉진하는 역할을 하였다. 도입으로 인한 임상적 효과 증진, 수익 증가 등은 의료진의 선호도, 병원의 경영적 필요성을 증가시켜 도입을 촉진하였다. 이는 신의료기술 도입으로 인한 긍정적 결과가 다시 도입에 영향을 미친다는 것을 보여준다.

양적연구 결과에서, 로봇수술의 도입은 기관 수준에서는 진료량과 검진양을 증가시키며, 지역 수준에서는 진료량이 많은 병원으로 집중화를 일으키는 것으로 나타났다. 그러나 일반적인 예상

과는 달리 이런 지역 수준의 집중화는 전체 수준에서는 수도권으로의 집중화를 일부 완화해주는 효과가 있었다. 이는 신의료기술의 도입으로 인한 집중화가 막연한 우려와는 달리 지역 보건의료체계 수준에서 적절하게 도입된다면 전체 보건의료체계 수준에서의 접근성이 오히려 개선될 수 있음을 보여준다.

이 연구를 통하여 선행연구의 이론적 모델이 한국적 맥락에서도 대체로 적용될 수 있다는 점을 확인하였으며 도입 시기별 주요 도입 요인들을 확인할 수 있었다. 또한, 도입의 결과가 다시 도입에 영향을 미치는 것을 적용하여 수정된 이론적 모델을 제시할 수 있었다. 이를 통해 의료기관의 신의료기술 도입 원인과 과정, 결과에 대한 이해를 넓힐 수 있었다. 신의료기술의 도입은 전체 보건의료체계 수준에서 수도권으로 유출되는 의료수요를 지역으로 되돌리는 효과가 있으므로, 향후 지역 보건의료체계 수준에서의 도입 결정을 적극적으로 고려할 필요가 있다. 이 연구는 향후 신의료기술 도입의 정책적 개입지점을 찾는 후속 연구에 단초가 될 수 있으며 지속적으로 도입될 치료기술의 보건의료체계 수준의 영향을 가늠하는 데에도 도움을 줄 수 있다.

주요어: 신의료기술, 로봇수술, 신의료기술 도입, 신의료기술 영향, 로봇수술 도입 원인, 로봇수술 도입 결과

학 번: 2018-34252

차례

I. 서론	1
1. 연구배경	1
가. 신의료기술의 정의 및 영향	1
나. 신의료기술 도입 영향 요인 및 도입 과정	6
다. 한국의 로봇수술 도입 사례	20
라. 연구의 필요성	28
2. 연구목적	31
3. 연구의 개념틀	33
II. 연구대상 및 방법	35
1. 연구 설계	35
2. 로봇수술 도입 과정 연구	35
가. 연구팀 구성	36
나. 심층면접 설계	36
3. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향	43
가. 연구자료	43
나. 연구대상	44
다. 변수정의	44
라. 분석방법	48
4. 임상연구심의위원회(IRB) 승인 및 연구 일정	51
III. 연구결과	53
1. 로봇수술 도입 및 과정 연구	53
가. 심층면접 참여자의 특성	53

나. 심층면접 결과	55
다. 소결	85
2. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향 ..	89
가. 국민건강보험 의료이용 자료 분석 결과	89
나. 서울대학교병원 의료이용 자료(SCDM) 분석 결과	132
IV. 고찰	144
1. 로봇수술 도입 과정 연구	144
2. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향 ..	150
3. 통합적 고찰	157
4. 학문적 의의	160
5. 정책적 의의	161
6. 한계	162
V. 결론	164
VI. 참고문헌	166

표 차례

표 1. 비급여의 유형별 구분	4
표 2. 의료기기 유형별 특성	14
표 3. 심층 면접조사 질문지	39
표 4. COREQ에 따른 연구내용 요약	42
표 5. 지표 및 정의	45
표 6. 로봇수술 정의 행위코드	46
표 7. 연구수행 일정	52
표 8. 인터뷰 참여자 특성	54
표 9. 로봇수술 도입 과정 및 결과 코드 범주화	57
표 10. 로봇수술 도입 원인 및 과정 코드 범주	58
표 11. 특성별 도입 원인	59
표 12. 로봇수술 도입 결과 코드 범주	74
표 13. 시기별 차이 비교	86
표 14. 시/도별 도입 병원 수	90
표 15. 로봇수술 도입병원 시기별 특성	91
표 16. 연도별 전립선암 수술량	91
표 17. 연도별 갑상선암 수술량	92
표 18. 지역별 전립선암, 갑상선암 수술 건수 및 로봇수술 분율	94
표 19. 개인특성별 전립선암, 갑상선암 수술 건수 및 로봇수술 분율	95
표 20. 로봇수술 도입 기관 전립선암 진료량 ITSA 분석 결과	98
표 21. 로봇수술 도입 기관 갑상선암 진료량 ITSA 분석 결과	100

표 22. 로봇수술 도입 기관에서 PSA 검사량 ITSA 분석 결과	101
표 23. 전립선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과	109
표 24. 전립선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	111
표 25. 전립선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과	113
표 26. 전립선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	115
표 27. 갑상선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과	117
표 28. 갑상선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	119
표 29. 갑상선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과	121
표 30. 갑상선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	123
표 31. 전립선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	125
표 32. 전립선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	127
표 33. 갑상선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	129
표 34. 갑상선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	131
표 35. 전립선암 수술량 및 로봇수술 분율	133
표 36. 갑상선암 수술량 및 로봇수술 분율	135
표 37. 연도별 갑상선암 병리적 중증도별 진료량	136
표 38. 로봇수술 도입 전, 후 갑상선암 병리적 중증도별 분율	136
표 39. 로봇수술 조작적정의 정확도 분석(전립선암)	142
표 40. 로봇수술 조작적정의 정확도 분석(갑상선암)	143

그림 차례

그림 1. 기관의 신의료기술 도입 이론적 모델	12
그림 2. 연구의 개념틀	34
그림 3. 로봇수술과 보험수술의 정의	46
그림 4. 로봇수술 도입 결과 모식도	88
그림 5. 로봇수술 도입병원 수 추이(누적)	89
그림 6. 전립선암 연도별 수술량 추이	92
그림 7. 갑상선암 연도별 수술량 추이	93
그림 8. 전립선암, 갑상선암 로봇수술 분율 추이	93
그림 9. 로봇수술 도입 기관 도입 전, 후 전립선암 진료량 추이	96
그림 10. 로봇수술 도입 기관 도입 전, 후 갑상선암 진료량 추이	96
그림 11. 로봇수술 도입 기관 전립선암 진료량 ITSA 분석	97
그림 12. 로봇수술 도입 기관 갑상선암 진료량 ITSA 분석	99
그림 13. 로봇수술 도입 기관 PSA 검사량 ITSA 분석 결과	101
그림 14. 로봇수술량 상위 6개 병원 전립선암 진료량 추이	102
그림 15. 로봇수술량 상위 6개 병원 전립선암 진료량 분율 추이	103
그림 16. 로봇수술 상위 6개 기관 및 그 외 기관의 전립선암 입원 환자 수 대비 수술 분율 추이	103
그림 17. 로봇수술 상위 6개 기관 및 그 외 기관의 갑상선암 입 원 환자 수 대비 수술 분율 추이	104
그림 18. 수도권 로봇수술 도입 기관에서 전립선암, 갑상선암 분기	

별 로봇수술 건수 추이	105
그림 19. 전립선암 입원환자 자체충족률 추이	106
그림 20. 갑상선암 입원환자 자체충족률 추이	107
그림 21. 유방암 입원환자 자체충족률 추이	107
그림 22. 전립선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과	108
그림 23. 전립선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	110
그림 24. 전립선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과	112
그림 25. 전립선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	114
그림 26. 갑상선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과	116
그림 27. 갑상선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	118
그림 28. 갑상선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과	120
그림 29. 갑상선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과	122
그림 30. 전립선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	124
그림 31. 전립선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	126
그림 32. 갑상선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	128
그림 33. 갑상선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과	130
그림 34. 로봇수술 도입 전, 후 전립선암 초진 환자 수	132
그림 35. 로봇수술 도입 전, 후 갑상선암 초진 환자 수	133
그림 36. 연도별 전립선암 로봇수술 분율	134
그림 37. 전립선암 입원환자 대비 수술환자 분율	134
그림 38. 연도별 갑상선암 로봇수술 분율	135
그림 39. 연도별 전립선암 중등도별 환자 수	137
그림 40. 연도별 전립선암 중증(Gleason' s score 8~10) 환자 분율	138

그림 41. 연도별 갑상선암 TNM 병기별 환자 수	139
그림 42. 연도별 갑상선암 TNM 병기 3, 4기 분율	139
그림 43. 연도별 PSA 검사량 추이	140
그림 44. 연도별 PSA 양성률 추이	140
그림 45. 로봇수술 도입 전후 PSA 검사량 추이	141
그림 46. 수정된 이론적 모델(제안)	148

수식 차례

수식 1. ITSA 분석 모형	48
------------------------	----

I. 서론

1. 연구배경

가. 신의료기술의 정의 및 영향

1) 신의료기술의 정의

기술(technology)은 가공품(artefact)과 술기(technique)로 구성된다. 가공품은 인간에 의해 만들어진 것으로 하드웨어나, 물품들을 말하며, 술기는 특정 과업을 수행하기 위한 행위들의 집합으로 기술, 방법, 루틴(routine) 등을 포함한다.¹⁾ 의료영역에서 기술은 일반적으로 장비로 정의되지만, 의료가 전달되는 과정이나 지식, 정보 등 다양한 투입들이 의료에 사용되는 과정을 포함하기도 한다. 미국의 기술평가원(Office of Technology Assessment, OTA)에서는 의료기술을 ‘의료에서 사용되는 의약품, 장비, 내과적, 외과적 술기와 의료가 제공되는 체계’로 정의하였다.²⁾ 영국의 NHS (National Health Service)에서는 ‘건강증진 및 예방과 치료, 재활과 장기요양의 증진을 위해 의료전문가가 사용하는 모든 방법’으로 의료기술을 정의하고 있다.³⁾ 의료기술은 이렇듯 의약품, 장비, 내과적, 외과적 술기 및 체계까지 광범위하게 포함하고 있다. 이러한 의료기술 중 신의료기술은 ‘기존 의료시장에서 사용하던 의료기술과는 다른 새로운 진단, 검사, 치료 또는 예방기술’로 정의된다.⁴⁾ 한국에서는 신의료기술을 의료법에서 ‘새로 개발된 의료기술로서 보

건복지부 장관이 안전성, 유효성을 평가할 필요성이 있다고 인정하는 것'으로 정의하여 '신의료기술평가'의 대상으로 삼고 있다. 또한, 의료기술 외에 좀 더 포괄적인 표현으로 혁신(innovation)이라는 개념을 사용하는 경우도 있다. 혁신은 분야별로 다양하게 정의되지만, 일반적으로 의학연구에서는 의료기술(health technologies)과 행위(practice)로 정의한다.⁵⁾

2) 신의료기술의 영향

신의료기술은 긍정적 영향을 미칠 수 있다. 첫 번째로는 병원 내 통신체계(communication system)를 통하여 환자와 의료진이 다양한 방식으로 소통할 수 있다. 이는 응급상황에 처한 환자를 즉각적으로 인지하고 치료하는데 도움을 준다. 두 번째로는 감염병 유행 등 공중보건의 위기 상황에서 빠르게 지역사회의 의료수요에 반응하여 피해를 최소화하는 등 공중보건 증진에 기여할 수 있다. 세 번째로는, 진단과 치료 효과를 증대시킬 수 있다. 이는 환자의 건강증진에 가장 핵심적인 요소이다. 투약 관리 시스템이나, 이동형 제세동기, 영상기기(CT, MRI) 등의 신의료기술은 진단 정확도 및 치료 효과를 증가시킬 수 있으며, 의료과실(medical error) 감소에도 기여할 수 있다. 네 번째로는, 신의료기술을 통하여 필수적이지만 고가였던 의료행위들의 가격이 낮아져 더 많은 환자가 의료 서비스를 받을 수 있다. EHR (electronic health record)과 같은 정보 기술은 의료기관에서 종이 기록을 대체하여 의사, 환자에게 정

보를 더 빠르고 정확하게 전달하고, 종이 비용을 절약하여 전반적인 의료비용을 낮추었다.⁶⁾

하지만 일부 신의료기술은 의료비 상승을 일으킬 수 있다. 선행 연구에서는 총의료비 증가의 50%까지 기술의 변화가 기여하고 있음을 밝혔다.⁷⁾ 그 외의 선행연구에서도 신의료기술이 의료비 상승의 약 25~50%까지 기여한다고 밝혔다. 의료비가 상승하는 경우는 신의료기술이 기존의 의료기술에 비하여 가격이 비싼 경우, 신의료기술 도입으로 인하여 치료 환자군이 확장되어 진료량이 증가하는 경우, 신의료기술이 중간단계기술(halfway technology)인 경우이다.⁸⁾⁹⁾ 치료 환자군의 확장이란, 개별 환자 단위에서 이전에는 치료 방법을 알 수 없어 치료받지 못했던 환자의 치료가 가능해지거나, 신의료기술이 기존 치료기술에 비해 가격이 낮아져 비용을 감당할 수 있는 환자의 수가 늘어난 것을 의미한다. 중간단계기술은 확정적 기술(definitive technology)과 반대되는 개념으로 확정적 기술이 질병을 치유하거나 예방하는 것과는 달리 증상만을 치료하거나, 악화만 막아주고 생명을 연장하는 기술을 말한다. 이러한 중간단계기술은 의료비를 증가시킬 수 있다.¹⁰⁾¹¹⁾

한국에서도 신의료기술이 의료비에 미친 영향을 연구한 선행연구가 있었다. 건강보험공단 일산병원(2014)의 연구에서는 국민건강보험 의료이용자료를 분석한 결과 건강보험 전체 진료비의 연평균 증가율에 비해 신규 의료행위로 건강보험에서 보장하게 된 항목들의 연평균 증가율이 더 높았다. 이는 간접적으로 한국에서도 신의료기술이 의료비 증가에 기여하고 있음을 알 수 있다.¹²⁾ 이러한

신의료기술 도입이 의료비 증가에 미치는 영향은 한국의 의료보험 제도와 맞물려 더욱 커질 수 있다.

3) 한국의 의료보험제도와 신의료기술

한국에서의 건강보험 지불제도는 질환 및 의료기관에 따라 포괄 수가제, 일당정액제, 신포괄수가제를 적용하고 있지만, 일반적인 외래 및 입원의료에는 행위별수가제를 적용하고 있다. 한국의 의료보험제도는 가격저항을 줄이고 가입률을 높이기 위해 보험료를 낮게 부과하되 보장률을 낮추는 저부담-저보장을 기조로 발전하였다.¹³⁾ 이 때문에 질병의 치료에 필요한 서비스는 대부분 요양급여를 실시하는 다른 나라의 의료보험에 비해 한국에서는 치료에 필요하지만, 요양급여에서 제외되는 비급여 대상이 광범위하며, 항목 수도 많다.¹⁴⁾ 비급여는 성격에 따라 다음의 표처럼 구분할 수 있다.

표 1. 비급여의 유형별 구분

분류		정의 및 설명	예
대분류	중분류		
치료적 비급여	기준 비급여	급여목록에 등재되어 있으나 급여기준에 의해 비급여로 적용되는 항목	초음파 MRI
	등재 비급여	비급여 목록에 등재되어 있으며 비용효과성 등이 불분명한 항목	로봇수술 체외충격파
제도 비급여		비급여 대상 중 진료과정에서 발생하는 비의료적 서비스	상급병실료
선택 비급여		비급여 대상 중 진료목적이 미용성형, 건강검진, 등 치료 이외의 목적인 항목	미용-성형수술 건강검진

자료: 박지선(2017). 비급여 유형분류에 관한 연구(건강보험심사평가원)에서 재구성

2007년부터 한국에서는 신의료기술의 급여 및 비급여 도입 여부를 신의료기술평가제도를 통해 결정한다. 신의료기술평가제도는 한국보건의료연구원(NECA)에서 수행하고 있으며, ‘체계적 문헌고찰(systematic review)’을 통해 안전성과 유효성을 기준으로 신의료기술을 평가한다. 신의료기술은 비용-효과성 등 급여화의 근거가 확보되기에 오랜 시간이 걸리기 때문에 비급여로 도입되는 경우가 많다. 보건산업진흥원(2021)에 따르면 2008년부터 2012년까지 신의료기술로 고시된 263건 중 요양급여로 결정된 사례는 183건이었으며 이중 급여항목은 47건(25.7%), 비급여 항목은 136건(74.3%)으로 비급여 항목 비중이 높았다.¹⁵⁾

신의료기술이 지속적으로 비급여로 도입되면서 몇 가지 문제들이 나타날 수 있다. 환자들은 비급여 의료행위는 가격이 높지만, 급여항목보다 더 최신이며, 양질의 진료라는 이미지를 가지게 될 수 있다. 또한, 의료기관 및 의료진의 입장에서는 비급여 의료행위는 의료기관에서 자체적으로 급여를 설정할 수 있어 높은 수익을 기대할 수 있으며, 진료비 심사 등의 규제를 받지 않아 의료행위가 비교적 자유롭다는 장점이 있다. 이렇듯 비급여로 도입된 신의료기술은 상대적으로 높은 수가를 받을 수 있으며, 적응증이 모호하고 정책의 규제로부터 상대적으로 자유로워 의료기관의 선호도가 높아, 급여항목에 비해 빠르게 증가할 수 있다. 이러한 빠른 증가에 실손의료보험은 촉매 역할을 할 수 있다. 실손의료보험은 민간보험사에서 비급여 항목에 대해서 보장을 해주는 상품으로 환자들의 재정적 부담을 낮추어 신의료기술 수요를 높이는 요인으로

작용할 수 있다.¹⁶⁾

이러한 의료기관과 환자의 선호가 일치하는 신의료기술은 향후 지속적으로 도입이 늘어날 것으로 예측되며, 그 사용량 또한 점차 증가할 수 있다. 지속적으로 늘어나는 신의료기술은 국가적으로 국민의료비 증가라는 악영향을 미칠 수 있다. 또한, 환자 입장에서도 신의료기술이 비급여로 도입되는 경우가 많아 재정적 부담이 증가할 수 있으며, 이러한 재정 부담을 낮추기 위해 실손의료보험에 대한 의존이 더욱 심화될 수 있다. 또한, 의료기관에서 건강보험 급여 행위보다 비급여 행위를 선호하여 환자에게 권하게 될 경우 국민들은 상대적으로 안전성과 유효성에 대한 근거가 부족한 의료행위를 받게 되어 의료의 질 측면에서도 악영향을 미칠 수 있다. 따라서 신의료기술의 도입을 국가 차원에서 적절하게 관리할 필요가 있다. 이를 위해서는 신의료기술의 도입에 영향을 미치는 요인들과 도입의 과정에 대한 이해가 필요하다.

나. 신의료기술 도입 영향 요인 및 도입 과정

1) 신의료기술 도입의 수준별 영향 요인

일반적인 신기술의 도입은 소비자가 신기술의 존재를 인지하고 필요하다고 느끼는 경우 도입하게 된다. 하지만 의료기술은 환자·의사 간의 정보비대칭(informational asymmetry), 제 3자 지불 제도, 안전성 등의 특징으로 인하여, 일반적인 신기술 도입 이론만

으로는 설명하기 어렵다. 소비자의 결정 이외에도 의사나 의료기관 등 의료공급자의 의사결정이 영향을 미칠 수 있으며, 의료전문가 집단 혹은 국가나 지방정부, 보험자에 의해 의료기술 도입이 결정될 수 있다. 신의료기술의 도입에 영향을 미치는 요인 중 첫 번째는 건강보험 및 지불제도이다. 건강보험은 가격에 대한 수요의 탄력성을 낮추어서 신의료기술 도입을 촉진시킬 수 있으며, 지불제도 또한 신의료기술 도입에 영향을 미칠 수 있다. 선행연구들에서는 지불제도가 신의료기술 도입 및 확산에 중요 요인임을 제시하고 있다. 지불제도가 엄격할수록 신의료기술 도입이 늦어지며, 경제적 보상수준의 차이에 따라 신의료기술 도입의 동기유발에 차이가 나타난다.¹⁷⁾¹⁸⁾ 미국과 일본의 사례에서는 낮은 포괄수가(low prospective payment rates)가 기술의 도입을 늦추는 것으로 나타났다.¹⁹⁾²⁰⁾

두 번째로는 신의료기술을 도입하는 의료기관의 조직 특성이 도입에 중요한 요인으로 작용한다. 의료기관 간의 경쟁정도, 소유형태(민간, 국공립), 의과대학 여부, 병상수 등이 영향을 미칠 수 있다. 선행연구들에 따르면 소유형태가 민간인 경우, 병상수가 많은 경우, 의과대학 부속의료기관인 경우에 신의료기술을 더 많이 도입하는 것으로 나타났다.²¹⁾²²⁾²³⁾

세 번째는 의료기술 사용의 주요 결정자인 의사와 관련이 있다. 일반적으로 신기술의 도입은 경제적 동기가 크게 작용하지만, 의사는 환자의 대리자로서 경제적 동기에 의해서만이 아니라 전문가로서의 자율성, 가치, 필요성 등을 고려하여 도입을 결정한다. 또

한, 개인의 신의료기술 도입에 대한 태도가 영향을 미치는데, 이러한 태도는 기술혁신자(technovators), 보충 전문가(supplemental experts), 초보자(novices), 핵심 전문가(core experts) 4가지로 분류할 수 있다.²⁴⁾ 기술혁신자는 새로운 의료기술의 효과를 빠르게 인식하여 초기에 기술을 도입한다. 보충 전문가는 지식을 여러 다른 제품 및 서비스에 적용하는 장점을 가진 전문가이다. 이런 유형의 전문가는 지식이 특정 제품이나 서비스에 의해 제한되지 않고 새로운 기술이 나오면 핵심 전문가보다 혁신을 더 긍정적으로 평가하여 추가적인 지식 습득에 긍정적인 반응을 보인다. 초보자는 제품이나 서비스 부분에 전문성은 없지만, 아직 정형화된 사용 양식이 없어 핵심 전문가에 비해 혁신에 열려있다. 핵심 전문가는 공고한 지식구조와 사용 양식을 지니고 있어 마지막에 혁신을 받아들인다.

마지막으로는 의료기술의 특성이 영향을 미칠 수 있다. 영향을 미치는 특성으로는 호환성(compatibility), 복잡성(complexity), 비용(cost), 가시성(observability), 상대적 장점(relative advantage), 재발명(reinvention), 위험(risk), 시험 가능성(trialability) 등 8가지가 있다. 호환성은 혁신이 얼마나 친숙하며 기존의 기술과 호환이 되는가이다. 기존의 기기나 환경과 잘 결합하고 공존할수록 도입과 확산이 잘 이루어진다.²⁵⁾ 복잡성은 사용자가 인지하는 기술 활용의 어려움이다. 사용자가 느끼는 어려움이 작을수록 도입이 잘 이루어진다. 비용은 초기 투자비용과 유지비용이 포함되며 도입으로 예상되는 이득이 비용을 제외하고도 일정 수준 이상일 것으로 기

대된다면 도입하게 된다. 가시성은 의료기술이 안전하고 유익하다는 것을 직접 확인할 수 있는 것을 말한다. 명백히 더 좋은 결과를 보이고, 기능성이 향상된다는 증거가 많을수록 도입할 가능성이 커진다.⁵⁾ 상대적 장점은 기존의 기술에 비해 얼마나 더 나은 것으로 인지되고 있느냐를 말한다. 효과나 가격 측면에서 확실한 장점이 있을수록 더 많은 도입이 이루어진다. 재발명은 의료기술은 실제 적용하는 의사들의 손에서 개인화(customizing)가 이루어지게 된다. 이러한 재발명은 기술의 도입을 증가시킨다. 위험은 의료기술을 환자에게 사용했을 때 사망이나 상해를 입힐 수 있는 가능성에 대한 것이다. 시험 가능성은 최소한의 투자만으로 의료기술을 시험해 볼 수 있는 가능성을 말한다. 사용자들이 제한된 상황에서라도 기술을 시험해 볼 수 있는 경우 도입이 증가한다.

이렇듯 신의료기술의 도입은 의료제도부터 기관의 특성, 의사 및 기기의 특성까지 다양한 수준의 요인들이 영향을 미칠 수 있다. 이러한 다양한 수준의 영향 요인들이 신의료기술의 도입 주체인 의료기관에 어떻게 영향을 미치는지 의료기관의 신의료기술 도입 이론을 고찰하였다.

2) 의료기관의 신의료기술 도입 영향 요인

의료기관이 신의료기술의 도입을 결정하는 원인에 대하여 Greer (1985)의 연구에서는 3가지 의사결정 체계가 존재한다고 하였다.

첫 번째는 재무-관리 입장(fiscal-managerial)으로 의료기관이 비용 대비 벌어들일 수 있는 수익이 크다고 판단할 경우 신의료기술을 도입한다는 모델이다. 이 모델의 주된 의사결정자는, 병원장, 재무 담당자, 진료과장이다. 재무-관리 입장은 포괄수가제(DRG-system)에서 기술을 도입할 때, 기존 의료기기를 대체할 때 우세한 것으로 알려져 있다. 또한, 진단장비를 도입할 때 우세한데 진단장비는 재원일수에 영향을 미치지 않으면서도 수익을 극대화할 수 있기 때문이다. 두 번째는 전략-제도적 입장(strategic-institutional)으로 의료기관이 기술적 측면에서 리더라는 이미지 확보, 유명한 의사, 새로운 환자 유치를 위해서 비용에 상관없이 자본집약적인 의료기술을 도입한다는 모델이다. 이 이론은 고가의 의료기기를 도입할 때 우세한 것으로 알려져 있다. 세 번째로는 의료-전문가 입장 (medical-individualistic)으로 의료기관과 의료진이 환자에게 필요한 최선의 의료를 제공하기 위하여 신의료기술을 도입한다는 모델이다. 이 이론은 내시경 등 중소규모의 기술을 도입할 때 우세한 것으로 알려져 있다. 세 가지 의사결정 체계 중 어떤 것이 가장 현실과 부합하는지에 대해 연구한 결과, 세 체계 모두 다면적으로 의사결정에 영향을 미치지만, 전략-제도적 입장의 영향력이 가장 강하며, 셋을 모두 결합한 모델(composite model)이 더 설명력이 높다는 결과를 제시하였다. 결과적으로 이 세 가지 체계 모두 의료기관이 신의료기술 도입결정에 영향을 미친다.²⁶⁾²⁷⁾

또한, 다른 선행연구에서는 의료기관 도입에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 분류하여 의료기관의 신의료기술 도입에 대한 이론적

모델을 제시하였다. Fleuren 등(2004)은 문헌고찰과 델파이 연구를 통해 기관의 혁신 도입에 대한 이론적 모델(그림 1)을 제시하였다. 이 모델은 기관의 혁신 도입 과정을 도입(adoption), 구축(implementation), 지속(continuation), 확산(dissemination)으로 나누었으며, 각 단계에서 다음 단계로 이행될 때 영향 요인이 작용한다고 하였다. 각 단계별로 도입 단계에서는 전문가들이 도입으로 인한 긍정적 혹은 부정적 반응을 보이게 된다. 구축 단계에서 전문가들은 일상적으로 혁신을 사용하려 노력한다. 지속 단계에서는 혁신이 비로소 일상적인 기술이 된다. 확산 단계에서는 모든 전문가가 혁신을 사용한다. 도입 영향 요인은 크게 사회-정치적 문맥 특성(characteristics of socio-political context), 기관 특성(characteristics of the organization), 사용자 특성(characteristics of the adopting person), 혁신 특성(characteristics of the innovation) 혁신 전략 특성(characteristics of the innovation strategy) 다섯 가지로 분류했다. 사회-정치적 문맥은 환자의 혁신 도입에 대한 협조 정도, 효과 및 비용에 대한 인식 등으로 정의된다. 기관 특성은 기관의 의사결정 구조(하향식(top-down), 상향식(bottom-up)), 위계 구조, 규모 등이 포함된다. 사용자 특성에는 혁신에 만족하는 정도, 혁신 도입에 필요한 것들을 해낼 수 있다는 자신감, 혁신에 대한 개방성 등을 포함한다. 혁신 특성은 이전 기술한 도입에 영향을 미치는 의료기술의 특성(호환성, 가시성 등)이 포함된다. 그 외에 실제 혁신을 받아들일 수 있도록 하는 요인(혁신 전략 특성)으로 재정 자원, 행정적 지원 등이 있었다. 하지만 이 연구에서는 이

론적 틀만 제시하였을 뿐 모델을 실증적으로 적용하지 못한 한계가 있었다.28)29)

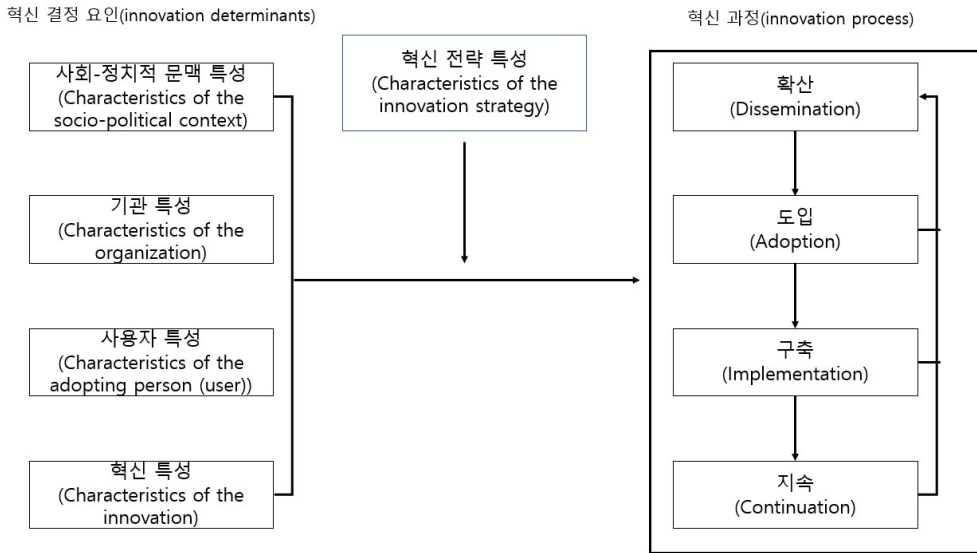


그림 1. 기관의 신의료기술 도입 이론적 모델

자료: Fleuren, M., Wiefferink, K., & Paulussen, T. (2004). Determinants of innovation within health care organizations: literature review and Delphi study. *International journal for quality in health care*, 16(2), 107-123.

이후 선행연구에서는 영향 요인들을 기관 요인, 개인 요인, 환경 요인, 혁신 요인으로 구분하고 Greer의 기관 도입 이론에 적용, 각 이론별로 어떤 요인이 우세한지 분석하였다. 연구결과 개인 요인은 의료-전문가 입장에서 가장 많이 나타났으며, 이는 개인 요인이 중·소규모의 혁신 도입에 가장 적절(relevant)하기 때문이라고 해석하였다. 혁신 요인은 의료-전문가 입장과, 재무-관리 입장에서 많이 고려되었다. 기관 요인은 의료-전문가 입장과 재무-관리 입

장에서 가장 많이 고려되었으며, 환경적 요인은 전략-제도적 입장에서 가장 많이 고려되었다. 이는 환경적 요인이 큰 규모의 혁신을 도입하는 의사결정에 중요하다는 것을 의미한다. 이 연구는 체계적 문헌 고찰을 통해 도입에 영향을 미치는 요인을 체계적으로 정리하였다는 의의가 있다.³⁰⁾

치료기기, 진단기기 등 의료기술의 특성도 의료기관의 도입 결정에 영향을 미칠 수 있다. 이근찬(2012)에 따르면 진단기기는 치료 방법을 결정하기 위한 정보제공의 목적으로, 치료기기는 질병을 치료하는 목적으로 사용된다. 기존의 기기를 대체한다는 측면에서 진단기기와 치료기기 모두 대체성을 가지고 있지만, 진단기기는 기존의 진단법과 일부 보완적 성격을 가진다. 이러한 특성 때문에 도입 동기 측면에서 진단기기는 수익성이나 의료의 질 향상이라는 효율성 동기가 강할 수 있으며, 치료기기의 경우에는 병원의 위상 제고라는 정당성 동기가 강할 것이라는 가설을 제기하였다. 이러한 의료기술 종류별 도입 원인 및 과정을 이해하는 것은 현재까지의 선행연구들이 일부 영향 요인들이 도입에 미치는 영향이 상반되게 제시되는 것을 설명할 수 있다는 점에서 중요하다. 신의료기술의 서로 다른 특성은 도입 원인 및 과정이 달라 영향 요인들의 효과가 반대로 나타날 수 있다. 하지만 현재까지의 선행연구는 대부분 진단기술에 치중되어 치료기술의 도입 원인과 과정에 대해서는 잘 알려져 있지 않았다.³¹⁾³²⁾

표 2. 의료기기 유형별 특성

구분	진단기기	치료기기
의사-기기 관계	간접적 (의사는 프로토콜 마련, 판독, 조작용 기사가 수행)	직접적 (의사가 직접 조작 및 시술)
건강에 기여	간접적 (질병의 진단 및 치료방법 결정 신속화)	직접적 (life-saving)
기존 기술과의 관계	대체적 보완적 성격 존재	대체적
예시	CT, MRI, PET, Mammography	혈관조영술, 방사선 치료장치, 감마나이프, 사이버 나이프, 수술로봇

자료: 이근찬. (2012). 병원의 의료장비 도입에 관한 연구 (서울대학교 박사학위논문).

한국에서 의료기관의 신의료기술 도입 영향 요인에 대한 연구는 윤석준(1997), 함명일(2005), 이근찬(2012)이 있다. 1997년 윤석준 등의 연구에서는 의료기관의 CT 도입에 영향을 미치는 요인을 연구하였다. 연구결과, 전공의 수련병원인 경우, 인구 1만명 당 CT 보유 대수가 많을수록, 1인당 교통사고 발생 건수가 많을수록 CT 도입을 많이 하는 것으로 나타났으며, 이를 통해 한국에서는 보건의료 필요보다는 병원 간의 경쟁이 고가의료장비 도입의 주요인으로 작용하고 있다고 밝혔다.³³⁾

2005년 함명일의 연구에서는 한국에서 신의료기술의 도입 및 확

산의 형태와 영향 요인, 그리고 정책이 확산에 미치는 영향에 대해서 연구하였다. 이 연구에서는 한국의 MRI 사례를 분석하였으며, 도입에 영향을 미칠 수 있는 요인을 소인성요인(predisposing factor), 가능요인(enabling factor), 강화요인(reinforcing factor)로 나누어 분석하였다. 소인성요인으로는 공급자 수요, 경쟁정도, 환자수요, 병원특성, 정보의 외부효과가 있었으며, 가능요인으로는 지역사회 구매력, 병원 특성(병상수, 전문의 수)이 있었다. 강화요인으로는 MRI, CT 관련 정책변화가 있었다. 분석결과 지역에 의사가 많을수록, 해당 지역에 MRI 도입 대수가 적을수록, 지역의 65세 이상 노인인구가 많을수록, 지역의 1인당 소득이 높을수록, 병상수가 많을수록, 민간병원, 교육 병원일수록 MRI를 많이 도입한다고 밝혔다. 또한, 민간병원이 신의료기술 도입에 선도자 역할을 하며 다른 기관들이 해당 기술에 대한 안정성과 유효성에 대한 불확실성을 해소해 주는 역할을 담당한다고 밝혔다. 이 연구를 통해 외국의 문헌에서 제시한 신의료기술 도입확산 영향 요인이 국내에도 적용할 수 있음을 확인하였으며, 소인성요인, 가능요인, 강화요인 모두 신의료기술의 도입 및 확산에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 이 연구는 신의료기술이면서 고가장비인 MRI 도입확산의 경향성과 영향 요인을 확인할 수 있었다는 점에서 의의가 있다. 하지만 이 연구는 도입 기관의 원장단 및 의료진의 신의료기술에 대한 인식, 도입 과정 등의 자료를 얻지 못하여 의료기관의 직접적인 도입 요인에 대해서는 연구하지 못하였다. 또한, 선행연구의 도입 영향 요인들이 한국의 사례에도 적용할 수 있다는 점은

확인하였지만, 한국의 신의료기술 도입에 적용할 수 있는 이론적 모델에 관한 연구는 이루어지지 않았다.²³⁾

2012년 이근찬의 연구에서는 한국의 PET 도입 사례를 연구하였다. 이 연구를 통해 병원의 의료장비 도입에 영향을 미치는 요인과 도입과정을 심층적으로 연구하고자 하였다. 연구결과 지역의 인구수, 지역 의사 수 등 환경적 요인보다는 조직 요인(병원의 규모, 진료과목 수, 설립형태)의 영향이 더 컸다. 또한, 도입 동기에 대해 분석한 결과 수익성이 가장 큰 도입 요인이었으며, 의료의 질 향상 동기에도 경제적 동기가 내재되어 있었다. 또한, 의료장비 속성에 따라 도입 동기가 차이가 있다는 점을 밝혔다. 하지만 이 연구는 3개 병원만을 연구하였으며 의료진에 대한 자료 수집이 부족하였고, 특히 병원의 원장단에 대한 자료 수집이 되지 않아 도입에 가장 중요한 원인을 밝히지 못했다는 한계가 있었다. 또한, 시기별로 도입 원인, 과정에 차이가 있을 수 있음에도 이에 관한 연구는 이루어지지 않았다.³¹⁾

위의 선행연구들은 한국 의료기관에서 신의료기술 도입의 영향 요인을 조사한 연구라는 점에서 의의가 있으나, 진단기기에 연구가 집중되어 있어 치료기기의 도입 원인과 결과에 대해서는 잘 알려져 있지 않으며, 자료의 한계로 인하여 도입 시 가장 중요하게 생각한 요인, 시기별 차이 등이 간과되었다는 한계가 있었다.

3) 의료기관의 신의료기술 도입 과정

의료기관의 신의료기술 도입 의사결정과정은 의료기관이나 국가의 의료체계별로, 도입하려는 의료기술의 종류별로 상이한 것으로 알려져 있다. 설문조사를 통해 이스라엘 의료기관의 신의료기술 도입 의사결정과정을 연구한 결과 신의료기술 도입 시 각 진료과의 과장이나 고참급(senior) 의사가 도입을 주도하였다. 실질적인 의사결정자는 기술의 종류에 따라 달랐는데, 일반적으로는 의료기관장(medical director)이었으며, 일부 의료기관에서는 의료기관장, 고참급 의사, 행정직, 재정직 등을 포함하는 별도의 위원회를 통해 결정하는 경우도 있었다. 가장 중요시 생각하는 도입 근거는 해당 분야의 전문가 의견이었다.³⁴⁾ 5개국 의료기관의 신의료기술 도입 결정 과정에 대해 질적연구를 수행한 선행연구에서, 한국 세브란스 병원의 의사결정과정을 조사한 결과 매년 의료기술 도입 희망리스트를 받아서 부원장을 위원장으로 하는 10인의 위원회에서 심사를 통해 도입을 결정한다. 도입 의사결정에 가장 중요한 요인은 의료의 질이었으며, 그 외에 환자의 요구도 의사의 필요, 의료수가, 타 의료기관과의 경쟁 등이 고려되었다. 도입 기기가 1억 원 이상이면 병원장의 최종 승인이 필요하며, 10억 원 이상은 연세대학교 의료원장의 최종 승인이 필요하였다.³⁵⁾ 러시아의 선행연구에서는 공공병원에서의 신의료기술 도입 결정과정을 연구하였다. 러시아에서는 지역의 보건당국(Regional Health Authority), 의료기관, 진료과장, 진료과 의사가 신의료기술 도입 결정과정에 참여하는데 지역 보건당국의 결정에 의존하다 보니 의료기관의 이해관계와 보건당국의 이해관계가 달라 비효율이 발생한다고 보고하였다.²⁷⁾

이렇듯 신의료기술의 도입에 다양한 영향 요인들이 작용할 수 있으며, 도입 후 환자의 진단 및 치료 효과, 의료비 등 광범위한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 향후 더욱 증가하게 될 신의료기술 도입 및 확산을 효과적으로 관리하기 위해서는 의료기관에서 신의료기술을 도입하는 과정 및 원인, 결과까지 전반적으로 파악할 필요가 있다. 하지만 현재까지의 선행연구들은 몇 가지 한계를 가지고 있었다. 첫 번째로는 주요한 도입 원인과 도입 논의 과정에 대해 연구한 것은 드물었다. 도입에 여러 가지 요인들이 영향을 미치지만, 그중 가장 중요한 요인이 무엇인지를 아는 것은 정책적 개입지점을 결정하는 것에 중요하다. 또한, 영향 요인들 간의 관계를 설명하고, 그 기전을 설명하는 이론적인 모델이 몇몇 선행연구에서 제시되었으나 실증적으로 그 모델을 검증하고, 적용한 연구는 잘 이루어지지 않았다. 특히 이러한 모델에서 도입의 긍정적인 결과가 도입에 다시 영향을 미칠 수 있음에도 모델에 반영되어 있지 않았다.²⁴⁾ 의료장비 종류 측면에서도 진단장비에 대한 연구가 주를 이루며, 치료장비의 도입 원인과 과정은 상대적으로 잘 알려져 있지 않았다.

또한, 한국에서 신의료기술 도입 및 영향에 관한 연구는 주로 거시적인 수준에서 정책이나 환경을 연구하거나 미시적인 수준에서 신의료기술의 도입으로 인한 개인수준의 건강효과에 집중해왔다. 이 때문에 의료기관에서 신의료기술을 도입한 원인 및 과정, 도입 이후 전체, 기관 수준에서의 결과 등에 대한 연구가 모두 절대적으로 부족하다. 특히 선행연구의 신의료기술 도입의 이론적

모델이 한국에도 적용 가능한지에 대해 잘 알려져 있지 않다. 이에 이 연구에서는 이러한 선행연구의 한계를 극복하고자 하였다. 이를 위해서 적절한 한국의 신의료기술 도입사례로 로봇수술 도입을 선정하였다.

로봇수술 도입은 신의료기술 연구에 적합한 몇 가지 특징을 가지고 있다. 우선 고가의 치료장비이기 때문에 도입에 의료기관 내 여러 이해당사자 간에 논의가 긴 시간 동안 이루어졌다. 또한, 비교적 최근에 도입되어 도입 초기부터 현재까지 도입 과정 및 원인에 대한 자료 수집이 용이하였다. 또한, 로봇수술은 수술영역에서 기존에 존재하는 내시경, 개복 수술을 대체하여 패러다임의 변화를 일으키는 등 의료 전반에 영향을 미치고 있다. 도입량 또한 현재 대부분의 시/도에서 1대 이상 도입이 되어 로봇수술 도입이 한국에 미친 영향을 연구할 수 있는 자료 확보에도 용이하였다.

다. 한국의 로봇수술 도입 사례

1) 로봇수술의 역사 및 분류

로봇수술은 1980년대 시작되었다. 1983년 University of British Columbia에서 Arthrobot이 개발되었다. 이 기기는 음성으로 관절 수술 중 환자의 팔과 다리의 위치를 조정하여 수술에 도움을 주는 형태였다. 이후 1992년 Integrated Surgical System사에서 ROBODOC이 개발되었다. 인공 고관절 치환술에서 수술 전 CT 영상을 기반으로 인공관절이 삽입될 대퇴골을 정교하게 가공하는 용도로 사용되었다. 1994년에는 Computer Motion 사에서 AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning)이 개발되었으며, 최초로 FDA 승인을 획득하였다. 이 기기는 복강경 수술에서 음성 명령으로 복강경 카메라의 위치를 변경해주는 역할을 하였다. 이후 1998년 Computer Motion 사에서는 ZEUS라는 이름의 AESOP에 2개의 로봇 팔을 장착한 형태의 로봇수술을 개발하였다. ZEUS는 원격으로 담낭절제수술 시행하는데 사용되었다. 하지만 이 시기까지의 로봇수술들은 움직임이나 수술 영상전달에 한계가 있어 의료기관의 수요가 적었다. 1999년 미국의 Intuitive Surgical에서 다빈치(daVinci)라는 이름의 수술로봇을 개발하였으며, 2000년에는 FDA의 승인을 받았다. 다빈치는 비뇨기과 영역 특히 전립선절제술(prostatectomy)에서 효능을 입증하였으며, 이후 산부인과, 외과 등으로 활용 범위가 확장되었다.³⁶⁾³⁷⁾

2) 로봇수술의 정의, 분류 및 특징

로봇수술은 내시경 및 수술용 기구 등을 로봇 팔에 고정하고, 수술자가 조종 장치를 작동하여 수술 도구가 환자와 직접 접촉하는 수술과정의 전체 혹은 일부를 로봇이 담당하는 수술을 말한다. 로봇수술은 크게 능동형(active), 반능동형(semi-active), 주-부 시스템(master-slave system)으로 나뉜다. 능동형 시스템은 사전에 만들어진 프로그램에 따라 로봇이 자동으로 과업을 수행하는 방식이며 ROBODOC이 이에 해당한다, 반능동형 시스템은 사전에 만들어진 프로그램으로 과업을 수행하는 중에 수술자가 일부를 부가적으로 수행하는 방식이다. 주-부 시스템은 사전에 만들어진 프로그램 없이 전적으로 수술자의 행동을 로봇이 구현해 내는 방식으로 ZEUS와 다빈치가 이에 해당한다.³⁸⁾ 현재 한국에서 사용이 허가된 로봇수술 장비는 다빈치, AESOP, 척추수술 로봇(르네상스), 인공관절수술 로봇(로사) 등 여러 가지가 있다. 하지만 이번 연구에서는 현재 한국에서 가장 많이 쓰이고 있는 다빈치를 대상으로 연구를 수행하였다.

3) 로봇수술 도입 및 확산

한국에서 로봇수술은 신의료기술평가 제도 시행 전인 2005년 식품의약품안전처에서 수입허가를 받았으며, 의료행위전문평가위원회에서 안전성과 유효성에 대한 평가 후 비급여로 도입되었다. 이

후 몇 차례 건강보험 급여화 논의가 있었으나, 비용·효과성이나 유효성에 대한 근거 미흡으로 급여화가 되지 못하였다.

로봇수술은 도입 이후 상급종합병원을 중심으로 급속도로 확산되었다. 2021년 연구에 따르면 로봇수술은 65개 병원에서 총 104대(da Vinci Si 23대, X 8대, Xi 65대, SP 8대)가 운영 중이다.³⁹⁾ 2005년부터 2012년까지의 로봇수술 건수를 조사한 한국보건의료연구원의 연구결과 가장 로봇수술이 많이 시행된 암은 전립선암(33.7%), 갑상선암(29.9%), 직장암(6.0%), 위암(5.4%) 순으로 나타났다. 2005년부터 2012년 6월까지 로봇수술을 받은 환자 수는 총 24,207명이었는데, 이 기간의 연평균 로봇수술환자 수 증가율은 51.4%로 매우 빠르게 늘어났음을 알 수 있다. 진료과목 별로는 외과가 가장 많았으며 다음으로는 비뇨기과였으며, 두 진료과목에서 전체 수술환자의 87.3%를 차지하였다.⁴⁰⁾ 이렇듯 한국에서 로봇수술은 도입 이후 빠르게 확산되었으며, 수술 건수 또한 빠르게 증가하고 있다.

의료기관이 로봇수술을 도입하게 된 요인에 대해 선행연구에서는 의료기관 간의 환자 유치 경쟁, 로봇수술 도입으로 인한 수술 건수 증가 및 높은 수술 수가로 인한 경제적 이득, 환자의 수요에 부합하고자 하는 의사들의 생각이 영향을 미친다고 하였다.⁴¹⁾ 이 중 의료기관 간의 경쟁은 로봇수술 도입의 가장 중요한 요인으로 꼽히고 있다. 선행연구에서 지역 내에 한 의료기관이 로봇수술을 도입한 경우 다른 의료기관에서도 경쟁으로 인한 압박을 느껴 로봇수술을 도입하는 것으로 나타났다.⁴²⁾⁴³⁾ 하지만 이러한 선행연구

들은 양적 자료로 분석을 수행하였기 때문에 간접적으로 의료기관의 도입 이유를 추정하였을 뿐 직접적인 원인이나 의사결정 과정을 알 수 없는 문제가 있었다.

네덜란드의 선행연구에서는 로봇수술이 빠르게 확산된 원인을 심층적으로 알아보기 위하여 환자, 의사, 의료기관 관리자, 정책결정자 등 다양한 이해관계자를 대상으로 심층면접을 통한 질적연구를 수행하였다. 연구결과 로봇수술이라는 단어가 주는 최신의 느낌, 잘못이 없을 것 같은 긍정적인 이미지와 최소침습수술(minimally invasive surgery)이 절개 수술보다 진보된 것이라는 생각들이 도입에 영향을 미쳤다. 또한, 로봇수술 도입을 통해 새로운 수술 방법 도입으로 논문을 작성할 수 있으며, 이러한 로봇수술에 대한 연구결과를 발표할 수 있는 저널이 늘어났기 때문에 많은 논문 발표할 수 있을 것으로 기대하였다. 의료기관의 경영적 측면에서는 다른 의료기관들과의 경쟁상황에서 이미 타 의료기관이 로봇수술을 도입해서 압박을 느꼈기 때문에, 수익성 측면에서는 로봇수술의 수가 높아서, 언론에서도 신의료기술 도입에 대해 긍정적인 측면을 지속적으로 조명하였기 때문에 로봇수술이 급격히 확산될 수 있었다고 발표하였다.⁴⁴⁾ 이 연구는 다양한 이해관계자를 대상으로 한 심층 인터뷰를 통하여 로봇수술의 확산원인에 대한 직접적인 연구가 가능하다는 장점이 있었지만, 의료기관 관계자는 상대적으로 적은 수(총 28명 중 6명, 21.4%)여서 의료기관의 로봇수술 도입 이유를 충분히 파악하기에 부족할 수 있다는 한계가 있었으며, 의사결정 과정에 대해서는 연구하지 않았다.

4) 로봇수술 도입이 미친 영향

로봇수술 도입의 임상적 결과를 분석한 선행연구에 따르면 로봇수술은 긍정적인 치료효과를 보였다. 로봇수술이 가장 많이 사용되는 전립선암의 경우 로봇수술 도입 이전에 사용하던 복강경을 이용한 근치적 전립선절제술(laparoscopic radical prostatectomy)을 로봇을 사용한 근치적 전립선절제술(robot-assisted radical prostatectomy, RARP)이 대체하고 있다. 로봇을 사용한 근치적 전립선절제술은 로봇수술의 장점이 극대화되는 수술 중 하나로 평가받고 있다. 또한, 지속적으로 비수술적 치료 대비 수술적 치료의 비중이 높아지고 있으며, 그중에서도 로봇수술의 비중이 증가하고 있다.⁴⁵⁾ 외국의 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 결과에 따르면 이전 개복 수술이나 복강경 수술에 비해 로봇수술은 재발률, 5년 생존율, 전체 생존율, 종양학적 측면에서는 차이가 없고, 수술 1년 후 성기능, 배뇨기능 등 기능적 측면에서는 더 효과가 좋은 것으로 나타났다. 한국에서 발표된 논문에서도 로봇수술을 받은 경우 기능적 측면에서 더 효과가 좋은 것으로 나타났다.⁴⁶⁾

갑상선암의 경우 전통적인 갑상선 절제술(open thyroidectomy)은 수술 후 목의 흉터로 인한 미용적인 문제가 있었으며, 내시경 갑상선 절제술(laparoscopic thyroidectomy)은 수술 후 통증 및 좁은 수술 공간으로 인한 문제가 있었다. 이에 로봇수술은 전통적 갑상선 절제술과 내시경 갑상선 절제술의 한계를 극복하고자 하였다. 해외의 연구결과에 따르면, 로봇 갑상선암 수술은 합병증이나 생

존율, 재발률 등에 차이가 없으며 수술 후 통증이나 미용적 측면에서는 전통적 수술에 비해 효과가 더 좋다고 발표하였다. 한국의 논문에서도 기존의 수술 방법에 비하여 로봇 갑상선암 수술이 종양학적인 차이를 보이지 않는다고 발표하였다.⁴⁷⁾ 현재까지의 연구 결과 로봇수술에서 큰 비중을 차지하고 있는 전립선 및 갑상선암에서 로봇수술의 치료 효과는 전통적 수술과 비교하여 차이가 없으며, 기능적 측면, 미용 측면에서는 더 좋은 효과를 보이는 것으로 나타났다.

하지만 일부에서는 로봇수술이 개복 수술이나 복강경 수술에 비해 더 우월하다는 근거가 부족하다는 연구결과도 있다.⁴⁸⁾ 직장암 수술을 연구한 대규모 실험연구에서 복강경 수술과 로봇수술의 합병증 발생률이나 개복 수술 전환율, 종양절제의 질에 차이가 없었으며, 광범위 신장절제술(radical nephrectomy)을 받은 23,753명에 대한 관찰연구에서도 합병증이나, 재원기간 등에 차이가 없었다.⁴⁹⁾⁵⁰⁾ 또한, 미국에서 2000년부터 2014년까지 로봇수술로 인한 위해사건(adverse event)을 연구한 선행연구에서는 기기 오작동, 미숙한 조작 등으로 꾸준히 환자에게 손상이나 사망이 발생하고 있었다고 발표하였다.⁵¹⁾

또한, 로봇수술은 환자의 재정적 부담이 증가할 수 있다. 미국에서 로봇수술 도입 이후 의료비를 연구한 선행연구에서는 로봇수술이 개복 수술이나 복강경 수술에 비해서 수가가 높으며, 전립선암의 경우에 비수술적 치료가 수술적 치료로 대체되어 수술의 비용과 건수가 모두 증가하였다.⁴²⁾ 선행연구에 따르면 로봇수술을 도

입한 의료기관의 경우 도입 3개월 이내에 전립선절제술(prostatectomy)이 증가하였다. 반면 도입하지 않은 의료기관에서는 전립선절제술이 증가하지 않거나 외려 감소하는 결과를 보였다. 이러한 결과가 나타나게 된 이유에 대해서 로봇수술 도입으로 의료 수요가 창출되기 때문이라고 설명하였다. 수요 창출의 경로는 첫 번째, 내부효과(internal effect)로 환자가 의료기관에 로봇수술을 위해 방문하거나, 로봇수술이 있다는 사실을 모르고 방문했다라도 로봇수술이 가능하다는 사실을 알게 되면 수요가 창출될 수 있다. 두 번째는 외부효과(external effect)로 지역 내 한 의료기관에서 로봇수술을 도입하는 경우 다른 의료기관에서 로봇수술을 도입하도록 촉진하며, 이를 통해 더 많은 수술이 이루어지게 된다.⁵²⁾

로봇수술의 도입은 의사의 행태 변화를 통해서도 진료량의 변화를 가져올 수 있다. 암 진단 행태에 영향을 미치는 의사적 요인으로는 의사가 적극적으로 암을 발견하고자 하는 경우, 진단의 범주(criteria)가 바뀌는 경우, 다른 질병이나 암을 찾는 과정에서 우연히 발견되는 경우, 의사가 받은 교육이나 수련, 민간보험의 비중이 높거나 소송이 많은 경우 등의 사회 경제적 요인이 있다.⁵³⁾ 선행 연구에서는 의사가 적극적으로 암을 발견하고자 하는 의지를 나타내는 지표로 의료기관의 초음파 기계 수와 갑상선암 진단의 상관관계를 연구한 결과 의료기관의 초음파 기계 수와 세침흡인검사 그리고 갑상선암 환자 수가 상관관계가 있음을 밝혔다. 초음파 등 의료기기의 도입은 의료기관 혹은 의사의 적극적인 갑상선암 검진 의지의 반영이며, 기기 도입에 비용이 발생하기 때문에 도입비용

충당을 위해 갑상선암 검진을 늘리는 요인으로 작용할 수 있다. 로봇수술 역시 도입비용이 매우 고가이기 때문에 이를 충당하기 위해 로봇수술 대상 환자의 진단 및 수술을 늘려야 하는 공급자 유인 수요를 발생시킬 수 있다. 또한, 로봇수술의 도입으로 인하여 도입 이전에는 하지 못했을 수술이 가능해져서 치료 가능 환자군이 확장되어서 진료량이 증가할 수 있다.

또한, 로봇수술은 집중화(centralization)를 발생시킬 수 있다. 선행연구에 따르면 로봇수술 도입 이후 로봇을 사용한 근치적 전립선절제술을 시행하는 수술자와 병원의 숫자가 줄어들었는데, 수술량이 적은 병원에서 이러한 현상이 나타났다. 이에 대한 원인으로 용량-결과 관계(volume-outcome effect)로 진료량이 많은 병원에서 로봇수술의 결과가 더 좋고, 로봇수술로 특성화(specialization)하면서 로봇수술을 원하는 환자가 집중되는 것으로 설명한다. 집중화를 통해 병원은 규모의 경제를 달성할 수 있으며, 수술자는 로봇수술에 익숙해질 정도로 충분히 수술할 수 있어 수술의 질이 향상되는 긍정적인 결과를 가져올 수 있다. 하지만 수술자나 병원의 수가 감소하면서 접근성이 감소하는 부정적인 결과가 나타날 수 있다.⁵⁴⁾⁵⁵⁾⁵⁶⁾

로봇수술은 도입 이후 매우 빠르게 증가하였으며, 환자의 임상적 결과 또한, 이전보다 증진된 결과를 보였다. 하지만 의료기관에서 로봇수술을 도입한 원인과 과정, 그리고 환자 수준이 아닌 전체 수준에서의 결과는 잘 알려지지 않았다. 로봇수술은 대부분의 시/도에 1대 이상 도입되어 있으며, 50여 개의 의료기관에 도입되

어 있어 기관 및 전체수준에서의 결과 연구가 가능하다. 또한, 고가의 장비이기 때문에 도입결정과정도 오래 걸려 도입에 관련된 이해당사자들의 도입 논의과정과 원인을 잘 파악할 수 있다. 그리고 초기 도입부터 도입이 확산된 시기까지 시기별로 연구가 가능하여 이전까지 신의료기술 도입 연구에서 잘 알려지지 않았던 영향 요인들과 시기별 차이를 파악할 수 있다. 이렇듯 로봇수술 사례의 연구는 고가의 치료장비에 대한 도입 원인과 과정, 결과에 대한 이해를 넓힐 수 있다.

라. 연구의 필요성

신의료기술의 도입은 환자부터, 기관, 국가 수준까지 영향을 미친다. 진단과 치료에 직접적으로 연관되어 있어 의료의 질에 영향을 미칠 수 있으며, 의료비에도 영향을 미쳐 의료비 증가의 주된 요인으로 지목되고 있다. 신의료기술은 지속적으로 개발되고 있으며, 의료기관에서는 수익성이 급여항목에 비해 좋고, 최신의 기술을 선호하는 환자, 의료진의 선호가 높아 도입 압력을 받고 있다. 따라서 향후에도 지속적으로 신의료기술의 도입은 증가할 것으로 예측된다. 이렇듯 신의료기술의 도입 영향은 환자에서부터 국가 전체까지 모든 수준에 영향을 미칠 수 있다. 하지만 도입은 주로 기관의 자체적인 결정에 맡겨져 기관의 관심만이 반영되고 있다. 이렇게 도입이 기관의 결정에만 맡겨지면 기관 수준에서는 도입의 효용이 극대화되지만, 국가 전체 수준에서는 비효율적인 도입이

이루어질 수 있다. 따라서 전체수준에서 신의료기술의 적절한 도입을 위한 관리가 필요하며, 이를 위해서는 도입을 결정하는 의료기관이 신의료기술을 도입하는 원인과 과정, 그 결과에 대한 이해가 필요하다. 선행연구에서는 이러한 신의료기술의 도입 원인과 과정에 관해 연구하였으나 주로 진단기술에 치중되어 치료기술의 도입 원인과 과정은 잘 밝혀져 있지 않으며, 신의료기술이 국가 전체 수준에 미치는 영향은 잘 알려져 있지 않다. 이에 한국의 로봇수술 사례 연구를 통해 신의료기술 도입 원인과 과정, 그 결과에 대한 이해를 넓히고자 하였다.

선행연구에서 로봇수술의 도입 원인과 그 영향에 관해서 연구하였다. 그러나 로봇수술 도입 영향 요인 간의 관계나 어떠한 요인이 가장 중요하게 고려되었는지는 잘 알려지지 않았다. 또한, 중요하지만 자료의 한계로 인하여 연구되지 못한 요인들이 존재하였다. 의료기관의 전략적 필요성, 의료공급자 측면에서의 요인(의료기기 회사의 마케팅 등), 의료기관별 도입 방식의 차이(구입 혹은 대여) 등이 잘 알려져 있지 않다. 이러한 요인 간의 관계나 가장 중요하게 고려된 요인, 간과된 요인은 의료기관의 도입 원인과 과정을 이해하는 데 중요하다. 따라서 이번 연구에서는 로봇수술 도입 사례를 이론적 모델에 적용하여 살펴봄으로써 요인 간의 관계를 파악하고, 간과된 요인들에 대해 연구하고자 하였다. 이는 향후 효과적인 정책적 개입지점을 파악하는 데 도움이 될 수 있다.

로봇수술의 도입은 긴 시간에 걸쳐서 도입이 이루어졌다. 따라서 도입 시기별로 도입 원인에 차이가 있을 수 있음에도 선행연구

에서는 이러한 차이가 간과되었다. 시기에 따른 차이를 파악하는 것은 학문적으로 하나의 의료기술에 시기에 따라 여러 의사결정 체계가 작용할 수 있음을 의미한다. 또한, 정책적으로 시기별로 다른 접근이 필요할 수 있어 중요하다.²²⁾ 이 연구에서는 이를 위해 도입 시기를 초기, 중기, 후기로 나누어 시기별 차이를 연구하고자 하였다.

결과 측면에서 선행연구들은 로봇수술로 인한 임상적 결과에 집중되어 있어, 기관 및 국가 전체 수준에서의 결과는 잘 알려져 있지 않다. 또한, 전립선암만을 대상으로 하여 로봇수술이 이루어지고 있는 다른 질환에 관한 연구가 부족하다. 도입의 긍정적 결과가 미치는 영향이 의료기관의 도입에 주요한 영향을 미칠 수 있음에도 그 기전에 관해서는 연구된 바가 거의 없다. 특히 긍정적 결과가 도입에 미치는 영향은 도입으로 인한 결과가 다시 도입을 강화하는 요인으로 작용하는 일종의 되먹임 고리(feedback loop)를 형성하여 도입과 확산을 지속적으로 촉진할 수 있어 학문으로나 정책적으로나 매우 중요하다.²¹⁾³³⁾³⁴⁾ 로봇수술의 영향은 앞서 기술하였듯 다양한 수준에 걸쳐 광범위한 영향을 나타낼 수 있다. 하지만 가용한 자료가 모든 로봇수술의 도입 결과를 연구하기에는 한계가 있어, 가용한 자료로 연구가 가능한 도입 결과에 한정하여 연구를 수행하고자 하였다.

2. 연구목적

이 연구는 한국의 로봇수술의 도입 과정과 도입으로 인한 결과를 연구하고 이를 통해 의료기관의 신의료기술 도입에 대한 이해를 넓히고자 한다. 질적연구를 통해 로봇수술 도입 결정에 영향을 미친 요인들과 그중에서도 가장 주요하게 영향을 미친 요인을 시기별로 파악하고, 의료기관 내에서의 의사결정 과정, 그리고 도입 이후 도입 목적이나 예상 목표를 충족했는지 등 도입 결과를 연구하고자 한다. 또한, 신의료기술 도입의 이론적 모델이 한국의 로봇수술 도입 사례에 실증적으로 적용 가능한지에 대해 연구하여 도입 영향 요인 간의 관계를 파악하고자 한다. 양적 연구에서는 기관 수준, 지역 수준에서 로봇수술 도입이 미친 영향에 대해서 분석하고자 한다. 이를 위해 기관 수준에서는 진료량의 변화를 지역 수준에서는 지역 내 진료량 격차 추세와 자체충족률 변화를 분석하고자 한다.

로봇수술 도입 원인 및 의사결정 과정 연구(연구 1)의 목적은 다음과 같다.

- 1) 로봇수술 도입 시 의료기관의 의사결정 원인 및 과정 파악
- 가) 의료기관의 로봇수술 도입 원인 및 도입 결정 주요 근거
- 나) 의료기관의 로봇수술 도입 과정
- 다) 의료기관의 로봇수술 도입 결과와 영향

로봇수술의 도입이 갑상선암, 전립선암 진료행태 및 자체충족률에 미친 영향 연구(연구 2)의 목적은 다음과 같다.

- 1) 로봇수술 도입 후 진료량 변화 분석
- 2) 로봇수술 도입 후 수도권 소재병원에서 진료량 상위 병원과 그 외 병원의 진료량 차이 추세 분석
- 3) 지역 로봇수술 도입 후 자체충족률 변화 분석

3. 연구의 개념틀

선행연구 고찰을 통한 이 연구의 개념틀은 다음과 같다. 연구 1은 로봇수술 도입 과정에 대해 연구한다. 로봇수술 도입의 원인은 Greer의 의사결정체계 이론에 따르면 크게 경제적 이득(재무-관리 입장), 홍보, 기술적 리더십 등 간접 효과(전략-제도적 입장), 진료 효율 증대(의료-전문가 입장)를 원인으로 도입하게 되며, 이 중 주요한 원인은 의료기관의 의사결정 구조와 과정에 영향을 받게 된다. 이렇게 도입이 결정되면 이에 따라 기관, 지역, 전체 수준에서 영향이 나타나게 된다.²⁶⁾ 연구 2에서는 수준별로 선행연구 고찰과 연구 1을 수행하며 발견한 로봇수술 도입 결과에 대해 양적 자료로 연구가 가능한 가설들을 선정하여 분석하였다(그림 2).

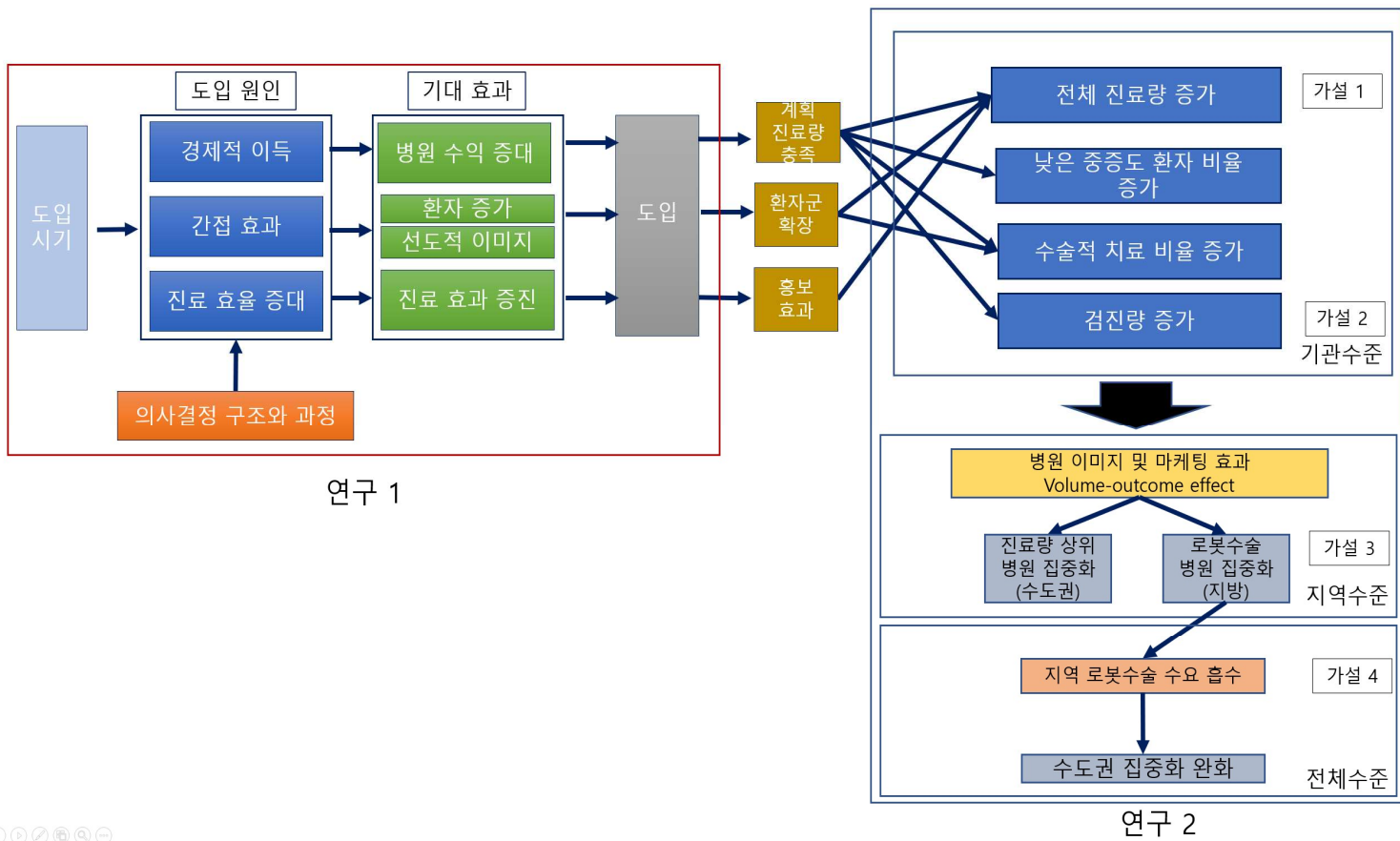


그림 2. 연구의 개념틀

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 설계

로봇수술 도입 과정 연구는 질적연구로 수행되었다. 로봇수술 도입이 갑상선암, 전립선암 진료행태 및 자체충족률에 미친 영향 연구는 양적연구로 질적연구에서 나타난 로봇수술 도입 결과 중 이용 가능한 데이터로 분석할 수 있는 가설을 검증하였다. 이러한 연구 설계를 통하여 현존하는 데이터로 분석하기 어려운 로봇수술 도입 원인과 과정, 결과에 대해 실증적으로 연구할 수 있다.

2. 로봇수술 도입 과정 연구

로봇수술 도입 과정 및 원인과 도입 후의 결과에 대한 의료전문가들의 인식을 살펴보기 위하여 로봇수술 의료진을 대상으로 심층면접을 수행하였다. 연구는 질적연구 보고지침(consolidated criteria for reporting qualitative research, COREQ)에 따라 질적연구의 핵심 요소들을 기술하였다.

가. 연구팀 구성

학위논문의 특성상 연구팀은 연구자와 연구조언자 1명으로 구성되었다. 연구자는 질적연구의 설계, 심층면접 진행, 결과 분석을 진행하였다. 연구조언자는 연구 진행과정에서 내용 검토 및 조언, 일부 심층면접 참관의 역할을 하였다. 연구자는 남성으로 의학과 의료관리학전공 박사학위 과정의 학생이자 예방의학과 전문의이다. 연구자는 의료정책 분야에서 10년간 연구를 수행한 경력이 있다. 연구자는 양적연구 경험은 여러 차례 있으나 질적연구 경험은 부재한 상태로 연구를 준비하며 교과서 및 논문을 통해 질적연구에 관해 공부하였다. 질적연구 경험이 부족한 연구팀을 보완하기 위하여 질적연구 경험이 여러 차례 있는 전문가에게 연구 설계 및 진행 전반에 대한 조언을 구하였다.

나. 심층면접 설계

1) 참여자 구성 및 반영성 평가

심층면접은 로봇수술 관련 전문가 15명을 대상으로 진행되었다. 연구는 로봇수술 도입 과정에 참여했거나 로봇수술을 현재 시행하고 있는 전문가를 대상으로 수행된 것으로 의도표집(purposive sampling) 방법을 사용하여 연구대상자를 모집하였다. 연구대상은 크게 로봇수술을 직접 시행하고 있는 의료진, 로봇수술 도입 과정

에 참여한 의료진, 행정직으로 나누어 모집하였다. 의료진은 지역적 분포를 고려하여 서울지역과 그 외의 지역으로 나누어 모집하였으며, 도입 시기별로 초기(2005~2009), 중기(2010~2013), 후기(2014~)로 구분하였다. 도입 시기의 구분은 연도별 누적 도입 곡선에 혁신 확산 이론에 따라 각각 초기는 초기 도입자(early adopters), 중기는 초기 주류(early majority), 후기는 후기 주류(late majority)를 나타낸다. 연구 진행 중 연구주제에 대해 추가적인 의견을 줄 수 있는 전문가를 섭외하기 위하여 눈덩이 표집(snowballing sampling) 방법을 사용하여 참여자를 모집하였다.

반영성(reflexivity) 측면에서 심층면접을 수행한 연구자는 의료정책을 전공한 학생이며, 동시에 의학을 전공한 의사이기 때문에 의료진과 의료정책 전문가의 관점을 모두 가지고 있다. 심층면접 참여자들이 연구자의 의도에 맞게 응답하였을 가능성은 낮다.

심층면접 참여자 섭외에서 접촉한 대상자 중 3명이 참여를 거부하였다. 3명 모두 로봇수술을 시행하는 의료진으로 2명은 연구주제에 대해 잘 알지 못하여 참여가 어렵다는 의견을 밝혔고, 1명은 참여 거절의 이유를 밝히지 않았다.

2) 심층면접 진행

심층면접(in-depth interview)은 연구자 1인 혹은 연구자 1인과 연구조연자 1인과 참여자만 있는 공간에서 이루어졌다. 심층면접 진행 전 사전 연락을 하고 대면 일정을 잡았으며, 일부 의료진은

코로나-19 유행에 대한 걱정으로 비대면으로 면접을 시행하였다.

면접 진행은 선행연구를 고찰하여 작성한 반구조화된 (semi-structured) 설문지를 바탕으로 이루어졌다. 1~7일 전 질문지를 이메일로 보내어 참여자가 미리 대답을 준비할 수 있도록 하였다. 설문지는 의료진용, 행정직용으로 준비하여 대상자에 따라 사용하였다. 구체적인 질문은 로봇수술 도입 과정, 로봇수술 도입으로 인한 결과 두 영역으로 구성하였다. 현재 근무 중이거나 이전에 근무했던 의료기관에서 어떠한 이유와 과정을 통해 로봇수술을 도입하였는지, 혹은 도입하지 않았다면 그 이유는 무엇이었는지, 도입 이후 결과는 어떠한지를 질문하여 의료기관에서 신의료기술을 도입하는 과정과 원인, 그리고 그 결과를 관찰할 수 있도록 구성하였다. 연구에 사용된 구체적인 질문은 표 1과 같다.

표 3. 심층 면접조사 질문지

심층 면접조사 질문지

사전질문

- 1 로봇수술 도입 당시와 현재 선생님의 소속과 직위는 어떻게 되십니까?
- 2 선생님께서는 로봇수술 도입 당시 어떠한 역할을 담당하셨습니다습니까?

로봇수술 도입과정

- 1 근무하시는 의료기관의 의료기기 도입 결정 과정은 어떻게 됩니까?
- 2 의료기기 도입 결정 과정에 참여하는 사람은 누구입니까?
- 3 처음 선생님께서 계신 의료기관에 로봇수술을 도입하고자 건의가 나온 시기는 언제입니까?
- 4 도입을 건의 한 사람이나 그룹은 누구였습니까?
- 5 도입을 주장하는 이유는 무엇이었습니까?
- 6 그 때 당시 도입 주장에 대한 의료기관의 실무자들과 의사 결정자들의 반응은 어떠하였습니까?
- 7 선생님의 로봇수술 도입에 대한 의견은 무엇이었습니까?
- 8 로봇수술 도입 논의 시 반대한 사람이나 그룹이 있었습니까?
- 9 반대의 이유는 무엇이었습니까?
- 10 로봇수술 도입 시 활용한 근거 자료가 있다면 어떠한 것들이 있었습니까?
- 11 그 중 가장 중요시 생각한 자료는 무엇이었습니까?
- 12 의료기관에서 로봇수술을 도입한 혹은 도입하지 않은 이유는 어떠한 것이 있었습니까?
- 13 그 중 가장 결정적인 이유는 무엇이었습니까?
- 14 만약 이전에 도입에 대한 논의가 있었고, 거기서 도입하지 않기로 하였는데, 후에 도입하는 것으로 결정이 바뀌었다면 그 이유는 무엇이었습니까?
- 15 만약 도입하지 않기로 했다면 그 이유는 무엇이었습니까?
- 16 처음 로봇수술을 도입하자는 의견이 제시되고 실제 도입까지 얼마나 시간이 걸렸습니까?

로봇수술 도입에 따른 기대효과 및 충족여부

- 1 선생님께서 계신 의료기관에서 로봇수술 도입을 통해 얻고자한 기대효과는 무엇이었습니까?
- 2 현재 의료진 및 의사결정자들은 로봇수술 도입 이후 기대효과를 충족했다고 느끼십니까?
- 3 기대효과를 충족한 측면과 미충족한 측면이 있다면 각각 어떤 부분입니까?
- 4 로봇수술 도입 이후 로봇수술 관련 환자 수나 수술 건수가 증가했다고 느끼십니까?

로봇수술에 대한 의사들의 인식

- 1 현재 일하시는 과 수술에서 로봇수술의 비율/범위는 어느 정도까지 인지요?

- 2 로봇수술의 임상적 효과에 대해서 어떻게 생각하십니까?
- 3 로봇수술의 임상적 효과가 좀 더 객관적으로 증명되려면 앞으로 어떠한 연구들이 수행되어야 한다고 생각하십니까?
- 4 임상적 효과 외에도 로봇수술이 많아지고 발전하면서 예상했던 혹은 예상하지 못했던 효과가 있다면 무엇이 있습니까?
- 5 최근 일하시는 과 영역에서 로봇수술이 많이 시행되고 발전하고 있는 원인은 무엇이라고 생각하십니까?
- 6 교육적인 측면(전공의, 학생)에서 로봇수술은 어떻습니까? 이 전보다 더 나은 교육적인 환경을 제공한다고 생각하십니까?

로봇수술에 대한 환자들의 인식

- 1 환자들이 로봇수술에 대해서 알고 있습니까?
- 2 로봇수술의 장점에 대해 어떻게 생각하고 있습니까?
- 3 로봇수술 이후의 만족도는 오픈이나 복강경에 비해 어떻습니까?
- 4 로봇수술이 오픈이나 복강경에 비해 상대적으로 고가인데 이에 대해서 거부감을 가지고 있지는 않습니까?
- 5 혹시 이러한 가격 장벽을 낮추는 방법이 있으십니까?

로봇수술에 대한 우려

- 로봇수술은 초기 도입비용 및 유지비용이 크며, 비급여이기 때문에 의료기관 입장에서는 경제적인 인센티브가 크며 의료기술을 선도하는 이미지 상승효과도 큼니다. 따라서 일각에서는 의료기관이 비용 보전 및 경제적, 비경제적 인센티브를 위하여 로봇수술을 도입한 경우 과도하게 환자들에게 로봇수술을 권유한다는 과잉진료를 우려하고 있습니다. 이에 대해서는 어떻게 생각하십니까?
- 1

추가질문

- 1 최근 로봇수술의 건강보험 도입에 논의가 있는데 이에 대해서는 어떻게 생각하십니까?
 - 2 만약 선생님이 계신 의료기관에 1대 이외에 추가적으로 로봇수술이 도입되었거나 추가도입을 위한 논의가 진행 중이라면, 첫 로봇수술을 도입했던 것에 비교하여 도입과정에 차이가 있습니까?
 - 3 만약 추가 도입에 대한 논의가 없거나 하지 않으실 계획이라면 그 이유는 무엇입니까?
-

3) 분석방법

연구의 결과는 질적연구 분석방법 중 내용분석(content analysis) 방법을 사용하였다. 분석에는 면접 진행 중 작성한 연구노트와 심층면접 전사 스크립트를 사용하였다. 내용분석을 위해 질적연구 프로그램인 타게트(taguette)를 사용하였다. 수집된 자료에서 의미 있는 내용을 개방 코딩한 후 유사한 내용을 모아 분류하고, 분류된 내용을 범주화한다. 사전에 최상위 범주와 상위 범주를 결정한 상태에서 연구자가 전사 스크립트와 연구노트를 반복적으로 읽으며 하위 범주를 코딩하였다. 연구 시작 전 15~20명에게 면접을 수행하면, 포화(saturation)가 될 것으로 예상하였고, 이를 목표로 면접을 진행하였다. 면접 시작 후 14명에 대한 심층면접과 수집된 자료에 대한 분석을 수행하였다. 분석 시행 결과 갑상선암 로봇수술에 관한 내용이 포화 되지 않은 것으로 판단하여 갑상선암 의료진 1명에 대해 추가로 면접을 진행하였다. 이후 15명에 관한 내용 분석결과 새로운 코드가 나오지 않아 포화로 판단하였다. 분석한 내용을 심층면접의 참여자들에게 확인받지는 않았다.

내용분석 시 분류는 크게 최상위 범주로 로봇수술 도입 과정과 원인, 로봇수술 도입 결과로 나누었으며, 로봇수술 도입 과정과 원인에서의 범주는 선행연구의 이론적 모델에 맞추어 사회-정치적 문맥 특성, 기관 특성, 사용자 특성, 혁신 특성, 혁신 전략 특성으로 구분하였다. 시기별 빈도 분석은 중기와 후기의 면접 대상자 수가 적어 중기와 후기를 합쳐 전기와 중기 이후로 나누어서 분석하였다.

표 4. COREQ에 따른 연구내용 요약

Domain	Item	Report
Research team and reflexivity	Interviewer/facilitator	Junsoo Ro
	Credentials	MD
	Occupation	Researcher
	Gender	Male
	Experience and training	9yr experience of quantitative research and health policy research
	Relationship established	Some have
	Participant knowledge of the interviewer	reasons for doing the research, credentials, training experience
Study design	Interviewer characteristics	Robotic surgery Physician, Board member (Chief and vice chief of medical clinic), Staff of administration
	Methodological orientation and theory	content analysis
	Sampling	Purposive, snowball
	Method of approach	E-mail, telephone
	Sample size	15
	Non-participation	3 - short of the knowledge, not answered
	Setting of data collection	face to face, teleconference
	Presence of nonparticipants	sometimes advisor
	Description of sample	demographic data, occupation
	Interview guide	Questions
	Repeat interviews	No
	Audio/visual recording	Yes, audio recording
	Field notes	Yes
Duration	1h - 1h 30mins	
Data saturation	Yes	
Transcripts returned	No	
Analysis and findings	Number of data coders	1
	Description of the coding tree	No
	Derivation of themes	Derived from data and theoretical framework
	Software	Excel for windows Taguette
	Participant checking	No
	Quotations presented	Yes
	Data and findings consistent	Yes
Clarity of major themes	Yes	
Clarity of minor themes	Yes	

3. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향

가. 연구자료

이 연구에서는 국민건강보험 의료이용 자료와 서울대학교병원 의료이용 자료, 두 가지 자료를 활용하였다.

1) 국민건강보험 의료이용 자료

국민건강보험공단의 2005년 1월부터 2017년 12월까지 의료이용 자료 맞춤형 자료를 사용하였다. 한국의 국민건강보험공단은 단일 보험자로 전 국민은 국민건강보험에 가입하여 의료를 이용한다. 따라서 건강보험이 적용되는 모든 의료이용이 수집되어 보관된다. 이 데이터 중 연구 대상군의 의료이용 자료를 비식별화된 자료로 제공받아 사용하였다.

2) 서울대학교병원 의료이용 자료(SCDM)

서울대학교병원의 2004년 10월부터 2020년 12월까지의 의료이용 자료를 사용하였다. 서울대학교병원 의료이용 자료(SCDM)는 서울대학교병원에 내원한 환자들의 의료이용(진단, 치료, 검사 등)을 수집한 자료로 연구에 활용할 수 있도록 비식별화가 되어있다. 국민건강보험 의료이용 자료는 건강보험이 적용되는 질병과 의료이용

자료만 수집되지만 SCDM은 서울대학교병원에서 수행한 모든 급여 및 비급여 의료행위가 자료에 수집되어 이용 가능하다는 장점이 있다.

나. 연구대상

국민건강보험 의료이용 자료 및 서울대학교병원 의료이용 자료에서 2005년부터 2017년 사이에 주상병 또는 제1부상병을 기준으로 갑상선암은 “C73”, 전립선암은 “C61” 로 의료이용을 한 환자를 연구대상으로 하였다. 건강보험 의료이용 자료에서 전립선암 환자 수는 총 109,052명이었으며, 갑상선암 환자 수는 393,614명이었다. 서울대학교병원 의료이용 자료에서 전립선암 환자 수는 10,771명이었으며, 갑상선암 환자 수는 27,768명이었다. 갑상선암과 전립선암 환자의 지역 자체충족률 대조군으로 로봇수술이 상대적으로 적게 이용되고 있는 유방암 환자를 사용하였다. 유방암 환자는 주상병 혹은 제1부상병 기준 “C50” 으로 의료이용을 한 사람으로 정의하였다.

다. 변수정의

1) 건강보험공단 의료이용 자료

결과변수로는 기관의 진료량, 지역 자체충족률을 사용하였다. 진

료량은 외래 초진/입원환자 수, 보험수술 수, 로봇수술 수로 나누었다. 초진 환자 수는 갑상선암, 전립선암 상병으로 처음 외래진료를 본 환자 수로, 입원환자 수는 연도별로 내원경로가 입원으로 표시된 환자 수로 정의하였다. 로봇수술은 비급여 수술이기 때문에 행위코드가 존재하지 않았다. 이에 조작적 정의를 통하여 로봇수술을 정의하였다. 전립선암 로봇수술의 현황에 관해 연구한 선행연구⁵⁷⁾에서는 건강보험 암 수술 시 수술코드, 병리검사코드, 마취코드가 함께 사용된다는 점을 활용하여 로봇수술을 입원 시 병리 검사코드와 마취코드가 있으나 수술코드는 없는 경우로 정의하였다. 이에 이번 연구에서도 입원 중 병리코드와 마취코드가 있는 상태에서 수술코드만 없는 경우를 로봇수술로 정의하였으며, 수술코드도 함께 있는 경우는 보험수술로 정의하였다.

표 5. 지표 및 정의

지표명	정의
총입원환자 수	의료기관의 갑상선 및 전립선암으로 입원 치료를 받은 환자 수
전체 수술환자 수	보험수술환자 수와 로봇수술환자 수의 합
수술환자 수 (보험수술)	입원진료(내원경로 02)를 받은 환자 중 수술코드와 마취코드 병리코드가 모두 있는 환자
수술환자 수 (로봇수술)	입원진료 중 마취코드와 병리코드만 있는 환자



그림 3. 로봇수술과 보험수술의 정의

로봇수술 정의에 사용된 행위코드는 다음 표와 같다.

표 6. 로봇수술 정의 행위코드

	전립선암	갑상선암
수술코드	R3575, R3950, R3960, R3976, RZ512	P4551, P4552, P4553, P4554, P4558, P4561, P4565
병리코드	C5500, C5503, C5504, C5511, C5512, C5513, C5519	C5505, C5506, C5508, C5916, C5917, C5918
마취코드	L0101, L1211, L1221, L1212, L1222, L1330, L1310, L1320	

전립선 특이항원(prostate specific antigen, PSA) 검사량은 갑상선암의 검진량 측정의 지표로 외래환자에서 PSA와 free PSA (유리 전립선 특이항원) 검사량으로 정의하였다. PSA와 free PSA는 행위 코드 ‘D4300’, ‘C4280’, ‘C7428’, ‘CX321’, ‘CX732’ 로

정의하였다. 자체충족률은 시/도별로 거주 지역의 병원을 이용한 환자의 비율로 정의하였다. 거주 시/도가 서울특별시, 인천광역시, 경기도인 경우는 수도권으로, 그 외에는 지방으로 구분하였다.

2) 서울대학교병원 의료이용 자료(SCDM)

서울대학교병원 의료이용 자료에서도 로봇수술은 비급여이기 때문에 행위코드가 없었다. 이에 세부 수술명에 “Robot”을 포함하는 수술을 로봇수술로 정의하였다. 내원경로는 외래, 입원, 응급으로 구분하였다. PSA는 검사코드 ‘D4300030’, ‘D4300010’으로 정의하였다. 갑상선암의 중증도는 두 가지로 정의하였는데 병리검사 결과에서 유두선암(papillary cancer)로 나온 경우 경증으로 나머지는 중증으로 정의하였다. 또한, TNM 병기는 T, N, M 병리검사 결과를 AJCC 8th edition에 따라 stage I, stage II, stage III, stage IV로 구분하였다. 전립선암의 중증도는 Gleason’s score를 이용하였다. Gleason’s score 6~7점은 경증으로, 8~10점은 중증으로 정의하였다. 환자의 지역은 거주 시군이 서울특별시, 인천광역시, 경기도인 경우에는 수도권으로, 그 외에는 지방으로 구분하였다.

라. 분석방법

1) 국민건강보험 의료이용 자료

진료량 지표는 월별 또는 분기별로 산출하였다. 로봇수술 도입 전후에 진료량의 유의미한 변화가 있었는지 분석하기 위해 단절적 시계열분석(interrupted time series analysis, ITSA)을 사용하였다. 단절적 시계열분석은 후향적으로 중재(intervention)의 효과를 평가하는 방법이다. 단절적 시계열분석의 장점은 무작위 추출이나, 다른 대조군이 없어도 가능하다는 것이다.⁵⁸⁾ 단절적 시계열분석은 전체 인구집단에서의 중재가 명확한 시점에 이루어지고, 목표 인구집단에서의 건강결과가 있을 때 적합하다. 단절적 시계열분석의 가정은 만약 중재가 없었다면 중재 이전의 경향(trend)이 그대로 유지된다는 것으로 중재 이전의 경향이 반사실적(counterfactual) 조건이 된다. 이 반사실적 조건과 비교한 중재 이후 변화(경향의 변화, 도입 직후 변화)가 중재의 효과로서 측정된다.⁵⁹⁾

이 연구에서의 ITSA 분석의 모형은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 X + \beta_3 TX + \epsilon$$

모형에서 β_0 는 각 진료량 지표의 기준치(baseline)를 나타낸다. β_1 은 로봇수술 도입 전의 진료량 변화의 경향을 나타낸다. β_2 는 로봇수술 도입 직후의 진료량 변화를 나타내며, β_3 는 로봇수술 도입 이전과 이후의 진료량 경향 변화를 나타낸다. 따라서 로봇수술 도

입의 효과는 β_2 , β_3 로 나타나며, 이에 대한 통계적 유의성을 검정하였다.

이 연구의 가설은 다음과 같다.

가설 1: 로봇수술 도입 의료기관에서는 전립선암, 갑상선암 환자 진료량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.

가설 2: 로봇수술 도입 의료기관에서는 PSA 검사량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.

가설 3: 수도권 로봇수술 도입 의료기관 중 진료량 상위 6개 기관과 그 외 기관의 전립선암, 갑상선암 환자 로봇수술량의 차이가 증가했을 것이다.

가설 4: 지역의 로봇수술 도입 이후 지방의 갑상선암, 전립선암 환자의 자체충족률이 증가했을 것이다.

결과지표 중 전체 수술량, 입원환자 수, 외래환자 수, PSA 검사량은 기관 단위에서 자료를 수집하여, 일반화 추정 방정식 (Generalized Estimating Equation, GEE) 모델을 활용한 패널 자료 ITSA로 로봇수술 도입 기관에서 진료량의 변화를 분석하였다.

입원환자, 전체 수술의 자체충족률은 시/도 단위로 자료를 수집하여 기관 단위 분석과 같이 GEE 모델을 활용한 패널 데이터 ITSA로 지역에 로봇수술 도입 기관이 생겼을 때 자체충족률의 변화를 분석하였다. 기관이나 지역 모두 도입 시기가 상이하여 도입된 분기를 기준으로 도입 7분기 전부터 도입 후 8분기까지를 분석

하였다. 수도권을 제외하고 지방에서의 자체충족률을 분석하였다. 전체 분석 이후 소그룹 분석(subgroup analysis)으로 비교적 수도권에서 비교적 가까운 대전광역시, 강원특별자치도, 충청북도는 수도권 근거리 지역으로, 그 외의 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 전라북도, 전라남도, 경상남도는 수도권 원거리 지역으로 분류하여 ITSA 분석을 시행하였다. 수도권 근거리 지역은 로봇수술이 도입되어도 수도권 접근성이 좋아 지역 환자들의 수도권 유출에 대한 영향이 상대적으로 적을 것으로 예측하였다.

2) 서울대학교병원 의료이용 자료

진료량 지표는 연도별 또는 반기별로 산출하였다. 연도별 지표 산출을 통해 추세를 파악하였으며, 로봇수술 도입 전후의 진료량 변화는 반기별로 산출하여 비교하였다.

이 연구의 가설은 다음과 같다.

- 1) 가설 1: 로봇수술 도입 이후 전립선암, 갑상선암 환자 진료량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.
- 2) 가설 2: 로봇수술 도입 이후 중증도가 낮은 갑상선암, 전립선암 환자가 증가했을 것이다.
- 3) 가설 3: 로봇수술 도입 이후 PSA 검사량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.

또한, 국민건강보험 의료이용 자료에서 사용한 로봇수술의 조작

적 정의의 정확도를 확인하기 위하여 연도별로 국민건강보험 의료 이용 자료와 서울대학교병원 의료이용 자료에서 분석한 서울대학교병원의 로봇수술량을 비교하였다.

빈도분석은 SAS 7.1 for windows, Excel 2013 for windows, 단절적 시계열분석(ITSA)은 Stata 15.2 for windows를 이용하였다.

4. 임상연구심의위원회(IRB) 승인 및 연구 일정

이 연구는 서울대학교병원 임상연구심의위원회의 승인을 받았다(C-2011-190-178). 심층면접 진행 전 참여자들에게 연구의 목적과 녹음 예정임을 설명하였으며, 서면으로 동의를 받았다. 양적연구는 IRB 승인 면제를 받았다.

표 7. 연구수행 일정

수행 기간	연구진행
2020.3~7	연구 주제 선정 연구 방법 설계 연구 계획서 심사
2020.7~2021.8	문헌고찰 건강보험공단 자료 분석 서울대학교병원 자료 분석 질적연구 심층면접 대상자 선정 심층면접 질문 및 지침 개발
2021.9~2021.12	심층면접 진행(14명) 심층면접 전사
2022.1~2022.7	심층면접 코딩 및 범주화 추가 심층면접 진행(1명) 건강보험공단 자료 추가 신청 질적연구 논문 작성
2022.9~2023.7	건강보험공단 자료 분석 양적연구 및 질적연구 논문 작성

Ⅲ. 연구결과

1. 로봇수술 도입 과정 연구

가. 심층면접 참여자의 특성

로봇수술을 시행 중인 의료진, 원장단, 행정직 등 총 15명을 대상으로 심층면접을 진행하였다. 로봇수술을 시행하는 의료진은 11명이었으며, 원장단은 3명, 행정직은 1명이었다. 이 중 1명은 원장단이면서 로봇수술을 시행 중인 의료진이었다.

심층면접 참여자 중 의사들의 특성을 전문과목별로, 근무하는 병원의 로봇수술을 도입한 시기와 소재 지역으로 분류하였다. 전기 도입병원에서 근무하고 있는 의사는 8명, 중기는 3명 후기는 2명이었다. 전문과목별로는 비뇨기과 5명, 산부인과가 3명, 외과 4명, 마취과 1명, 정형외과 1명이었다. 지역별로는 서울이 7명, 비서울이 6명이었다. 심층면접에 참여한 전문가의 특성은 다음 표와 같다.

표 8. 인터뷰 참여자 특성

지역	시기	전문과목	의료진/원장단	구분
서울	전기	비뇨기과	의료진	A
		산부인과	의료진	B
		비뇨기과	의료진	C
		비뇨기과	의료진	D
		외과(위장관)	의료진	E
		외과(갑상선)	의료진	F
	중기	산부인과	의료진	G
	후기	산부인과	의료진/원장단	H
비서울	전기	비뇨기과	의료진	I
		정형외과	원장단	J
	중기	외과(위장관)	의료진	K
		비뇨기과	의료진	L
후기	외과(갑상선)	의료진	M	
미도입		마취과	원장단	N
행정직		기획예산팀		O

나. 심층면접 결과

심층면접 자료 분석 결과 총 70개의 코드를 도출하였다. 이를 내용분석 방법에 따라 코드의 유사성을 바탕으로 범주화하였다. 그 결과 총 2개의 최상위 범주와 8가지 상위범주로 분류하였다. 최상위 범주는 ‘로봇수술 도입 원인 및 과정’, ‘로봇수술 도입 결과’ 두 가지로 구분하였다. 로봇수술 도입 원인 및 과정은 ‘로봇수술 도입 과정’, ‘사용자 특성’, ‘기관 특성’, ‘기술 특성’, ‘사회정치적 문맥’, ‘혁신 전략 특성’ 6가지로 구분하였다. ‘로봇수술 도입 결과’는 ‘의학적 효과’, ‘수익성’, ‘교육’, ‘도입 영향’ 네 가지로 구분하였다.

로봇수술 도입 과정은 의사결정 구조와 신의료기술 도입 조건으로 구분하였으며, 저명한 의료진의 도입 주장, 의료진의 요구는 상향식 의사결정으로 병원장 결정, 원장단 회의 등의 코드는 하향식 의사결정으로 분류하였다. 사용자 특성에서 의료진의 로봇수술 효과에 대한 좋은 인식과 최신의료기술에 대한 요구는 의료진 선호로, 고참급 의료진의 혁신에 대한 개방성, 도입 추진 의료진의 높은 진료량을 의료진의 개방적 태도로, 로봇수술로 인한 인센티브를 경제적 요인으로 분류하였다. 기관 특성에서는 병원 신축, 상대적 우위에 있는 진료과목으로 특성화, 신의료기술 선점 목적은 정책적 도입으로, 높은 수가, 비용할인 코드는 수익성으로, 같은 지역 내 병원의 로봇수술 도입, 선도적 기관 이미지 확보는 병원 간 경쟁으로 분류하였다. 연구 및 논문발표, 전공의 및 학생 교육은

교육기관으로서의 역할, 병원의 재정, 물리적 공간은 병원 규모로 분류하였다. 기술특성은 선행연구에서 제시한 혁신의 8가지 특성으로 로봇수술의 특성을 분류하였다. 환자 선호는 로봇수술 결과에 대한 긍정적 인식, 로봇수술에 대한 선호, 복강경 수술에 대한 낮은 선호가 포함되었으며, 혁신 전략 특성에는 실손의료보험과 의료기기 회사의 역할로 구분하였다. 자료 제공, 수술 교육의 코드는 의료기기 회사의 역할로 분류되었다. 본인부담금 감소, 실손의료보험 미보장 우려는 실손의료보험으로 구분하였다. 로봇수술 도입 결과 범주에서는 수술환자 만족도 증가, 적은 부작용, 빠른 회복은 수술환자 결과로, 수술 난도 감소 코드는 수술 용이성으로 해부학적 구조 이해 증진, 수술법 발전, 수술 결과 표준화는 수술 발전 코드로 분류하였다. 로봇수술 목표량 달성, 환자 수 증가의 코드는 수익성으로 분류하였다. 교육 범주는 쉬운 적용, 수술 영상 공유 용이, 교육 시 수술 시야 확보, 개복/복강경 경험 부족을 포함하였다. 도입 영향은 추가 로봇수술 도입 코드를 포함하였다.

표 9. 로봇수술 도입 과정 및 결과 코드 범주화

최상위범주	상위범주	범주
로봇수술 도입 원인 및 과정	도입과정	의사결정 구조 신의료기술 도입 조건
	사용자 특성	의료진의 로봇수술 선호 혁신에 개방적 태도 경제적 요인
	기관 특성	경영적 필요성 병원 간 경쟁 교육기관 역할 병원규모 수익성
	기술 특성	로봇수술 특성
	사회정치적 문맥	환자 선호
	혁신 전략 특성	실손의료보험 의료기기 회사 역할
로봇수술 도입 결과	의학적 효과	수술환자 결과 수술 용이성 수술 발전
	수익성	규모/지역적 차이 의료진/원장단 인식 차이
	교육	로봇수술 의존도 상승
	도입 영향	추가적인 로봇수술 도입

가) 로봇수술 도입 원인 및 과정

로봇수술 도입 원인과 과정을 각 요인별로 분석하였다.

표 10. 로봇수술 도입 원인 및 과정 코드 범주

상위범주	범주	내용
도입 과정	의사결정 구조	상향식, 하향식 의사결정
	신의료기술 도입 조건	대여, 구매 등 도입 조건
사용자 특성	의료진의 로봇수술 선호	최신기기 이미지 로봇수술의 표준화
	혁신에 개방적 태도	혁신을 적극적으로 도입
	경제적 요인	인센티브
기관 특성	경영적 필요성	병원 신축 특성화 신의료기술 선점
	수익성	높은 수가, 비용 할인
	병원 간 경쟁	근처 병원 도입 선도적 기관 이미지
	교육기관 역할	연구 및 논문 발표 전공의 및 학생 교육
	병원 규모	도입 재정 차이 물리적 공간
기술 특성	로봇수술 특성	복잡성, 비용, 가시성, 위험, 상대적 장점
사회정치적 문맥	환자 선호	로봇수술 결과에 대한 좋은 인식 로봇수술에 대한 선호 복강경 수술 비선호
혁신 전략 특성	실손의료보험	본인부담금 감소
	의료기기 회사 역할	실손의료보험 미보장 우려 근거 자료 제공, 교육

분석 결과 사용자 특성에서는 로봇수술 선호, 혁신에 대한 개방적 태도가 주요 도입 원인이었으며, 기관 특성에서는 수익성, 경영적 필요성, 병원 간 경쟁을 꼽았다. 사회정치적 문맥에서는 환자의 로봇수술에 대한 높은 선호, 혁신전략 특성에서는 실손의료보험이 주요 원인으로 나타났다.

표 11. 특성별 도입 원인

구분	도입 원인
사용자 특성	로봇수술 선호(12명), 혁신에 대한 개방적 태도(7명), 경제적 요인(2명)
기관 특성	수익성(8명), 경영적 필요성(7명), 병원 간 경쟁(7명), 교육기관으로서의 역할(5명), 병원 규모(4명)
사회정치적 문맥	높은 환자 선호(11명)
혁신전략 특성	실손의료보험(13명), 로봇수술 회사의 역할(4명)

(가) 도입 과정

의료기관의 의료기기 도입 절차는 비슷한 양상을 보였다. 전년도에 의료기기 구입 신청을 받아서 절차가 시작되었다. 심사기준은 의료기기를 통한 환자 진료량, 매출 등 목표 실적, 이전 도입 기기라면 이전 실적 및 계획을 제출하도록 하였다. 도입 심사 시 병원에 따라 각 항목을 정량적으로 점수화하는 경우도 있었으며, 위원들끼리 정성적으로 평가하는 경우도 있었다. 이후 병원마다

명칭은 조금씩 다르지만, 심의위원회의 심사를 통해 자체적으로 의료기기의 도입 여부 및 우선순위를 결정하였다. 이후 당해 연도 예산 내에서 우선순위에 따라 순차적으로 도입이 이루어졌다.

로봇수술 또한 도입 초기에는 위의 의료기기 도입 절차를 따르는 경우가 많았다. 전기에 로봇수술을 도입한 병원의 경우 로봇수술에 대한 수익성이나 의료효과에 대한 근거가 현재보다 부족한 상황에서 수술량이 많고 명망 있는 고참급(시니어) 의료진, 주로 비뇨기과의 의료진의 주장에 의해 도입이 상향식으로 추진되었다(6명, 전기 응답자 중 75%). 하지만 중기 이후로 로봇수술이 확산되고, 수익성과 의료효과에 대한 근거가 쌓이고 난 이후에는 병원장 등 경영진의 결정으로 도입되는 하향식 도입(3명, 중기 이후 응답자 중 60%)이 주를 이루었다.

“병원 입장에서는 당장 투자비용이 없고 쓰는 만큼만 분납하면 되니까 부담 없어서 도입이 쉬운 거죠.” - A

도입 조건 측면에서 대부분의 의료기관에서 도입은 구매를 의미하였다. 하지만 전기에 도입한 일부 대형 상급종합병원에서는 대여를 통해 로봇수술을 도입하였다(4명). 이러한 대여방식을 통한 도입은 일정 수술량을 정해 놓고 그 수술량까지는 대여료를 지불하고 수술량을 채운 이후에는 지불하지 않는 방식이었다. 대여 방식은 도입비용이 매우 고가인 로봇수술 도입에 있어서 일종의 도입 비용 할인으로 작용하여 더욱 많은 로봇수술을 도입할 수 있도

록 하는 촉매로 작용하였다. 이러한 대여방식은 수술량이 많은 대형 상급종합병원에서만 가능하여 한 기관에 여러 로봇수술 도입을 쉽게 하여 집중화를 촉진할 수 있었다.

(2) 사용자 특성

사용자 특성을 분석한 결과 의료진의 로봇수술 선호(12명), 혁신에 대한 개방적 태도(7명), 경제적 요인(2명) 순으로 나타났다.

의료진이 로봇수술을 선호하는 이유는 좁은 공간에서 동작이 편하여 수술자가 인지하는 수술 만족도가 높으며, 최신 기술이라는 점, 로봇수술이 표준으로 정착하였기 때문이었다. 시기별로는 전기의 로봇수술 선호는 로봇수술이 좁은 공간에서 장점을 발휘할 수 있기 때문이라고 답한 경우(7명)가 가장 많았으며, 중기 이후로는 최신 기술이라는 점(4명)이라고 답한 경우가 가장 많았다.

또한, 도입에 영향을 행사할 수 있는 고참급 의료진의 혁신에 대한 개방적 태도가 도입에 영향을 미쳤다.

“(로봇수술 도입을 주장하신 의료진이) 워낙 탁월한 분이니까 믿는 게 좋은 거 같다고 해서 결국은 사기로 했고” - J

“ ‘이건(로봇수술) 굳이 안 해도 된다.’ 라는 인식이 지배적이었거든요. 보수적인 집단에서는. 2000년대 초에 처음에 로봇수술을 들여오고 아웃컴(outcome)이나 이런 걸 얘기 들어 봤을 때 크게

차이가 없는 거 같고” - A

개방적 태도는 특히 전기에 도입한 병원에서 두드러졌다(6명, 전기 중 75%, 중기 이후 20%). 초기에 도입한 병원들에서는 과별 권위자 특히 비뇨기과 분야의 권위자가 기술혁신자(technovator)로 도입을 주장하고, 그 의견에 따라 도입을 결정한 경우가 많았다. 이러한 기술혁신자들은 도입 이전부터 진료량이 많기 때문에 도입으로 인한 결과가 좋지 않아도 위험(risk)을 감당할 수 있기 때문에 남들보다 빠르게 신의료기술을 도입하게 된다.⁶⁰⁾ 반대로 고참급 의료진이 혁신에 대해서 부정적인 태도를 보인 경우에는 도입하지 않거나 도입이 늦어졌다. 로봇수술 도입 초기에는 의학적 효과에 대한 근거가 현재에 비해 부족하였으며, 수익, 원가 등 수익성에 대한 자료가 없었다. 또한, 로봇수술 교육을 위해서는 해외 연수를 가야 하는 등 수련 프로그램 등이 잘 갖추어지지 않은 상황이었기 때문에 수술자 교육에도 많은 시간이 필요하였다. 이렇듯 도입 결정을 위한 자료가 부족하였고, 기반이 제대로 갖추어져 있지 못했기 때문에 초기에 도입한 병원에서는 명확한 근거를 가지고 도입을 결정하기보다는 명망 있는 의료진의 의견을 도입의 주요 근거로 삼았다.

“지금은 병원의 경우에 그런 인센티브가 없어졌지만, 사립은 아직도 있을걸요. 케이스당 얼마. 서전들에 대한 경제적 요인도 있으니까 그런 것들이 로봇수술이 많이 늘어나고 있다고 보시면 돼요.” - I

로봇수술 도입 당시에 존재했던 인센티브도 의료진의 로봇수술에 대한 선호도를 증가시켜 도입에 영향을 주었다. 로봇수술은 기존의 개복 수술이나 복강경 수술에 비해 수가가 높아 인센티브도 상대적으로 높았다.

(3) 기관 요인

기관 특성에 대한 분석 결과 수익성(8명), 경영적 필요성(7명), 병원 간 경쟁(7명), 교육기관으로서의 역할(5명), 병원 규모(4명) 순으로 나타났다.

로봇수술을 도입에 가장 큰 영향을 미친 요인은 수익성이었다. 전기에 수익성에 대해 언급한 인터뷰 대상자는 50%(8명)이었으며, 중기 이후는 80%(4명)로 응답자의 비율상 중기 이후에 수익성을 더 중시한 것으로 볼 수 있다. 하지만 전기와 중기 이후에 수익성의 내용에 차이가 있었다. 전기에 도입한 병원들은 로봇수술이 비급여이기 때문에 급여항목인 복강경 수술보다 더 많은 수익을 얻을 수 있을 것으로 기대하고 도입하였다. 로봇수술 도입 초기에는 환자들 사이에서 로봇수술에 대한 인지도가 높지 않았지만, 도입한 병원이 적어 희소성이 있었다. 이 때문에 현재보다도 높은 수가를 받을 수 있어 수익성이 좋았다. 이후 시간이 지나면서 환자들 사이에서 로봇수술에 대한 인지도가 상승하고 복강경 수술보다 수술 후 결과가 좋다는 인식이 생기면서 로봇수술의 수요가 증가하여 추가적인 로봇수술 도입에 근거가 되었다.

“필요하다는 욕구는 갖고 있었지만 그게 50억 정도 하는 기계이니까 그걸 사기 위해서 근거를 마련해야 되는데. 저렴하게 살 수 있는 방법을 찾는 것 중에 하나가 의료원 산하 다른 병원에서 사니까 우리도 같이 사면서” - H

중기 이후의 병원에서는 전기와는 다르게 높은 수가로 인한 수익성보다는 도입비용을 할인받을 수 있어 도입하는 경우가 많았다. 이런 도입비용의 할인은 원가를 낮출 수 있어 수익성에 도움이 되었다. 도입비용을 할인받는 방식은 새 기계가 출시되었을 때 이전 버전의 기기를 할인받거나, 의료원 내의 병원에서 공동구매를 받는 방법 그리고 정부 지원사업에서 도입비용 중 일부를 지원받는 방법 등이 있었다.

경영적 필요성은 크게 특성화, 미래에 로봇수술 증가 예상, 선진 병원 이미지 확보로 나눌 수 있다.

“그래서 주로 다른 대학은 로봇으로 다른 수술도 많이 했어요. 그런데 여기는 복강경 수술을 잘하니까. 산부인과도 그렇고. 그냥 복강경으로하고 싱글포트(single port)라는 얘기도 나오고 했으니까. 그래서 주로 비뇨기과 전립선암을 많이 했죠. 나중에 복잡한 수술들을 하는 게 필요할 경우에는 그게 워낙 탁월한 기능을 갖고 있으니까 우리 병원의 장점을 살리기 위해서는 이것이 필요하다.” - J

로봇수술을 통해 이전부터 복강경 수술이 타 병원에 비해 상대

적으로 우위에 있는 병원들은 복강경 수술의 일종인 로봇수술로 특성화하고자 하는 의도에서 도입하였다.

“ 퓨처 디렉션(future direction)이 미니멀리 인베이시브 서저리인데 그냥 복강경은 로봇하고 비교해 보니까 너무 힘들고 로봇은 비싸기는 하지만 하면 배워서 분명히 나중에 될 거 같다. 잠깐 하다가 없어질 게 아니고. 그때 미국이 점점 그 수술이 많아지는 게 눈에 보였거든요. 이걸 시차를 두고 우리나라에서도 되겠구나. 지금은 80% 이상이 다 로봇수술로 변했잖아요.” - I

또한, 로봇수술은 해외에서 지속적으로 증가하는 추세였기 때문에 잠시간의 유행으로 사라질 것이 아닌 미래의 핵심 의료기기로 지속적으로 증가할 것으로 예측하여 도입을 추진하게 되었다.

“스타 서전을 만들고 이슈화를 몰기 좋기 때문에 외과가 커야 된다는 마인드가 있으셨고 그걸 의료원 하나 위치에서 끌고 갈 수 있는 힘이 있었기 때문에. 막무가내로 끌고 간 건 아니고. 아까 말한 대로 이런 상황 속에서 뭐가 가장 좋냐는 의견 청취하시고. 이런 게 앞으로 가야 될 것 같습니다. 오케이 그럼 로봇을 가져고 해서. 그래서 저희 병원에서 로봇을 빨리 산 거예요.” - E

또한, 기술적으로 선진적인 병원의 이미지 확보를 위하여 신의료기술의 선점하고자 한 것도 도입 원인이었다. 로봇수술의 도입

은 선진적인 병원 이미지 및 지명도 상승에 도움을 줄 것으로 예측하였다.

초기와 중기 이후의 정책적 도입 측면에서의 차이는 초기에 도입한 병원은 로봇수술이 향후 내시경 수술을 대체할 차세대 수술 도구가 될 것으로 예측하고 이를 통해 병원이 로봇수술에 특성화가 되어 타 병원과 차별적인 장점을 가지고자 도입을 하였다(4명, 전기 중 50%). 중기 이후에는 도입 병원이 늘어나면서 로봇수술이 하나의 선진적 병원의 기준이 되어 선진적 병원으로서의 이미지를 확보하기 위해 로봇수술을 도입한 경우(3명, 중기 이후 중 60%)가 많았다.

로봇이 전국적으로 도입되면서 지역 내 타 병원과의 경쟁 또한 로봇수술 도입 원인이었다. 로봇수술이 주변에 비슷한 규모의 대학병원에서 시행되면서 로봇수술 도입이 늦어지면 다른 병원들과의 경쟁이나 기술적 측면에서도 뒤처질 수 있다는 위기감이 있었다.

“이제는 차세대 수술로 메인으로 자리 잡은 로봇수술을 이제 도입하지 않으면 우리는 영영 수술 면에서 낙오되고 밑에 있는 제자들. 배움의 기회를 박탈하는 그런 크나큰 네거티브(negative) 효과가 있기 때문에 절박한 심정에서 한 거죠.” - D

로봇수술을 도입한 병원은 대부분 상급종합병원으로 학생 및 전공의 교육을 담당하는 수련병원인 경우가 많았다. 수련병원으로서

일부 암에서는 표준으로 자리 잡은 로봇수술을 도입하지 않으면 교육 기회를 박탈하는 문제가 생길 수 있어 교육적인 측면에서도 로봇을 도입하였다.

“그런데 제가 이런 과정을 겪었을 때에는 이런 수익보다는 우리가 리더로써 나가려면 꼭 사고야 말겠다. 돈을 떠나서. 그러니까 학회에서 발표도 하고 논문도 내고. 연구 기관이니까 연구적인 면도 크죠.” - G

교육 이외에도 학술기관으로서 로봇수술 연구도 도입이유였다. 로봇수술 연구를 통해 해당 분야에서 학문적인 흐름에 뒤처지지 않고자 하였다. 특히 비뇨기과의 경우 국제적으로 대부분의 전립선암 치료가 로봇으로 이루어지고 있기 때문에 이런 연구적인 측면이 중요하였다.

의료기관의 물리적, 재정적 규모가 로봇수술 도입에 영향을 미쳤다. 규모가 큰 의료기관일수록 한 해에 사용할 수 있는 도입예산이 커서 규모가 작은 의료기관에 비해 고가의 로봇수술을 도입할 수 있는 여력이 컸다.

“병원이 오래돼서 공간이 없습니다. 로봇 기계 놓는 것도 있어야 되고 뒹고 관리하고 그 방이 있어야 해서요. 그래서 우리 새 병원이 완공되면 로봇을 그때 도입할 예정입니다.” - N

또한, 로봇수술 설치 공간도 영향을 미쳤는데, 로봇수술의 경우에는 로봇수술 기기 자체가 부피가 클 뿐만 아니라 로봇수술 세척 등으로 인하여 많은 공간 확보가 필요하였다. 하지만 오래된 의료기관에서는 상대적으로 수술방의 크기가 작아 로봇수술 공간 확보에 어려움이 있었다. 이런 경우 병원을 신축 할 때 공간을 확보하여 로봇수술을 도입하거나 신축 계획이 없는 경우에는 로봇수술 도입을 포기하였다.

병원 간 경쟁, 교육기관으로의 역할, 병원 규모의 원인은 시기적인 차이가 없이 골고루 분포하였다.

(4) 혁신의 특성

로봇수술의 특성을 앞서 기술한 새로운 의료기술의 8가지 특성 분류인 호환성, 복잡성, 비용, 가시성, 상대적 장점, 재발명, 위험, 시험 가능성으로 분류하여 분석하였다.

“복강경 수술했던 사람은 쉽습니다. 그렇지만 복강경 수술 안 한 세대에서는 어떨지는 (모르지만)” - H

호환성 측면에서 로봇수술은 내시경 수술의 발전된 형태로 익숙한 형태였으나 기존의 수술 환경과는 달라 로봇수술을 위한 별도의 공간이나 기기들이 필요하여 도입을 저해하는 요인으로 작용하였다. 복잡성 측면에서는 의사들이 배우기에 로봇수술이 직관적이

라 빠르게 배울 수 있다는 의견이 많았다. 특히 이전에 복강경 수술에 익숙한 의료진의 경우 큰 어려움 없이 로봇수술에 적응할 수 있다고 답하였다. 가시성 측면에서는 초기에는 로봇수술의 안전성과 효과성에 대해 국내 결과가 없어 외국의 결과를 참고해야만 했기 때문에 가시성이 낮았으나, 확산 이후부터는 안정성과 효과성, 수술자의 신체적 편이에 대한 근거가 많아져 가시성을 확보할 수 있었다. 상대적 장점 측면에서 로봇수술은 도입 초기부터 전립선 수술에 있어서 개복이나 복강경 수술에 비해 수술 효과 측면에서나, 최소침습수술의 범위 측면에서 우위를 보였으며, 로봇수술이 확산되며 점차 더 많은 장기에서 복강경 수술보다 우위를 보였다. 하지만 도입 및 유지비용, 수술비용이 개복 및 복강경 수술에 비해 매우 높기 때문에 이러한 비용 문제는 도입을 저해하는 요소였다. 위험 측면에서는 로봇수술은 시야가 더 잘 확보되고 수술 기구의 성능이 좋아 섬세한 수술이 가능하기 때문에 출혈이나, 수술 도중 개복, 그 외 합병증의 위험이 줄어들었다. 하지만 재발명이나 시험 가능성 측면에서는 이미 정해진 수술 기기를 반드시 사용해야하기 때문에 재발명의 가능성이 낮고 로봇수술 도입이 결정되어야 시험해 볼 수 있는 기회가 많이 주어지기 때문에 시험 가능성은 낮았다. 로봇수술은 복잡성, 가시성, 상대적 장점, 위험의 특성이 도입을 촉진하는 요인이었으며, 호환성, 상대적으로 높은 비용, 재발명, 시험 가능성은 도입을 저해하는 요소였다.

(5) 사회정치적 문맥

사회정치적 문맥에서는 환자들의 선호가 로봇수술 도입 요인으로 작용하였다. 환자 선호에 대해서는 인터뷰 대상자의 대다수(11명, 73%)가 선호도가 높다고 답하였다.

로봇수술 도입 초기에는 로봇수술에 대한 인지도가 낮아서 대부분 로봇수술이 어떤 것인지 몰랐으며, 로봇수술에 대한 인식이 좋지 않아 선호도가 낮았다. 이에 로봇수술로 수술을 진행하려면 장시간의 설명과 설득이 필요하였다. 그러나 최근에는 로봇수술이 많이 알려지고 효과가 기존의 수술보다 더 좋다는 인식이 확산되면서 환자 측에서 로봇수술이 가능한지 문의하는 등 선호도가 상승하였다. 이는 복강경 수술 선호 감소로도 이어져 전립선암이나 자궁근종 수술의 경우에는 복강경으로 수술받는 경우 더 효과가 나쁜 수술을 받는다는 인식을 하기도 하였다. 이렇듯 도입 초기와는 달리 최근의 환자들은 로봇수술에 대해서 진료 전에 이미 인터넷에서 이미 검색하고 알고 오는 경우가 많았으며 선호도 또한 높아 로봇수술을 해주는 병원을 찾아다니는 경우도 있었다.

의료진이 인지하는 로봇수술의 환자 만족도는 높다고 하였는데, 논문 발표를 위해 조사해 보면 큰 차이가 없는 것으로 나타난다고 하였다. 이는 수술의 만족도가 중증도의 차이 등 여러 가지 문제로 논문을 낼 만큼 객관적 효과를 나타내기가 어렵기 때문이라고 판단하고 있었다.

(6) 혁신 전략 특성

혁신 전략 특성에서는 실손의료보험과 로봇수술 회사의 역할이 영향 요인으로 작용하였다. 실손의료보험은 영향 요인 중 가장 많은 인터뷰 대상자가 언급한 요인으로 13명(92.8%)이 실손의료보험이 로봇수술 도입에 영향을 미친다고 답하였다.

“ 하나는 최근에는 개인 사보험을 드신 분들이 많아요. 암보험이라든지 실손보험을 통해서 어느 정도 보상받는 분들이 꽤 많이 계시기 때문에 그런 분들은 고민 안 하고 로봇 수술하겠다고 선택하시는 경우가 많고 가장 고민되시는 분들이 암보험이나 실손보험 같은 사보험에 가입되어 있지 않고, 경제 사정이 어려운 분들. 이런 분들은 선택하기 어려운 면이 많죠.” - D

“사보험이 있는가부터 신경을 쓰게 되고 현실적으로는 로봇 수술 하면 의사도 편한데 무조건 로봇수술 하라고 못 하고 사보험 있는지 물어보고. 사보험 있으면 (의사도) 마음이 편하고. 환자도 부담 없고” - A

로봇수술은 건강보험에서 보장되지 않는 비급여 수술이기 때문에 많은 본인부담금을 내야했다. 하지만 로봇수술을 받는 대다수 환자가 실손의료보험에서 본인부담금을 보전받고 있었다. 실손의료보험은 본인부담금을 낮추어 환자의 로봇수술 선택 부담을 낮추

며, 의사 입장에서도 실손의료보험이 있는 경우 로봇수술을 권하는데 부담이 낮아진다고 하였다. 또한, 경영자 입장에서도 실손의료보험의 존재로 로봇수술의 수요가 증가할 수 있어 실손의료보험이 매우 중요한 도입 요인으로 작용하였다.

” 지금 (실손)보험이 우리는 계속 보험 회사에서 주는데 혹시 보험이 안 되면. 수요가 많아지면 보험회사도 요즘 적자가 많다고 하는데 너무 수요가 많으면 보험회사에서 실사 들어가서 이전 아직까지 따져 봐서 주는 게 남는 거 같으니까 하는데 너무 많으면 안 할 가능성도 많죠. 로봇이라는 게 30억 내외 든다고 하는데 실비가 안되면 그걸 놓기 어렵지 않을까 “ - N

로봇수술을 받는 환자의 대다수가 실손의료보험에서 보전받는 상황에서 병원 경영자 측면에서는 실손의료보험이 언제까지 로봇수술을 보장해줄지 알 수 없다는 불안감이 로봇수술 도입 반대 이유로 작용하였다. 또한, 최근에 로봇수술이 증가하고 있는 암의 경우에도 건강검진에 의해 발견되는 암종들이 많은데, 이는 검진을 받는 환자의 경우 실손의료보험이 있을 확률이 높기 때문이라고 하였다.

로봇수술 도입에 있어서 로봇수술 회사의 역할은 다양하였는데, 필요한 정보를 제공하는 것과 로봇수술에 익숙하지 않은 의사들에게 트레이닝을 제공하는 것, 로봇수술 도입에 필요한 공간 등에 대해 컨설팅 등의 역할을 하였다.

“(타병원의) 보유량이나 수술 증가량 이런 것들. 다빈치에서 다 갖고 있어요. 거기에서 영업을 하는 거죠. 과를 통해서 제시하고 있어요. 업체, 과, 병원 이런 식으로.” - O

로봇수술의 도입을 고려할 때 회사에서는 병원에 로봇수술 원가나 수익성에 대한 자료 제공하였으며, 비슷한 수준에 있는 병원들의 로봇수술 현황 자료 제공하였다. 때에 따라서는 도입하겠다는 의사만 있다면, 병원에 제출할 서류 등은 회사에서 거의 다 만들어 주는 경우도 있다고 하였다.

“거기(업체) 센터에서 몇 개월간 무료로 트레이닝시켜 준다고 하더라고요. 개인적으로 할 수도 있지만 거기에서 해준다고.” - N

로봇수술 회사는 로봇수술이 익숙하지 않은 의사들에게는 로봇수술에 익숙해질 수 있도록 교육을 제공하였다. 트레이닝 센터를 갖추고 로봇수술을 도입하는 병원들의 의사들과 이미 도입한 병원에서 신규로 로봇수술을 배우고 싶어 하는 의사들에게 트레이닝 프로그램을 제공하였다. 또한, 로봇수술에 필요한 공간 실측 및 개략적인 공간계획을 제공하여 로봇수술 도입을 용이하도록 도와주었다.

나) 로봇수술 도입 결과

로봇수술 도입 결과를 각 요인별로 분석하였다.

표 12. 로봇수술 도입 결과 코드 범주

상위범주	범주	내용
의학적 효과	수술환자 결과	수술환자 결과 증진
	수술 용이성	기존 수술에 비해 수술이 난이도 감소
	수술 발전	수술법 발전, 수술 결과 표준화
수익성	규모/지역적 차이	집중화
교육	로봇 의존도 상승	개복/복강경 경험 부족
도입 영향	추가로봇수술 도입	집중화

(1) 의학적 효과

로봇수술의 의학적 효과로는 수술 시야 확보(12명), 수술 동작 편해짐(7명), 로봇수술 액세서리의 좋은 기능(3명)으로 섬세한 수술(8명)이 가능하다고 하였다. 이러한 장점으로 인하여 로봇수술은 기존의 수술보다 적은 합병증(8명) 및 출혈(7명)과 빠른 수술 후 회복(7명), 생식기능 보존(4명), 미용 측면(3명)이 장점으로 꼽혔다. 또한, 최소 침습 수술 범위가 넓어지는(4명) 결과를 보였다. 수술자의 입장에서는 수술에 따르는 신체적 부담의 감소 효과(10명)도 있었다. 이렇게 좋은 결과 및 수술자 만족도 증가, 신체적 부담 감소는 의료진의 선호도를 더욱 증가시키는 요인으로 작용하였다.

(가) 수술환자 결과

“섬세한 수술이 도움이 되는, 섬세한 수술이 좋은 결과로 나오는 그런 수술들은 아웃컴(outcome)에서도 차이가 나요. 요실금 발생이나 성기능 장애 발생. 이런 것들은 확실히 개복이나 복강경에 비해서 좋다.” - A

로봇수술은 장기적으로 수술 장기들의 기능보전이 잘 되는 장점이 있었다. 특히 비뇨기과적으로는 성기능과 배뇨기능 보존, 산부인과적으로는 자궁보존 등 생식기능의 보존에 좋은 결과를 보였다. 이 때문에 자녀를 계획 중인 젊은 연령대의 환자는 로봇수술을 선호하였다. 특히 여성의 사회적 진출이 늘어나고, 임신 연령이 늦어지면서 생식기능 보존에 효과가 더 좋은 로봇수술에 대한 인식 및 선호가 향후 더 증가할 가능성이 있었다.

“ ‘이렇게 비싸게 받으면서 충분히 복강경으로 다 할 수 있는데. 내가 왜 로봇 해야 되냐. 환자한테 미안하다.’ 이런 생각을 하는 분도 있죠.” - K

하지만 일부 의료진은 복강경과 로봇수술의 수술효과의 차이가 크지 않아 로봇수술의 특별한 장점을 모르겠다고 답하였다. 이러한 의견은 위·장관 수술을 하는 의료진에서 두드러졌는데, 이는 위·장관 수술은 전립선이나, 자궁, 갑상선과는 다르게 좁은 공간

이 아닌 비교적 넓은 공간에서 수술을 진행하기 때문에 복강경 수술이 비교적 용이하다는 차이가 있었다.

(나) 수술 용이성

- 섬세한 수술

” 로봇이 가장 베네핏(benefit)을 받는 장기가 어디냐 하면 전립선이에요. 아주 깊은 곳에 위치하거든요. 그러다 보니까 개복을 할 때 깊은 데가 있어서 수술이 쉽지 않아요. 그리고 전립선이라는 게 어떤 문제가 있냐 하면 떼기만 하면 되는 게 아니고 전립선 안으로 요도가 지나가니까 떼고 나서 방광을 요도에 잘 이어줘야 소변이 안 새어 나오고 합병증이 안 생기고. 그리고 빼고 나면 요실금이나 발기부전 같은 문제가 생기는데 그런 것들이 이제 개복이나. 힘든 건 복강경 수술이에요. 복강경 수술은 조그만 구멍에다가 젓가락 같은 걸 넣어서 수술 하는 거니까 얼마나 힘들겠어요. 조작이. 로봇팔은 이 끝이 사람의 손목처럼 돌아가잖아요. 그게 되면서 요도하고 방광을 이어주는 게 그냥 복강경보다 훨씬 편한거예요 “ - I

“ 자궁근종절제수술인데 근종이 크거나 개수가 많거나 하면 복강경으로 접근해서 제거하고 자궁을 다시 봉합하는 과정이 어려워서 그런 게 어려울 수 있는데 로봇에서는 훨씬 더 섬세하게 움직이고 입체적으로 볼 수 있고 봉합이 훨씬 쉬우니까 그런 면에서는 로봇

이 확실히 우월하다.” - B

로봇수술은 복강경 수술이 닿지 못하여 개복 수술로 했던 수술도 가능하기 때문에 최소침습수술의 범위를 넓히는 효과가 있었다. 또한, 로봇수술은 시야 측면에서 복강경과 달리 3차원으로 시야가 제공되어서 해부학적 구조를 파악하기 용이하며, 개복 수술이나 복강경 수술로 시야가 닿기 어려운 부분까지도 보이고 확대도 되는 장점이 있었다. 또한, 로봇팔의 움직임이 매우 섬세하고, 쓰이는 수술기구들 또한 복강경에 비해 성능이 좋기 때문에, 이전보다 정교하게 수술이 가능하여 합병증이 줄어들고, 회복기간이 빨라져 입원기간이 줄어들었다.

- 수술자의 신체적 편안함

“머리를 딱 대고 편안한 자세로 손동작을 평소 그대로하기 때문에 복강경이나 이런 것에 비해서 편하다. 얼거너믹(ergonomic)하다는 장점이 있죠. “ - D

로봇수술은 수술자가 앉아서 편안한 자세로 수술을 할 수 있어 복강경 수술에 비해서 신체적으로 편안하여 결과가 좋아지는 측면이 있었다. 또한, 익숙해지면 수술시간이 줄어들기 때문에 여성 수술자의 경우에는 체력적인 부담이 이전보다 많이 완화되었다.

- 수술시간

“문제는 GB (cholecystectomy)를 하잖아요. 1시간이면 해 복강경으로 하면. 로봇으로 하면 3시간, 4시간 걸려요. 같은 수술을. 그러니까 로봇하고 빠를 거 같지만 배우는 데까지 1, 2년 걸려요. 서전들이 습득하는데. 습득한다고 하더라도 2배 이상 걸린대. 우리 병원은 수술이 진짜 많거든요. 방 하나에서 평균 3~4개해야 돼요. 근데 로봇 하나가 방 차지하고 있으면 힘들지요.” - N

로봇수술은 수술 시간 측면에서 수술량이 많은 의료진과 적은 의료진의 차이가 있었다. 로봇수술이 익숙하지 않은 의료진 경우에는 복강경에 비해 수술 시간이 길어져서, 병원 수익과 환자에게 악영향을 줄 수 있었다. 특히 이러한 문제는 로봇수술을 상대적으로 적게 하는 중소형 상급종합병원에서 두드러졌는데, 대형 상급종합병원에 비해 로봇수술에 수술 숫자가 많지 않기 때문에 로봇수술에 익숙해지기까지 더 오랜 시간이 필요하였다. 하지만 로봇수술에 익숙해질 수 있을 만큼 수술량이 충분한 대형 상급종합병원에서는 복강경에 비해 로봇수술의 시간이 짧거나 비슷하다고 하였다. 이는 집중화가 로봇수술의 질을 올려줄 수 있다는 선행연구의 결과와 일치한다.⁵⁸⁾

(다) 수술 발전에 기여

“사람들이 새로운 아이디어를 내고 새로운 테크닉이 나오고 하면서 서포팅하는 머티리얼(material)도 나오고 하면서 수술이 이 로봇 수술에 더 최적화돼서 시간도 짧아지고 우리가 못 보던 아나토미(anatomy)도 보면서 하니까 서지컬 아나토미(surgical anatomy)에 대한 이해도 늘어나고 하면서 소사이어티 자체가 수술에 대한 러닝커브들을 쪽 극복하면서 수술이 점점 쉬워지고 아웃컴도 점점 좋아지고 시간도 단축되고 그러니까 오히려 그런 경험들이 다시 또 개복 수술로 다시 피드백이 가서 개복 수술도 개선이 되거든요.” - A

로봇수술 도입으로 인하여 이전 복강경 수술이나 개복 수술에서 사용하지 않던 새로운 수술 기법들을 개발하면서 로봇수술 술기 자체의 발전뿐만 아니라 개복 수술에도 영향을 줘서 전반적인 수술의 질이 향상되는 효과가 있었다. 또한, 시야가 좋아 해부학적 이해도 증가하였다.

“오히려 이제 수술법 자체가 크게 의미가 없어졌다는 느낌. 평균화가 돼 버렸기 때문에 수술은 그냥 수술이야 이렇게. 정말 타고난 서전이 있었는데 지금 로봇시대에는 그런 건 없어지고 다 평균화가 됐고” - C

앞서 기술한 것과 같이 로봇수술은 시야 확보 측면에서나 수술의 용이성 측면에서 장점이 있었다. 이로 따라 로봇수술은 이전 개복 수술이나 복강경 수술보다 전반적인 수술의 질이 향상되고 술식이 표준화 되어 수술자로 인한 수술 결과의 변이가 줄어드는 효과를 보였다. 특히 이러한 현상은 로봇수술이 표준 수술로 자리 잡은 전립선암이나 부분 신장절제수술 등 비뇨기과 부분에서 두드러졌다. 또한, 로봇수술의 수술 용이성뿐만 아니라 유튜브 등의 플랫폼으로 전 세계의 로봇수술 영상이 공유되어 이를 통해 배울 수 있다는 점도 영향을 미쳤다.

(2) 수익성

로봇수술 도입 이후 환자 진료량에 대해서 병원의 위치와 크기에 따라 수익성 충족 측면에서 의견이 달랐다.

“처음에는 환자가 많지는 않았지만, 꾸준히 늘면서 이제 이제 병원에 확실한 수익이 된다는 걸 보여줬고요” - I

서울의 대형병원의 경우 3~6대 정도로 많은 로봇을 보유하고 있었다. 그럼에도 로봇수술을 위해 3~4달 정도 대기해야 할 정도로 진료량이 많았다(6명). 로봇수술을 많이 하는 비뇨기과, 산부인과, 내분비 외과의 경우에는 환자의 대기기간이 길어져서 복강경이나 개복 수술을 받거나 다른 병원으로 전원하는 경우도 있었다. 이

때문에, 병원에 추가적인 로봇수술 도입을 요청하거나 과별로 독립적으로 사용할 수 있는 로봇을 배정해 달라고 요청하는 경우도 있었다. 지방에 위치한 의료기관의 경우에도 수도권처럼 경쟁이 심하지 않기 때문에 로봇수술을 도입하면 충분히 지역의 수요를 흡수할 수 있어 환자가 많이 늘어난다고 하였다(2명).

“로봇은 사실 그렇게 돈을 많이 벌 수 있는 데까지 올라가기가 어려운 거예요. 그래서 지명도가 없는 병원은 로봇이 있어도 로봇을 빨래 걸이로 쓴다는 말이 있었어요.” - G

반면에 수도권의 중소 대학 병원의 대학병원의 경우 상대적으로 적은 1~2대 가량의 로봇수술을 보유하고 있었는데 환자 수도 크게 늘지 않았으며, 로봇수술을 하려고 하는 환자가 많지 않았다. 결과적으로 초기 도입 시 예측했던 수술량을 채우지 못한다고 하였다(4명). 이런 병원별 수익성의 차이는 추가적인 로봇수술 도입에 영향을 주었다. 수익성이 높은 병원에서는 높은 수익성을 바탕으로 추가적인 로봇을 도입하였지만, 수익성이 높지 않은 병원에서는 추가적인 로봇수술 도입에 어려움을 겪고 있었다.

(3) 교육

- 전공의 교육 측면

“ 전공의는 전공의 나름대로 그것(로봇)만 봤어요. 전공의들은 요즘 트레이닝 문제점이 오픈을 못 한다는 거죠. 그런 문제점이 있지 만 개들은 그것(로봇)만 보다 보니까 잘해요.” - L

전공의 교육 측면에서 로봇수술의 분율이 높은 비뇨기과나 갑상선을 담당하는 내분비 외과 경우에는 수련기간 동안 개복수술이나, 복강경 수술을 배우지 못하는 경우가 점차 늘고 있었다(5명). 특히 비뇨기과의 경우에는 대부분의 수술이 로봇으로 이루어지고 있어서 유사시에 개복 수술을 해야 하는데 경험이 부족하여 대처가 어려울 수 있다는 의견이 있었다. 점차 로봇수술이 활성화되고 범위가 넓어지면서 복강경이나, 내시경 수술이 사라지고 로봇수술을 하지 않으면 개복 수술을 하는 것으로 재편되면서 수련기간 동안 복강경 수술을 경험해 보지 못하는 경우가 많아지고 있다. 이렇게 복강경 수술을 경험해 보지 못하고 수련을 마치게 될 경우 로봇수술에 대한 의존도가 더욱 커질 가능성이 있었다.

(4) 추가적인 로봇수술 도입

“첫 번째 장비가 성과가 좋았기 때문에 두 번째 하는 건 어려움 없이 통과 했어요. (두 번째 들어오고) 아주 열심히 하면서 이게 두 대로는 안 되겠다. 세 번째도 자연스럽게 잘 들어왔고” - I

첫 도입에서 수익을 많이 낸 병원은 초기 도입보다 빠르게 추가

로봇수술을 도입하였다. 이는 병원 내부적으로 수익성을 확인하였으며, 환자에게 로봇수술의 인지도 및 긍정적 인식이 퍼지면서, 로봇수술을 원하는 환자가 많아졌다. 이로 인해 수술 대기기간이 길어지면서 환자들이 다른 병원으로 가는 경우가 많아졌다. 또한, 의료진 사이에서도 선호도가 높아지면서 더 많은 의료진이 로봇수술을 하게 되고, 로봇수술을 하지 않던 진료과에서도 로봇수술을 하게 되면서 로봇수술의 추가적인 도입의 필요성이 더욱 커졌다. 이러한 현상은 초기에 로봇수술을 도입한 서울 대형 상급종합병원에서 많이 나타났다(4명).

“욕심을 부리면 싱글포트(single port). 그래서 그게 있으면 어쨌든 수술 상처를 하나라도 더 줄일 수 있고 그게 또 수술을 받는 환자. 특히 여자들 입장에서는 중요한 문제이기 때문에 저는 그런 게 있으면 하고 싶다. 그렇지만 우리는 아직까지 거기까지 계획을 못 하고 있다.” - H

수익성이 높지 않았던 중기 이후 도입 병원의 경우에도 새로운 로봇수술 도입을 원하고 있었다. 하지만 수익성의 문제로 도입에 어려움을 겪고 있었다. 도입을 원하는 이유는 이미 의료진 사이에서 선호도가 높으며, 지속적으로 새 기기가 출시되기 때문에 시간이 지나면 도입된 기기가 구형이 되고 이를 환자들이 인식하고 다른 병원과 비교하기 때문에 경쟁에서 뒤처질 수 있다는 것이었다.

또한, 최근 출시된 다빈치 SP (single port)의 경우 산부인과와 갑상선 수술에 효과적이라는 결과가 있고 단일공이기 때문에 흉터가 적게 남는다는 점에서 SP 구매를 희망하고 있었다(4명).

이렇게 로봇수술량의 차이에 따른 기관 내에 추가적인 로봇수술 도입에 차이가 발생하였는데, 이러한 차이는 집중화로 이어질 수 있다. 로봇수술량이 많은 병원의 경우에는 지속적으로 최신 기기를 도입할 수 있으며, 홍보효과 등을 지속할 수 있다. 또한, 수술량이 많기 때문에 용량-결과 관계로 인하여 수술결과가 좋게 나타나고 이것이 다시 환자들을 유인하는 요인으로 작용하여 집중화를 심화시킬 수 있다.

다. 소결

연구결과 의료기관의 의료기기 도입과정은 일반적으로 전년도에 각 과별 의료기기 도입 신청으로부터 시작되어 도입위원회의 심사를 거쳐 예산에 맞게 순위가 선정되어 도입이 이루어졌다. 하지만 로봇수술은 도입 시에 일반적인 도입과정을 따르지 않는 경우가 많았다. 전기에는 위와 같은 상향식 과정으로 도입하였지만, 어느 정도 로봇수술이 확산이 된 중기 이후부터는 의료진은 지속적으로 로봇수술 도입을 요구하고 있는 상황에서 병원에서 특정한 계기(로봇수술 도입 비용 할인, 병원 신축 등)로 원장단에서 로봇수술 도입을 하향식으로 결정하는 경우가 많았다.

로봇수술 도입 사례를 분석한 결과, 선행연구에서 의료기관의 신의료기술 도입 영향을 사용자 특성, 기관 특성, 기술 특성, 사회정치적 문맥, 혁신 전략 특성으로 분류하여 제시한 이론적 모델로 설명할 수 있었다. 현재 로봇수술의 도입 수준은 도입, 구축, 지속, 확산 단계 중 전립선암은 이미 로봇수술이 표준화되어 일상적으로 사용되고 있으나, 현재 로봇수술이 모든 곳에서 사용되고 있지 않다는 점에서 지속단계로, 그 외의 암에서는 일상적으로 사용하려고 시도하고 있다는 점에서 구축단계로 볼 수 있다. 따라서 로봇수술 전체의 관점에서는 구축에서 지속단계로 넘어가는 시기라고 생각할 수 있다.

로봇수술 도입에 영향을 미치는 주요한 요인들은 시기에 따라 차이가 있었다. 기술적 특성은 도입 시기별 차이가 없이 중요한

요소였다. 도입 초기에는 고참급 의사의 혁신에 개방적인 태도나, 전립선 등 좁은 공간의 수술에 장점을 가진 로봇수술에 대한 의료진의 선호, 신의료기술 선점을 통한 병원의 특성화 등 기관의 경영적 필요성 등이 주요한 요인으로 작용하였다. 하지만 중기와 후기에는 로봇수술에 대한 의학적 근거가 확립되고, 환자의 선호도가 증가하면서 사회정치적 문맥의 영향에서 환자의 선호도와 의료진의 최신기술인 로봇수술에 대한 선호, 도입 할인을 통한 원가절감이 영향 요인으로 작용하였다. 그리고 실손의료보험의 존재가 혁신 전략 특성으로서 빠른 속도로 도입 단계에서 구축 및 지속단계로 이행하게 하는 주요 요소였다.

표 13. 시기별 차이 비교

구분		전기	중기 이후
도입 과정	의사결정 구조	상향식(75%)	하향식(60%)
사용자 특성	수술 선호	좁은 수술 공간에 최신기술(80%) 장점(87.5%)	
	혁신에 개방적 태도	75%	20%
기관 특성	수익성	50%	80%
	경영적 필요성	특성화(50%)	선진적 이미지(60%)

로봇수술 도입은 환자 복강경이나, 개복 수술에 비해 수술결과

가 더 좋았으며, 수술이 용이해지고 수술 기술이 발전하게 되는 효과가 있어 의료진의 로봇수술에 대한 선호를 증가시켰다, 교육 측면에서는 로봇수술이 기존의 수술을 대체하면서 개복이나 복강경 수술에 대한 교육 기회가 점차 줄어들게 되어 이 또한 의료진의 로봇수술에 대한 선호를 증가시키는 요인으로 작용하였다. 수익성 측면에서는 규모가 큰 병원의 경우에는 로봇수술로 인한 환자 증대 및 수익성을 확인하면서 도입의 전략적 필요성이 강화되는 효과가 있었다. 환자의 선호 측면에서는 도입 초기에는 로봇수술에 대한 인식이 부족하고 선호가 낮았지만, 시간이 지나면서 로봇수술을 경험한 환자가 늘어나고, 홍보로 효과가 좋다는 인식이 확산되면서, 선호도 또한 높아졌다(그림 4). 이러한 로봇수술의 결과들은 다시 도입을 촉진하는 효과가 있을 수 있다. 하지만 선행 연구의 이론적 모델에는 이러한 결과가 미치는 영향을 설명할 수 있는 요인이 부족하였다.

2. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향

가. 국민건강보험 의료이용 자료 분석 결과

1) 기초 통계량

가) 로봇수술 도입 병원 분석

한국에서 로봇수술은 2005년 도입되어 2017년 기준으로 51개 병원에 도입되었다.

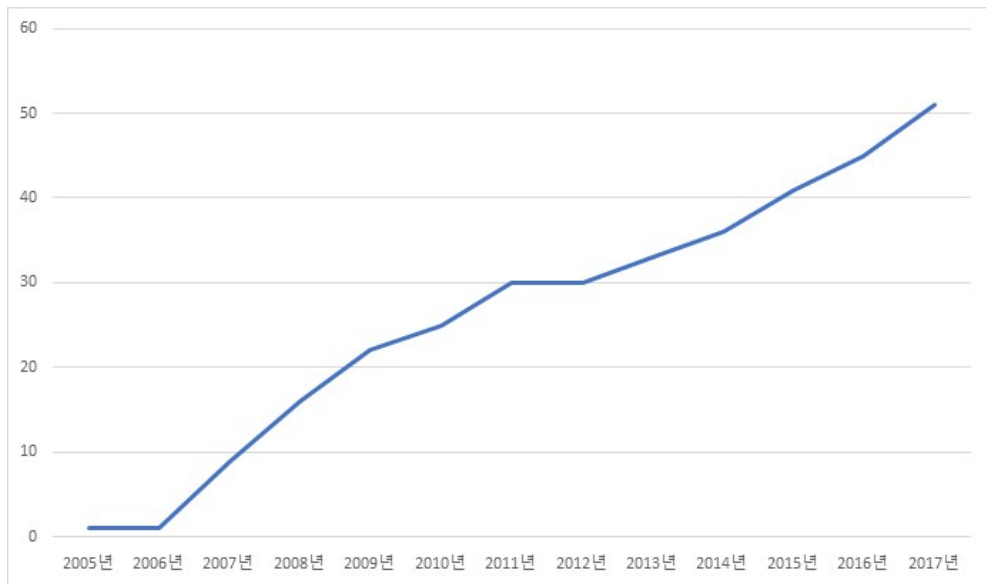


그림 5. 로봇수술 도입병원 수 추이(누적)

시/도별로는 2017년 기준으로 서울특별시(34.6%)에 가장 많았으며 광주광역시와, 세종특별자치시에는 로봇수술을 도입한 병원이 없었다.

표 14. 시/도별 도입 병원 수

지역	도입 병원 수 N(%)
서울특별시	18(34.6%)
부산광역시	5(9.6%)
대구광역시	3(5.8%)
인천광역시	2(3.8%)
광주광역시	0(0.0%)
대전광역시	1(1.9%)
울산광역시	1(1.9%)
세종특별자치시	0(0.0%)
경기도	9(17.3%)
강원특별자치도	2(3.8%)
충청북도	1(1.9%)
충청남도	1(1.9%)
전라북도	2(3.8%)
전라남도	1(1.9%)
경상북도	1(1.9%)
경상남도	3(5.8%)
제주특별자치도	1(1.9%)

로봇수술 도입 병원의 시기별 특성을 분석하였다. 지역별로는 초기 도입병원에서는 수도권에 위치한 경우가 가장 많았으며 (72.2%) 중기 이후에는 비수도권에 위치한 경우가 많았다(62.1%).

종별로는 모든 시기에서 상급종합병원이 다수였다. 또한, 초기 도입병원이 평균적으로 병상이 더 많았다.

표 15. 로봇수술 도입병원 시기별 특성

		초기 도입 병원	중기 이후 도입 병원
지역별	수도권	16(72.7%)	11(37.9%)
	비수도권	6(27.3%)	18(62.1%)
종별	상급종합병원	17(77.3%)	16(55.2%)
	종합병원	5(22.7%)	13(44.8%)
병상수	평균	986	764

나) 전립선암, 갑상선암 수술량 및 로봇수술 분율

2005년 로봇수술 도입 이후 갑상선과 전립선암에서 로봇수술은 지속적으로 증가하였다. 특히 전립선암의 경우 2017년 기준으로 전체 수술의 약 70%가 로봇수술로 이루어졌다.

표 16. 연도별 전립선암 수술량

연도	로봇수술	보험수술	전체수술	로봇수술 분율
2005	4	1,110	1,114	0.4%
2006	86	1,534	1,620	5.3%
2007	292	1,894	2,186	13.4%
2008	995	1,786	2,781	35.8%
2009	2,125	1,999	4,124	51.5%
2010	2,475	1,959	4,434	55.8%
2011	2,662	2,461	5,123	52.0%
2012	2,797	2,527	5,324	52.5%
2013	2,831	2,553	5,384	52.6%
2014	3,113	2,309	5,422	57.4%
2015	3,598	1,995	5,593	64.3%
2016	4,715	1,932	6,647	70.9%
2017	5,308	2,053	7,361	72.1%

표 17. 연도별 갑상선암 수술량

연도	로봇수술	보험수술	전체수술	로봇수술 분율
2005	5	12,528	12,533	0.0%
2006	10	16,303	16,313	0.1%
2007	79	20,987	21,066	0.4%
2008	556	26,903	27,459	2.0%
2009	1,804	31,893	33,697	5.4%
2010	2,172	34,285	36,457	6.0%
2011	2,320	39,471	41,791	5.6%
2012	2,577	44,378	46,955	5.5%
2013	2,341	42,964	45,305	5.2%
2014	1,968	32,742	34,710	5.7%
2015	1,770	24,800	26,570	6.7%
2016	2,115	25,488	27,603	7.7%
2017	2,429	24,773	27,202	8.9%

전립선암에서는 2009년 로봇수술량이 보험수술량을 초과한 이후 꾸준히 로봇수술량이 증가하였다. 갑상선암에서는 로봇수술량은 증가하고 있으나 전체 수술의 10% 미만을 차지하였다.

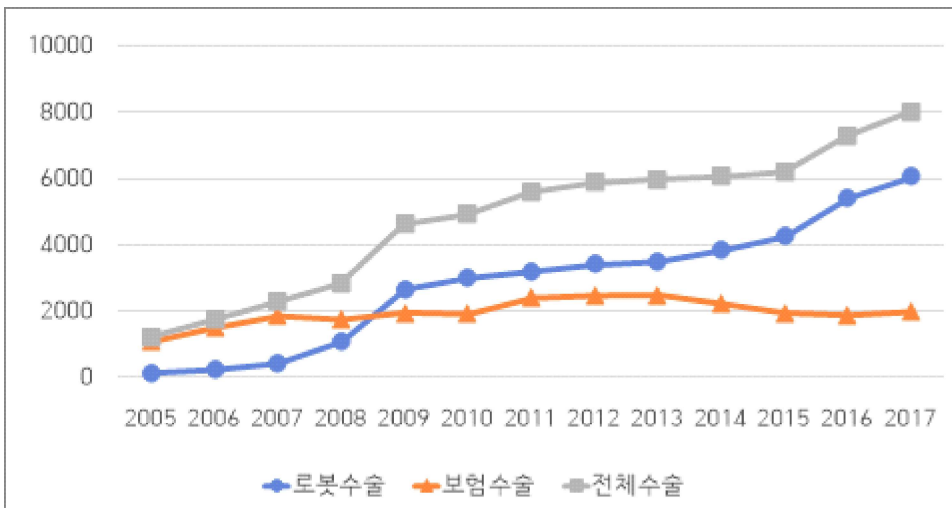


그림 6. 전립선암 연도별 수술량 추이

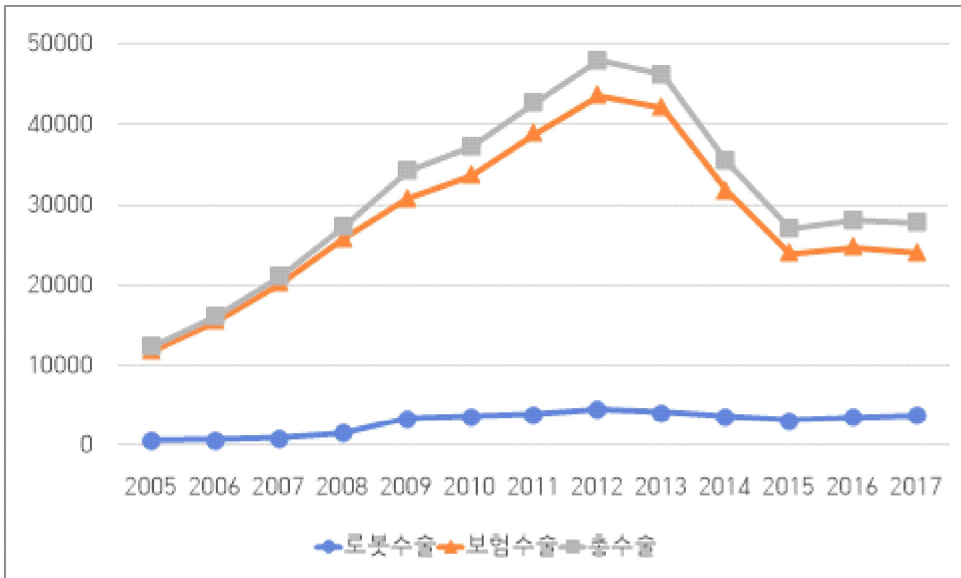


그림 7. 갑상선암 연도별 수술량 추이

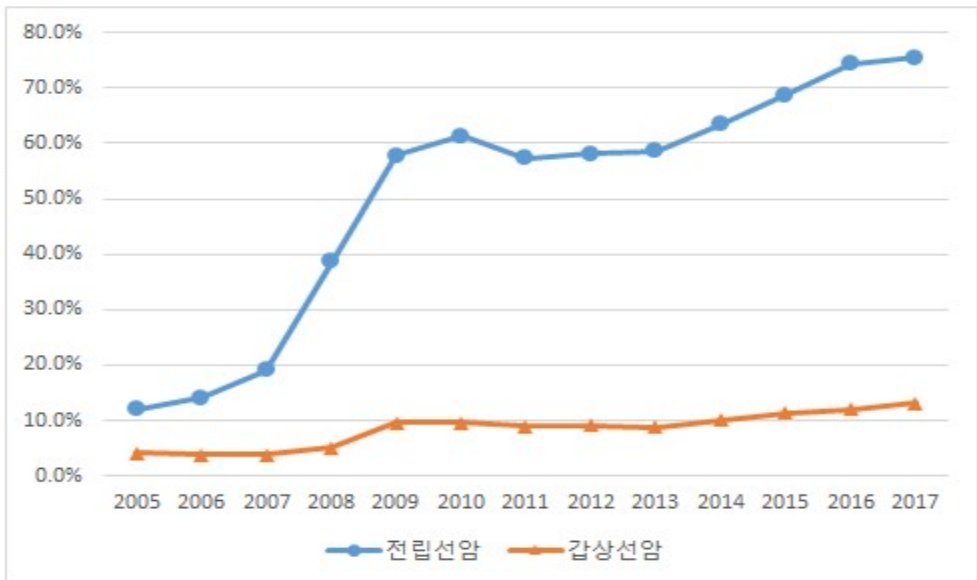


그림 8. 전립선암, 갑상선암 로봇수술 분율 추이

다) 연구대상자의 일반적 특성

지역별로 전립선암, 갑상선암의 수술량 및 로봇수술 분율을 분석한 결과 로봇수술의 분율은 전립선암은 제주특별자치도가, 갑상선암은 서울특별시가 가장 높았다.

표 18. 지역별 전립선암, 갑상선암 수술 건수 및 로봇수술 분율

지역	전립선암			갑상선암		
	로봇수술	보험수술	로봇수술 분율	로봇수술	보험수술	로봇수술 분율
서울특별시	8,486	6,153	58%	6,968	79,805	8.0%
부산광역시	2,244	1,980	53%	900	27,629	3.2%
대구광역시	1,556	992	61%	1,308	23,266	5.3%
인천광역시	953	990	49%	706	17,863	3.8%
광주광역시	576	686	46%	264	13,772	1.9%
대전광역시	563	765	42%	422	13,432	3.0%
울산광역시	515	331	61%	289	9,321	3.0%
세종특별자치시	48	40	55%	24	422	5.4%
경기도	7,091	5,312	57%	5,377	82,226	6.1%
강원특별자치도	783	1,156	40%	309	6,815	4.3%
충청북도	835	910	48%	389	8,944	4.2%
충청남도	1,151	1,364	46%	517	14,096	3.5%
전라북도	1,401	1,431	49%	462	14,018	3.2%
전라남도	1,099	1,267	46%	409	20,459	2.0%
경상북도	1,780	1,201	60%	910	17,694	4.9%
경상남도	1,419	1,312	52%	686	22,958	2.9%
제주특별자치도	443	161	73%	169	3,498	4.6%

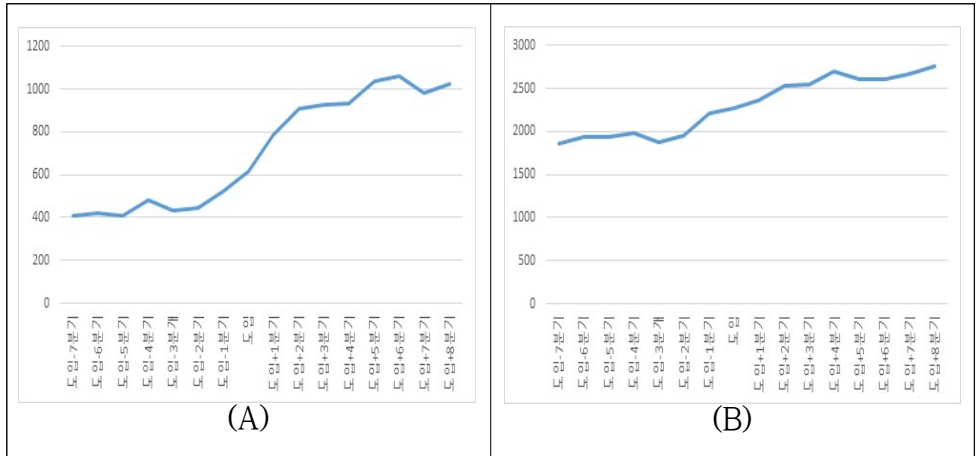
연령별로는 전립선암은 80대 이상과 40대 미만에서 가장 로봇수술 비율이 높았으며, 갑상선암에서는 40대 미만과, 40대, 80대 이상에서 높았다. 소득분위별로는 전립선암, 갑상선암 모두 1분위에서 가장 낮았으며 4분위에서 가장 높았다. 보험종별로는 전립선암, 갑상선암 모두 의료급여 환자에서 로봇수술의 비율이 의료보험 환자의 비율보다 절반 이상 낮았다.

표 19. 개인특성별 전립선암, 갑상선암 수술 건수 및 로봇수술 비율

구분	전립선암			갑상선암		
	로봇수술	보험수술	로봇수술 비율	로봇수술	보험수술	로봇수술 비율
성별						
남자	28,810	19,218	60%	2,464	64,090	3.7%
여자	-	-	-	17,234	288,558	5.6%
연령별						
40대 미만	432	168	72.0%	6,130	110,926	5.2%
40대	93	68	57.8%	8,844	89,597	9.0%
50대	4,663	2,614	64.1%	3,417	107,003	3.1%
60대	13,261	12,480	51.5%	1,159	51,658	2.2%
70대	11,011	10,479	51.2%	519	16,751	3.0%
80대 이상	1,541	303	83.6%	77	1,580	4.6%
소득분위별						
1분위 (최저)	3,924	3,660	51.7%	2,507	61,691	3.9%
2분위	3,498	2,811	55.4%	3,048	59,150	4.9%
3분위	5,775	4,606	55.6%	4,878	85,025	5.4%
4분위 (최고)	15,613	8,141	65.7%	8,759	133,317	6.2%
의료보장유형						
건강보험	28,487	18,560	60.6%	19,048	332,817	5.4%
의료급여	323	658	32.9%	144	6,366	2.2%

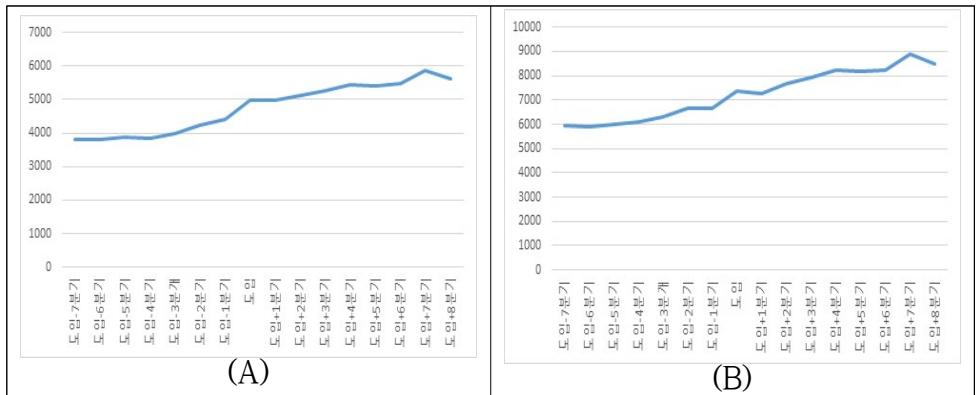
2) 가설 1: 로봇수술을 도입한 의료기관에서는 전립선암, 갑상선암 환자 진료량이 증가했을 것이다.

로봇수술 도입병원은 도입 이전에 비해 전립선암과 갑상선암 모두 수술량과 입원환자 수가 증가하였다. 특히 전립선암의 수술량이 증가하는 것으로 나타났다.



†(A): 수술량, (B): 입원환자 수

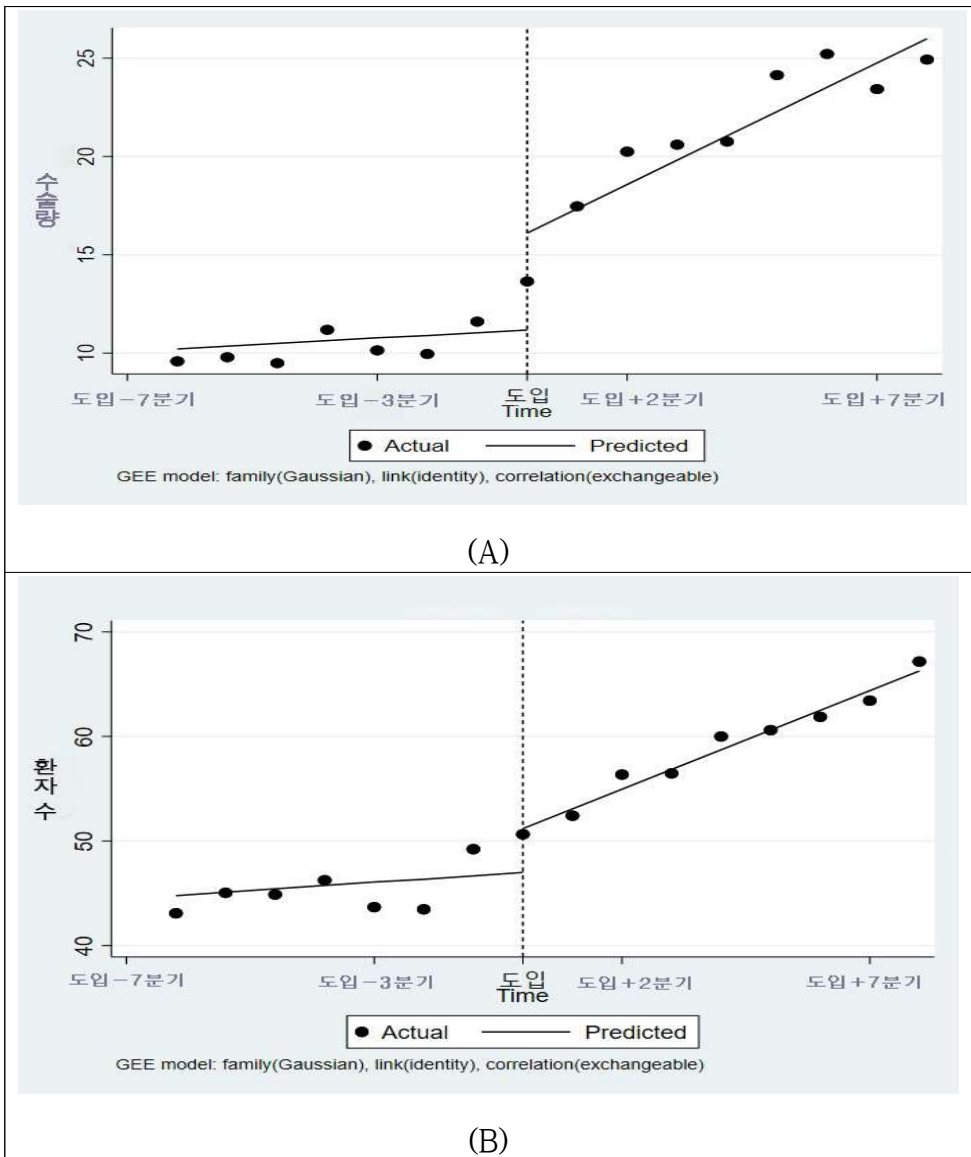
그림 9. 로봇수술 도입 기관 도입 전, 후 전립선암 진료량 추이



†(A): 수술량, (B): 입원환자 수

그림 10. 로봇수술 도입 기관 도입 전, 후 갑상선암 진료량 변화

ITSA 분석 결과 로봇수술 도입 이후 수술량은 도입 직후 변화 및 경향 모두 유의하게 증가하였으며, 입원환자 수도 유의미하게 도입 이전에 비해 증가하는 경향을 보였다.



†(A): 수술량, (B): 입원 환자 수

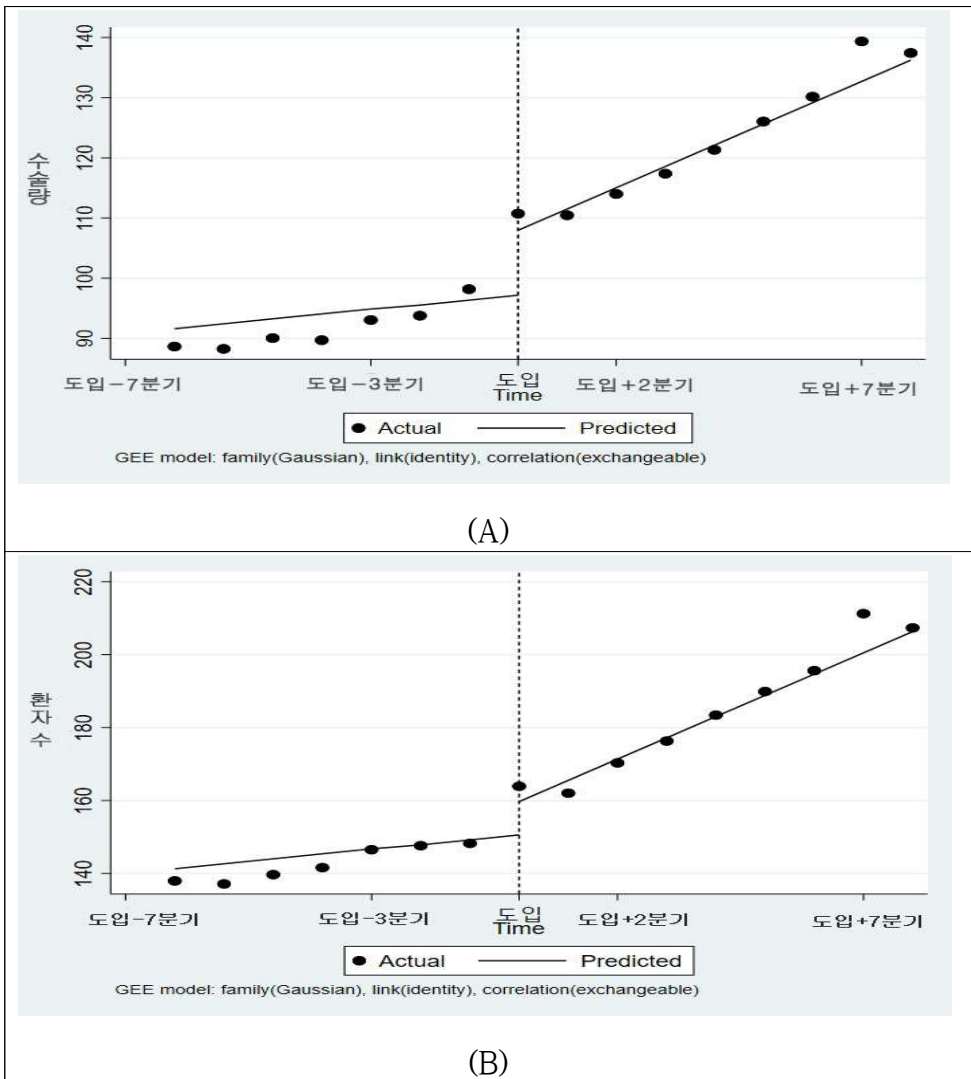
그림 11. 로봇수술 도입 기관 전립선암 진료량 ITSA 분석

표 20. 로봇수술 도입 기관 전립선암 진료량 ITSA 분석 결과

구분	수술량	입원환자 수
baseline	0.142(-0.308 0.592)	0.326(0.544 1.197)
immediate change	4.931(2.459 7.403)*	4.198(-0.582 8.897)
slope change	1.094(0.547 1.642)*	1.559(0.500 2.618)*
constants	10.211(4.758 15.663)	44.775(33.613 55.939)

*: P<0.05

로봇수술 도입 이후 갑상선암의 수술량은 도입 직후 증가하였으나 유의하지는 않았다. 또한, 입원환자 수는 도입 이후 유의미하게 이전보다 증가하는 경향을 보였다.



†(A): 수술량, (B): 입원 환자 수

그림 12. 로봇수술 도입 기관 갑상선암 진료량 ITSA 분석

표 21. 로봇수술 도입 기관 갑상선암 진료량 ITSA 분석 결과

구분	수술량	입원환자 수
baseline	0.821(-1.691 3.333)	1.370(-1.779 4.519)
immediate change	10.791(-3.002 24.585)	9.131(-8.155 26.417)
slope change	2.715(-0.340 5.771)	4.459(0.630 8.289)*
constants	91.605(64.098 119.113)	141.287(100.241 182.334)

*: P<0.05

가설 2: 로봇수술 도입 이후 PSA 검사량이 증가했을 것이다.

로봇수술 도입 병원에서 도입 이후 환자 수를 보정한 PSA 검사량을 ITSA로 분석한 결과 도입 직후의 증가는 유의미하지 않았지만, 유의미하게 도입 이전에 비해 증가하는 경향을 보였다.

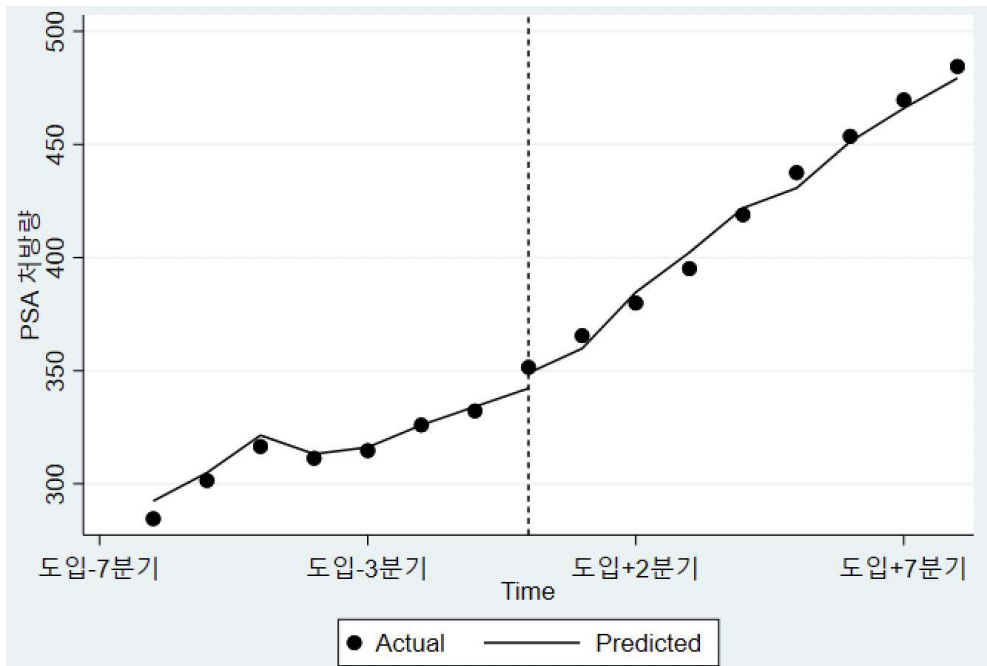


그림 13. 로봇수술 도입 기관 PSA 검사량 ITSA 분석 결과

표 22. 로봇수술 도입 기관에서 PSA 검사량 ITSA 분석 결과

구분	PSA 검사량
baseline	-4.878(-7.308 -2.447)
immediate change	2.784(-10.435 16.023)
slope change	3.463(0.509 6.416)*
constants	-73.942(-102.022 -45.863)

*: P<0.05

3) 가설 3: 로봇수술을 도입한 수도권 의료기관에서 진료량 상위 6개 기관과 나머지 기관의 전립선암, 갑상선암 환자 로봇수술량의 차이가 증가할 것이다.

로봇수술을 가장 많이 시행하는 6개 병원과 나머지 병원을 비교한 결과 전립선암에서는 입원환자 수, 전체 수술, 로봇수술에서 상위 6개 병원이 차지하는 분율이 감소하는 추세였다.

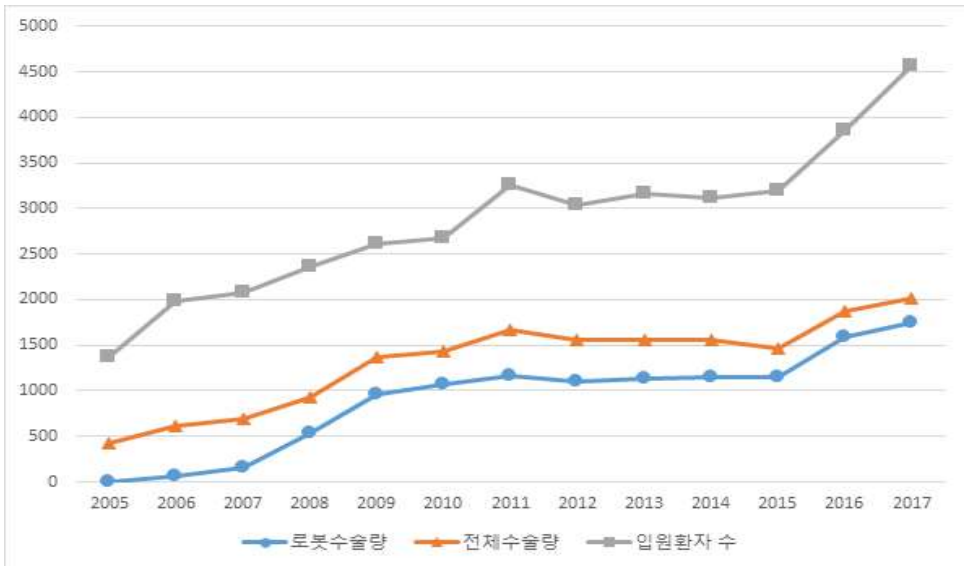


그림 14. 로봇수술량 상위 6개 병원 전립선암 진료량 추이

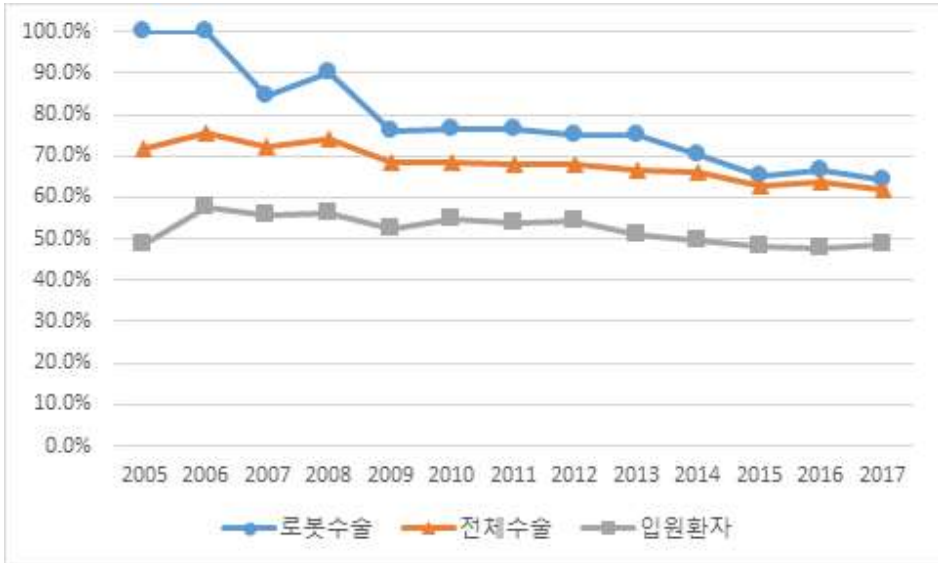


그림 15. 로봇수술량 상위 6개 병원 전립선암 진료량 분율 추이

그러나 전체 환자대비 수술 분율은 전립선암, 갑상선암 모두 로봇수술 상위 6개 병원에서 더 높았으며, 증가 폭도 더 컸다.

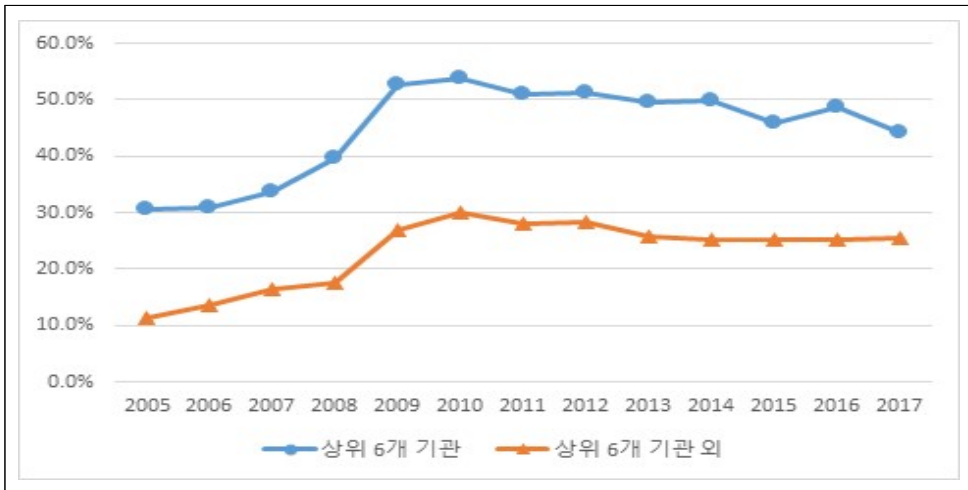


그림 16. 로봇수술 상위 6개 기관 및 그 외 기관의 전립선암 입원 환자 수 대비 수술 분율 추이

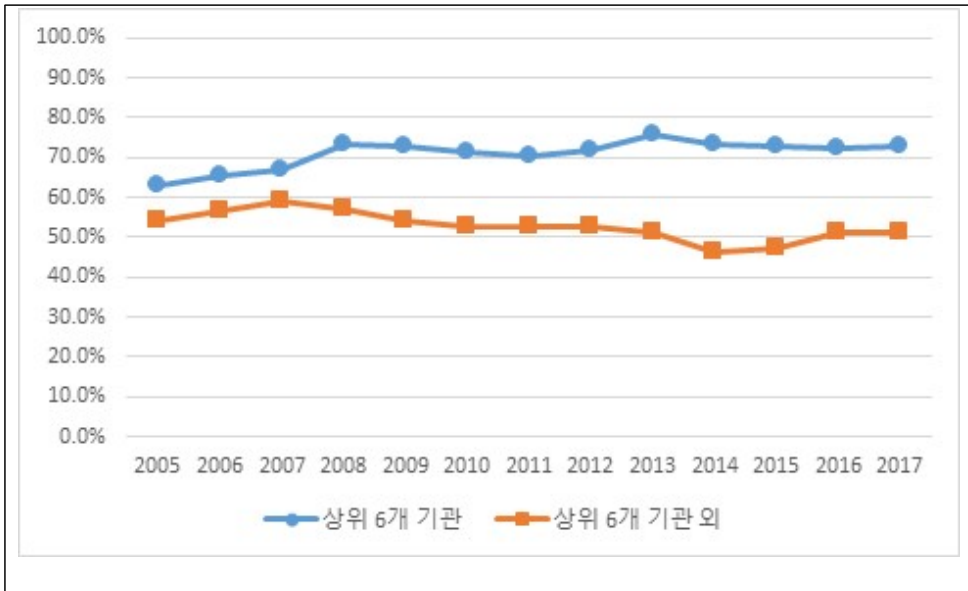
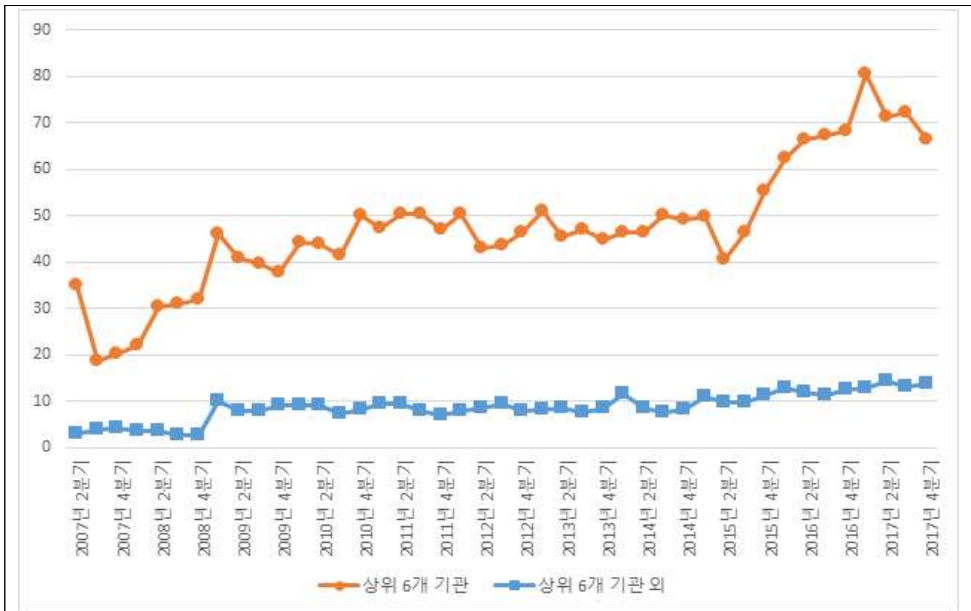
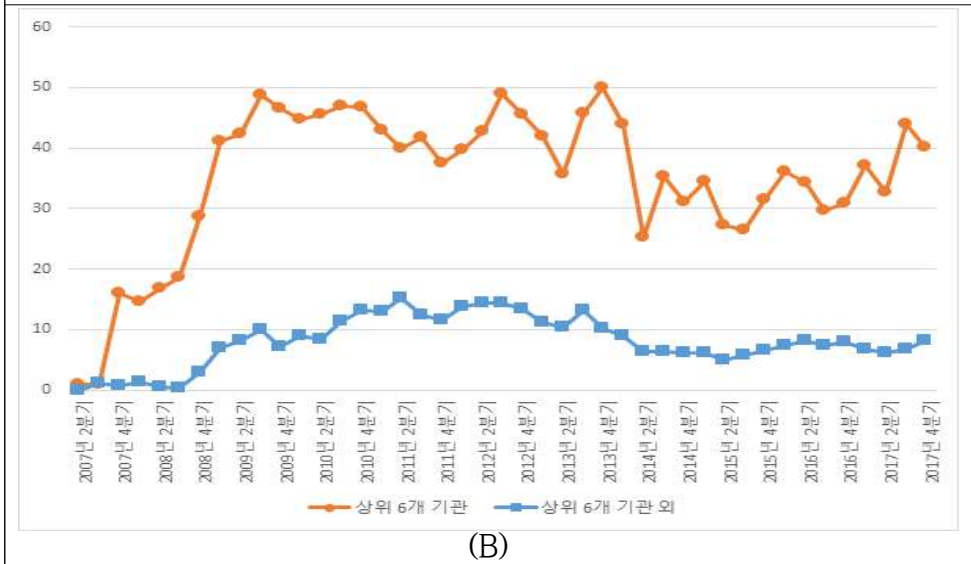


그림 17. 로봇수술 상위 6개 기관 및 그 외 기관의 갑상선암
입원 환자 수 대비 수술 분율 추이

수도권 로봇수술 도입 기관에서 상위 6개 기관과 나머지 기관의 기관당 로봇수술량 추이를 분석한 결과 전립선암, 갑상선암에서 모두 기관당 로봇수술 건수의 차이가 점차 벌어졌다. 이러한 추세는 전립선암에서 더욱 뚜렷하였다.



(A)



(B)

† A: 전립선암, B: 갑상선암

그림 18. 수도권 로봇수술 도입 기관에서 전립선암, 갑상선암
분기별 로봇수술 건수 추이

4) 가설 4: 로봇수술 도입 이후 지역의 갑상선암, 전립선암 환자 자체충족률이 증가했을 것이다.

월별로 전립선암과 갑상선암 입원환자의 수도권 유출률과 자체충족률을 산출한 결과 수도권 유출률이 감소하고 자체충족률이 증가하는 추세를 보였다. 이러한 추세는 상대적으로 갑상선암에서 더 뚜렷하였다.

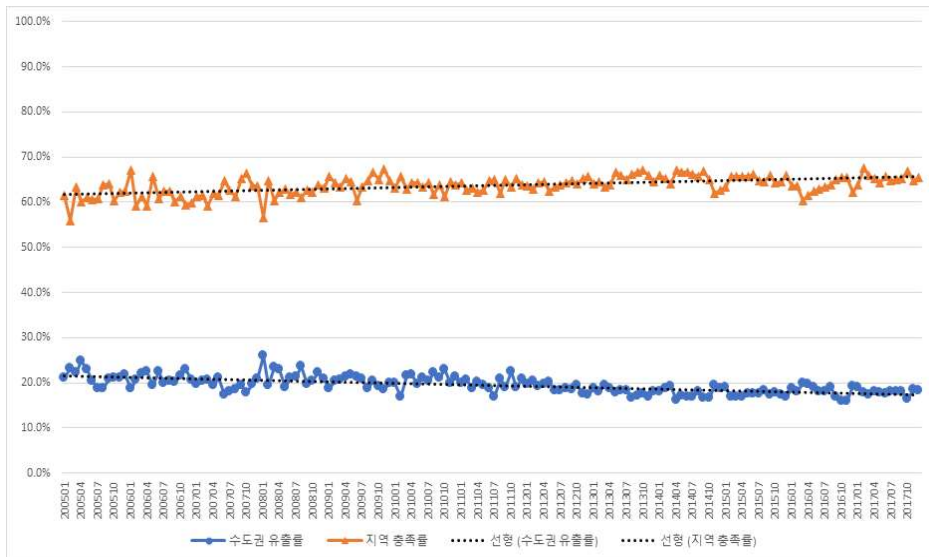


그림 19. 전립선암 입원환자 자체충족률 추이

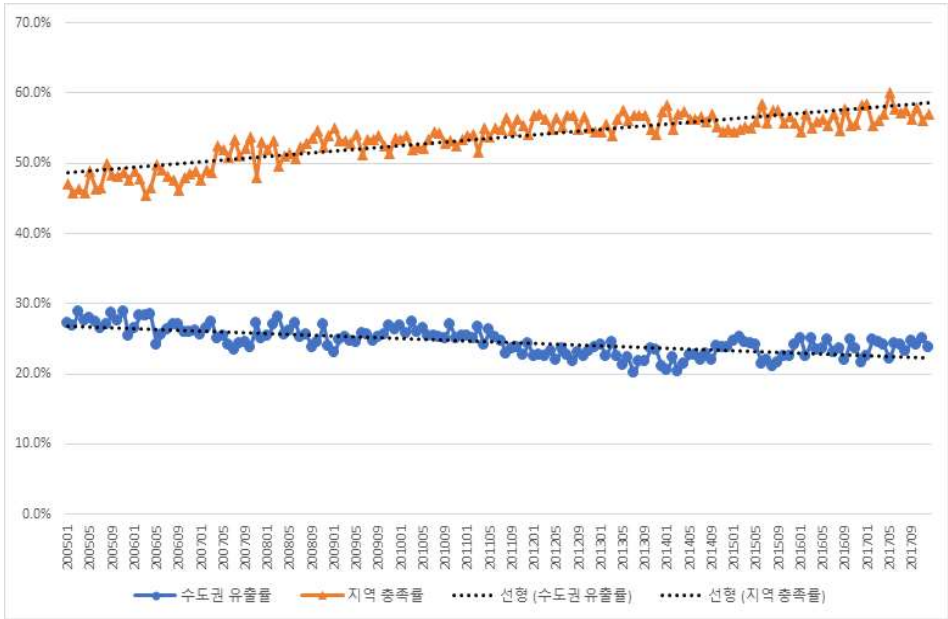


그림 20. 갑상선암 입원환자 자체충족률 추이

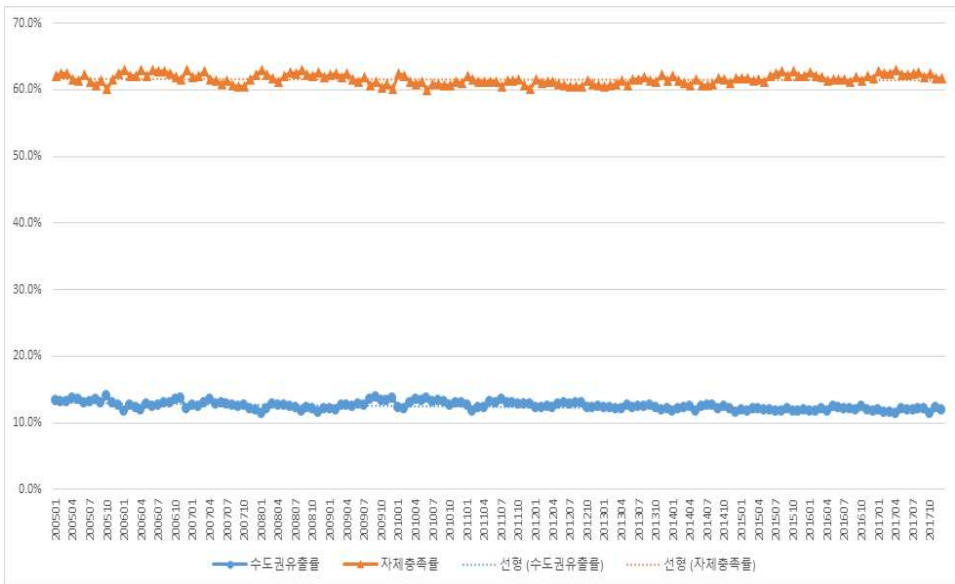
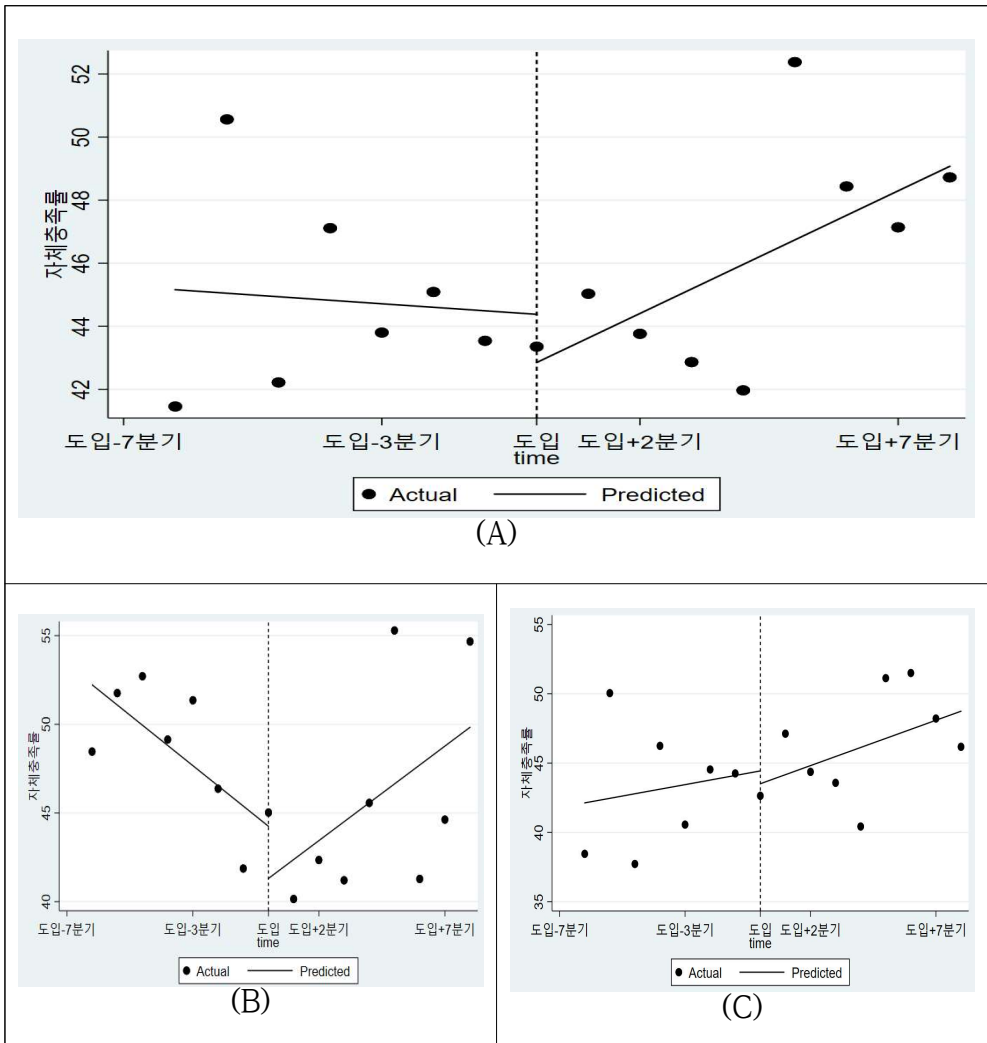


그림 21. 유방암 입원환자 자체충족률 추이

로봇수술이 도입된 지역에서는 전립선암 전체 수술의 자체충족률이 직후에 상승하고 및 이전에 비해 증가하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 수도권 근거리 지역에서는 유의하게 도입 이전보다 자체충족률이 증가하는 경향을 보였다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원),
 (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 22. 전립선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과

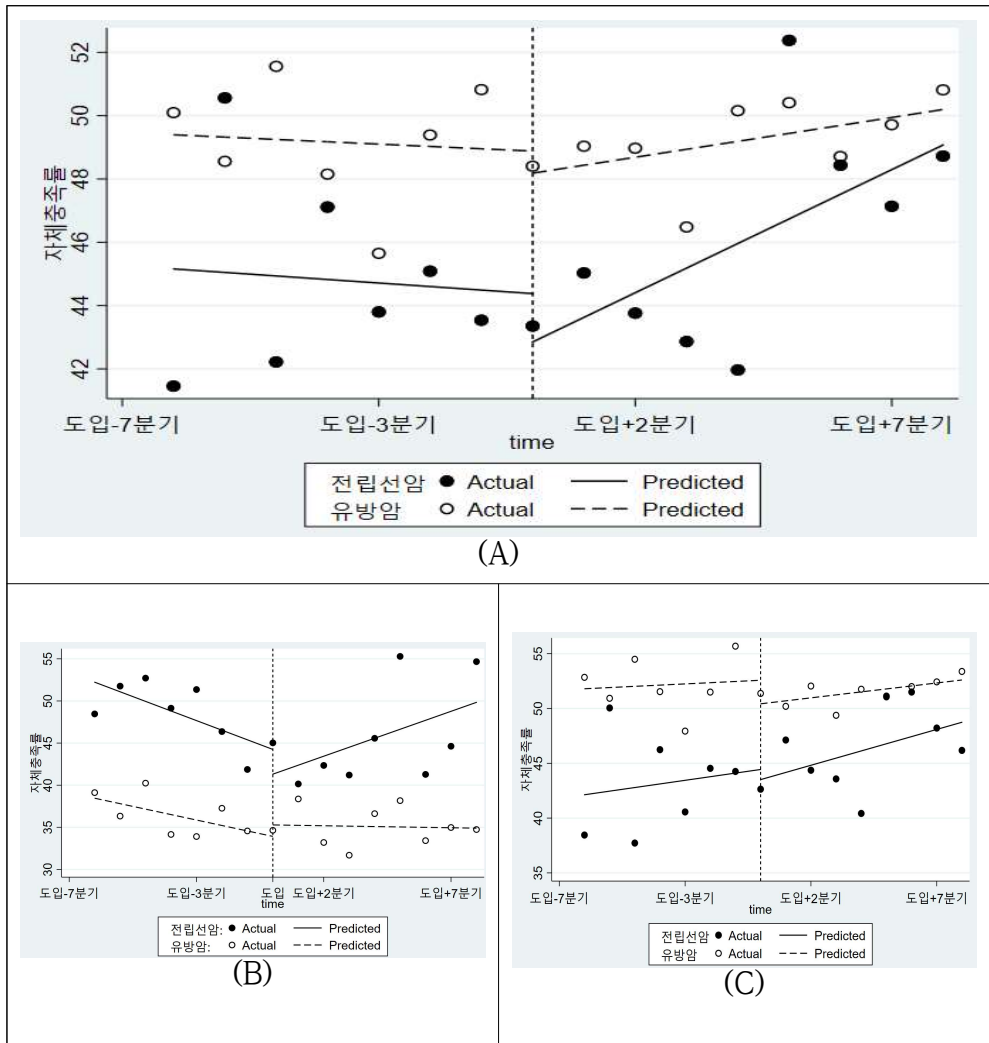
표 23. 전립선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
baseline	-0.212(-1.452 1.027)	-1.140(-2.729 0.448)	-0.326(-1.178 1.830)
immediate change	-1.528(-7.551 4.494)	-2.939(-11.725 5.847)	-0.924(-8.485 6.636)
slope change	0.889(-0.430 2.208)	2.205(0.281 4.130)*	0.324(-1.331 1.980)
constants	41.09(35.195 50.989)	52.229(44.05360.405)	41.82(31.441 52.211)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

로봇수술이 도입된 지역에서는 전립선암 수술 자체충족률을 대조군인 유방암과 비교한 결과 전체지역과 근거리 지역에서 도입 이후 유방암에서는 증가하는 경향을 보이지 않았으나 전립선암에서는 유의미하게 증가하는 경향을 보였다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원),

(C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 23. 전립선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

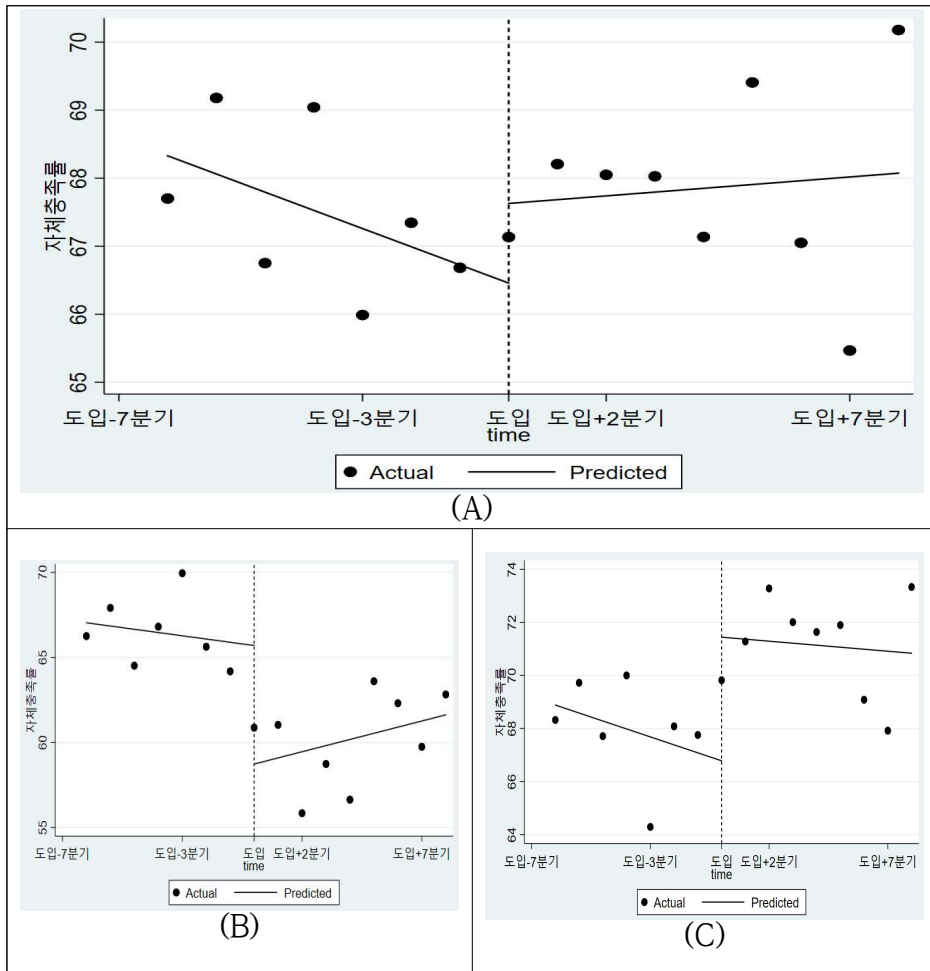
표 24. 전립선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
immediate change (pre-post)	-0.832(-7.767 6.104)	-4.298(-14.599 6.002)	0.654(-8.031 9.339)
slope change (pre-post)	0.564(-7.767 6.104)	1.606(-0.649 3.862)	0.117(-1.785 2.019)
post-trend (전립선암)	0.778(0.172 1.384)*	1.065(0.166 1.966)*	0.654(-0.105 1.413)
post-trend (유방암)	0.251(-0.354 0.857)	-0.048(-0.948 0.852)	0.379(-0.379 1.138)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

전립선암 입원환자의 자체충족률은 직후에 상승하고 및 이전에 비해 증가하는 경향을 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 하지만 수도권에서 원거리 지역에서는 도입 직후 유의하게 충족률이 증가하였다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 24. 전립선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과

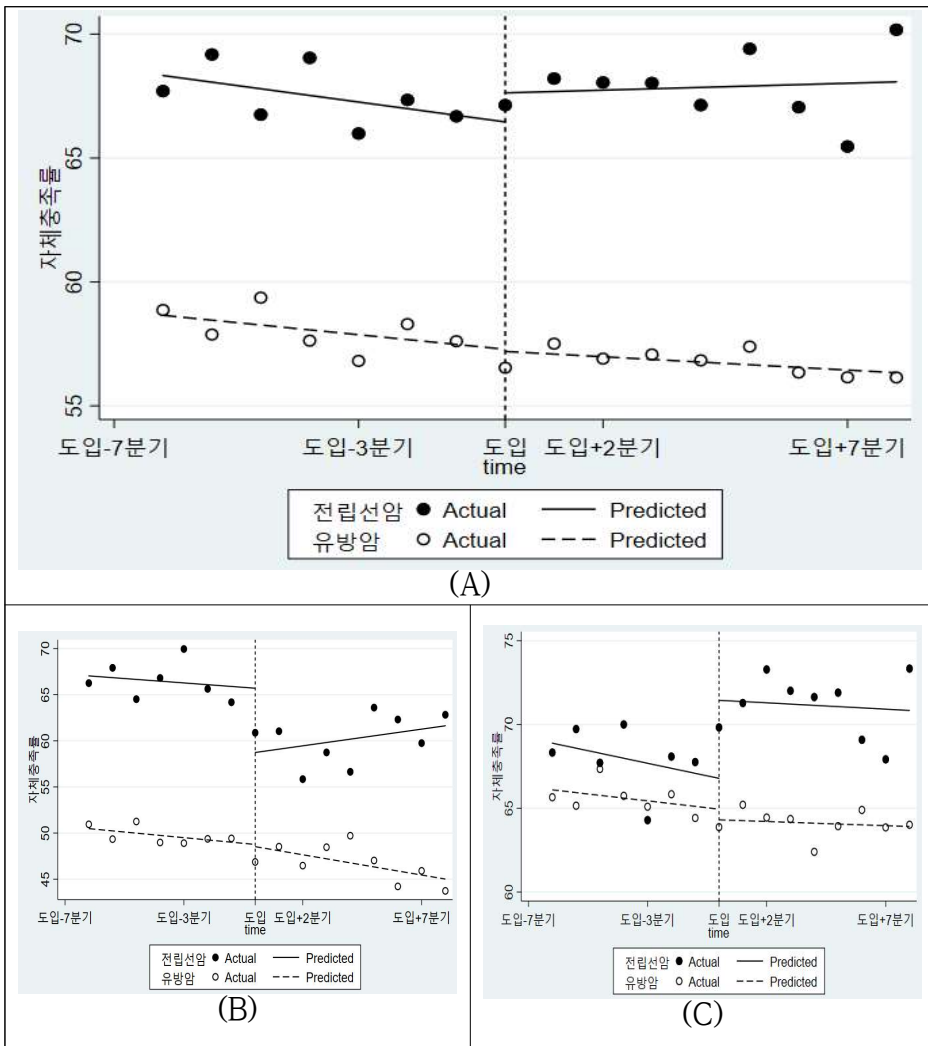
표 25. 전립선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
baseline	-0.267(-0.885 0.350)	-1.469(-3.456 0.517)	-0.300(-0.962 0.361)
immediate change	1.171(-2.244 4.586)	-0.111(-11.097 10.873)	4.659(0.998 8.319)*
slope change	0.323(-0.425 1.071)	2.207(-0.198 4.613)	0.224(-0.557 1.026)
constants	68.33(62.789 73.868)	46.047(37.995 54.100)	68.88(62.750 75.196)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

전립선암 입원환자의 자체충족률은 대조군인 유방암과 비교하였을 때 전립선암에서의 분석 결과처럼 원거리 지역에서 도입 직후 자체충족률이 유의하게 증가하였다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 25. 전립선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

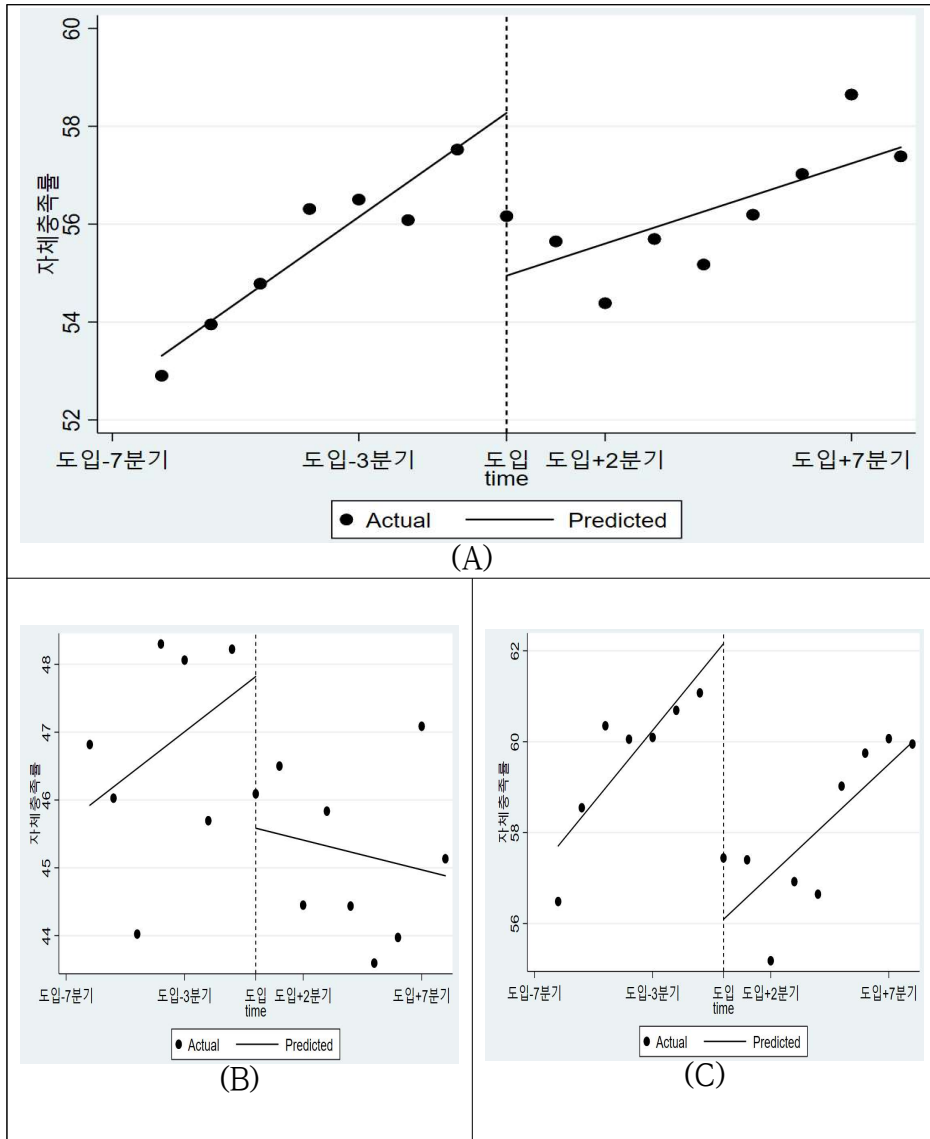
표 26. 전립선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
immediate change (pre-post)	1.258(-2.799 5.314)	-6.729(-13.477 0.017)	5.298(0.796 9.801)*
slope change (pre-post)	0.235(-6.653 1.123)	0.746(-0.731 2.224)	0.110(-0.876 1.096)
post-trend (전립선암)	0.055(-0.298 0.409)	0.361(-0.227 0.951)	-0.075(-0.468 0.317)
post-trend (유방암)	-0.107(-0.461 0.246)	-0.439(-1.028 0.150)	-0.049(-0.443 0.343)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

갑상선암 전체 수술의 자체충족률은 직후에 유의하게 감소하였다. 이러한 현상은 수도권 근거리 지역에서도 나타났다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 26. 갑상선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과

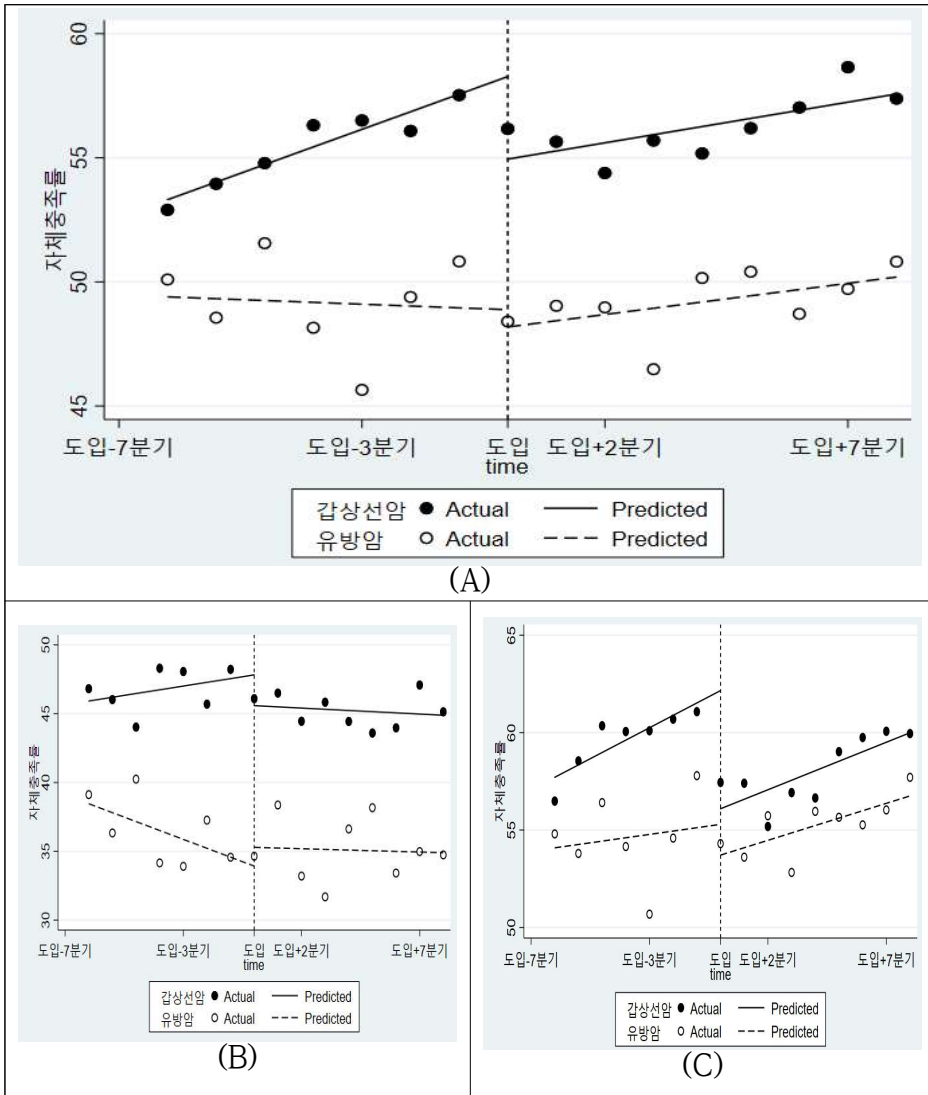
표 27. 갑상선암 전체 수술 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
baseline	0.709(0.266 1.151)	0.271(-0.45 50.998)	0.636(-0.142 -1.414)
immediate change	-3.325(-5.770 -0.879)*	-2.355(-6.252 -1.782)*	-6.065(-10.369 1.762)
slope change	-0.381(-0.917 0.155)	-0.358(-1.239 0.521)	-0.148(-1.09 0.794)
constants	48.915(32.811 65.017)	45.923(28.166 63.679)	50.479(32.368 68.589)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

갑상선암 전체 수술의 자체충족률은 대조군인 유방암과 비교하였을 때, 유의한 차이가 없었다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 27. 갑상선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

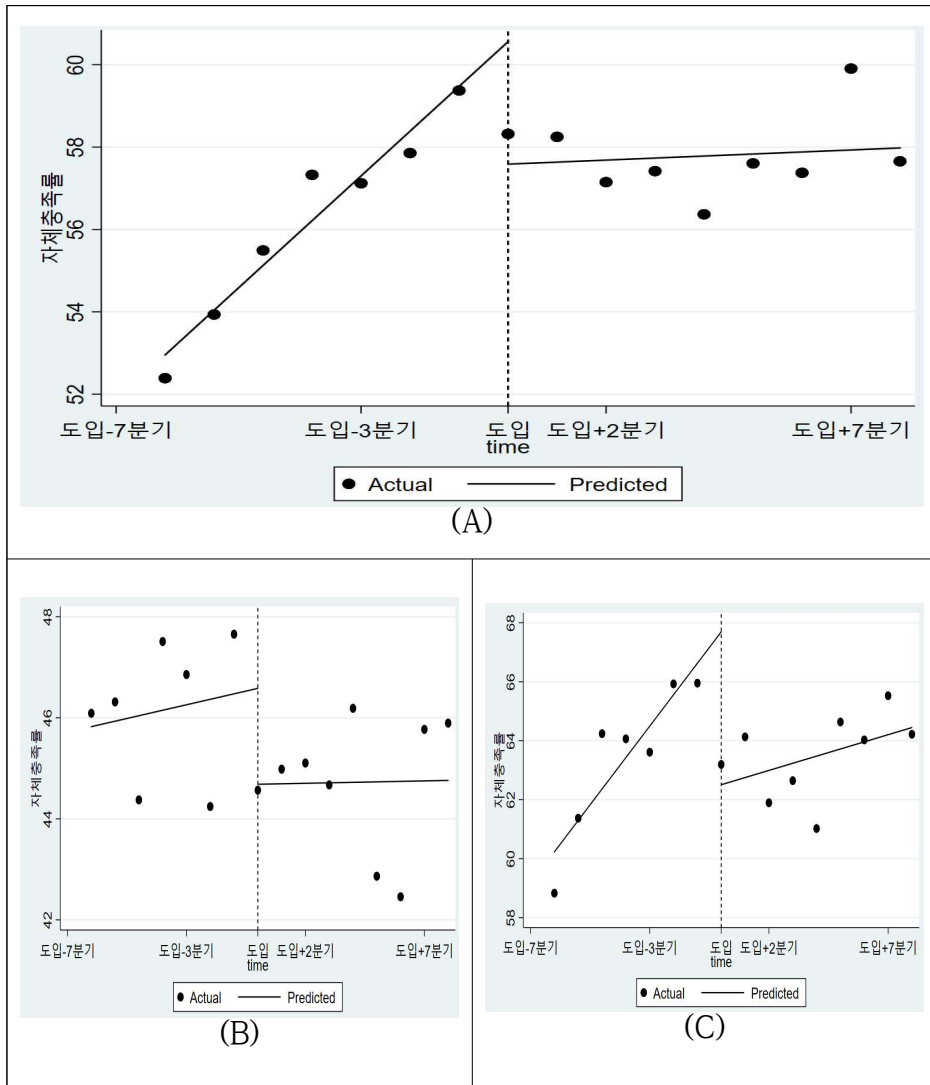
표 28. 갑상선암 전체 수술 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
immediate change (pre-post)	-2.627(-6.846 1.591)	-3.594(-10.305 3.116)	-4.486(-10.551 1.578)
slope change (pre-post)	-0.705(-1.630 0.218)	-0.958(-2.427 0.511)	-0.355(-1.683 0.972)
post-trend (전립선암)	0.327(-0.040 0.696)	-0.087(-0.673 0.498)	0.487(-0.042 1.017)
post-trend (유방암)	0.251(-0.117 0.619)	-0.047(-0.634 0.538)	0.379(-0.150 0.909)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

갑상선암 입원환자의 자체충족률은 직후에 감소하였고, 이후에도 도입 전보다 감소하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 수도권 근거리 지역에서도 도입 직후 유의하게 감소하는 경향이 나타났다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 28. 갑상선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과

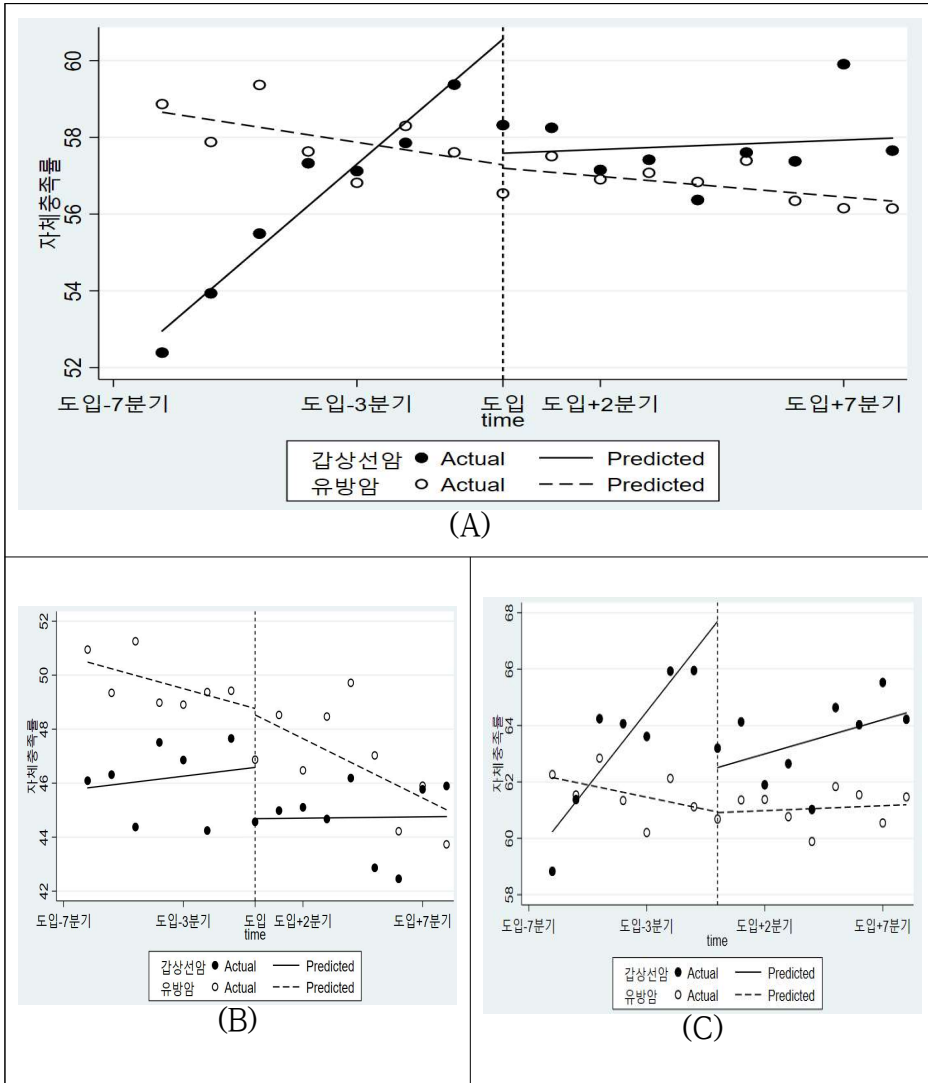
표 29. 갑상선암 입원환자 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
baseline	1.086(0.663 1.509)	0.108(-0.4300.647)	1.066(0.393 1.738)
immediate change	-2.973(-5.311 -0.636)*	-1.898(-4.876 -1.080)*	-5.184(-8.902 1.465)
slope change	-1.037(-1.549 -0.525)*	-0.987(-1.751 0.554)	-0.823(-1.638 -0.009)
constants	50.147(27.307 72.980)	45.824(25.719 65.929)	60.229(49.275 71.184)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

갑상선암 입원환자의 대조군인 유방암과 비교하였을 때, 자체충족률이 유의하게 감소하는 추세였다. 이러한 현상은 원거리 지역에서도 나타났다.



†(A): 전체 로봇수술 도입 지역, (B): 근거리 로봇수술 도입 지역(대전, 충북, 강원), (C): 원거리 로봇수술 도입 지역(부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주)

그림 29. 갑상선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

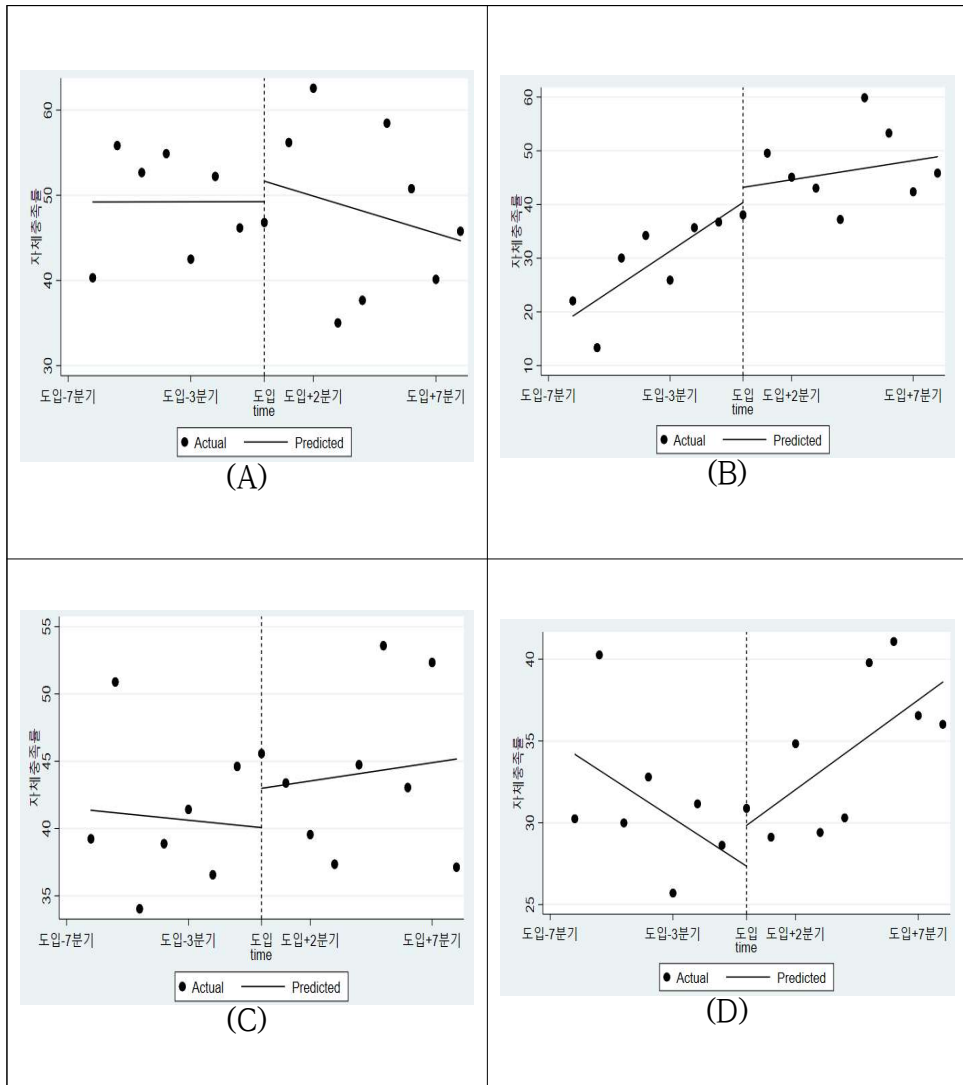
표 30. 갑상선암 입원환자 유방암 대비 자체충족률 ITSA 결과

구분	전체 도입 지역	근거리 도입 지역	원거리 도입 지역
immediate change (pre-post)	-2.886(-6.090 0.316)	-1.660(-6.292 2.971)	-5.162(-9.730 -0.593)*
slope change (pre-post)	-1.125(-1.827 -0.424)*	0.095(-0.919 1.109)	-1.033(-2.033 -0.032)*
post-trend (전립선암)	0.049(-0.230 0.329)	0.009(-0.395 0.414)	0.242(-0.156 0.641)
post-trend (유방암)	-0.107(-0.387 0.172)	-0.439(-0.844 -0.034)*	0.034(-0.364 0.433)

*: P<0.05

†전체: 전체 로봇수술 도입 지역, 근거리 도입 지역: 대전, 충북, 강원, 원거리 도입 지역: 부산, 대구, 울산, 전북, 전남, 경남, 제주

전립선암 환자의 소득 분위별 수술량 자체충족률 변화를 분석한 결과 소득 1분위를 제외하고는 도입 이후 도입 이전보다 자체충족률이 증가하는 추세였지만 통계적으로 유의하지는 않았다.



†(A): 소득 1분위(최저), (B): 소득 2분위, (C): 소득 3분위, (D): 소득 4분위(최고)

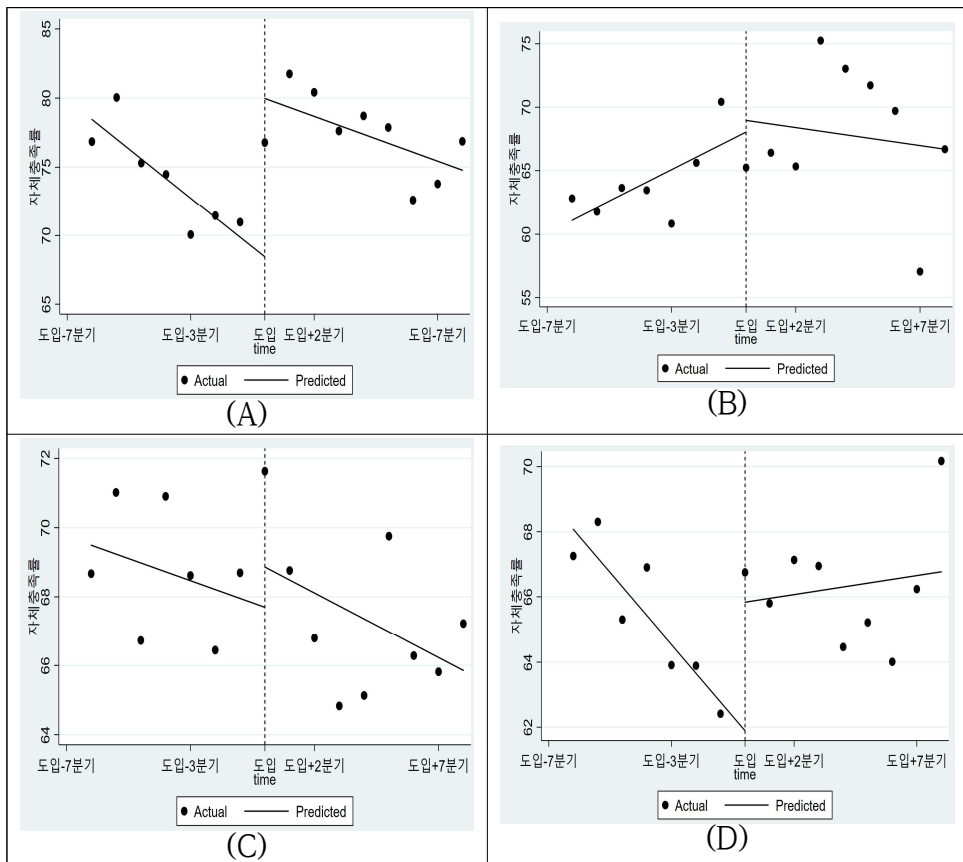
그림 30. 전립선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

표 31. 전립선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

구분	소득 1분위(최저)	소득 2분위	소득 3분위	소득 4분위(최고)
immediate change (pre-post)	2.407(-14.217 19.033)	2.820(-23.9 18.547)	2.918(-9.971 15.808)	2.493(-7.349 12.335)
slope change (pre-post)	-0.880(-4.521 2.760)	-2.309(-5.752 1.133)	0.455(-2.367 3.278)	2.072(-0.082 4.228)
post-trend	-0.874(-2.928 1.178)	0.712(-1.229 2.654)	0.272(-1.320 1.864)	1.095(-0.120 2.311)

*: P<0.05

전립선암 입원환자의 소득 분위별 자체충족률 변화를 분석한 결과 소득 1분위에서 도입 직후 자체충족률이 유의하게 증가하였으며 다른 소득 분위에서도 유의하지는 않았지만, 도입 직후 자체충족률이 증가하였다. 소득 4분위에서는 도입 이후 도입 이전보다 자체충족률이 증가하는 추세였지만 통계적으로 유의하지는 않았다.



†(A): 소득 1분위(최저), (B): 소득 2분위, (C): 소득 3분위, (D): 소득 4분위(최고)

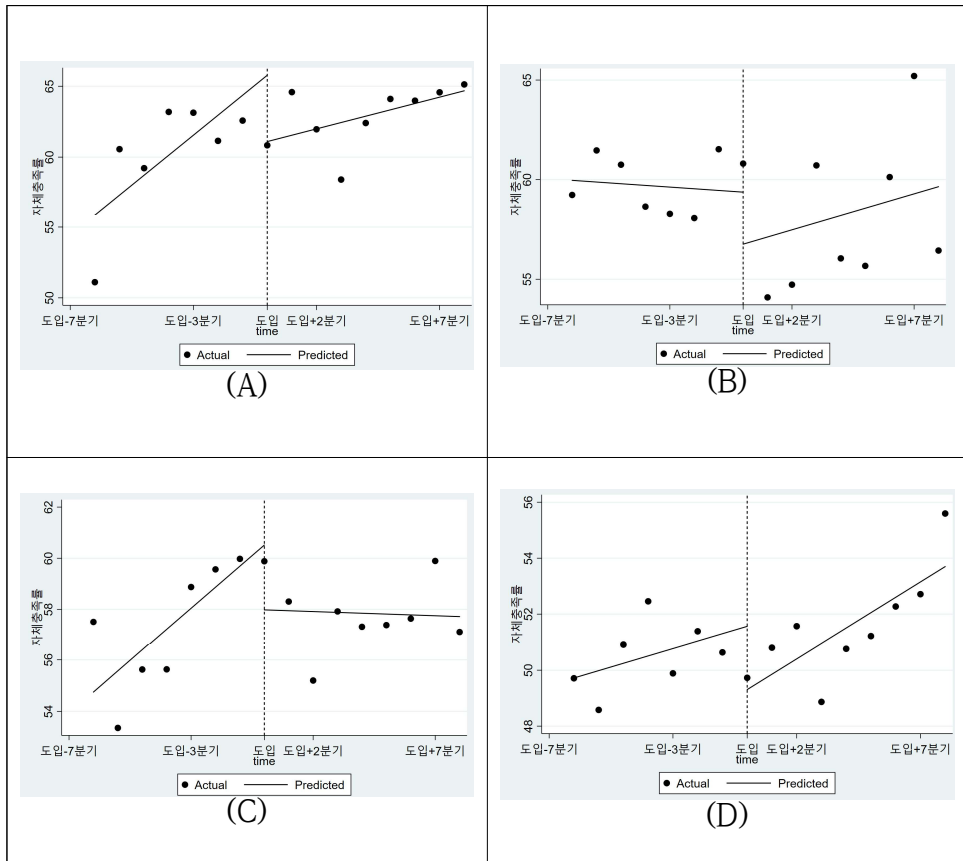
그림 31. 전립선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

표 32. 전립선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

구분	소득 1분위(최저)	소득 2분위	소득 3분위	소득 4분위(최고)
immediate change (pre-post)	11.527(5.798 17.256)*	0.921(-7.848 9.692)	1.163(-5.537 7.863)	3.945(-0.794 8.684)
slope change (pre-post)	0.781(-0.473 2.036)	-1.275(-3.196 0.645)	-0.119(-1.587 1.347)	1.001(-0.037 2.038)
post-trend	-0.648(-1.356 0.059)	-0.284(-1.367 0.799)	-0.376(-1.203 0.451)	0.116(-0.468 0.702)

*: P<0.05

갑상선암 소득 분위별 수술량 자체충족률 변화를 분석한 결과 소득 4분위에서 도입 이후 자체충족률이 유의하게 증가하는 추세를 보였다.



†(A): 소득 1분위(최저), (B): 소득 2분위, (C): 소득 3분위, (D): 소득 4분위(최고)

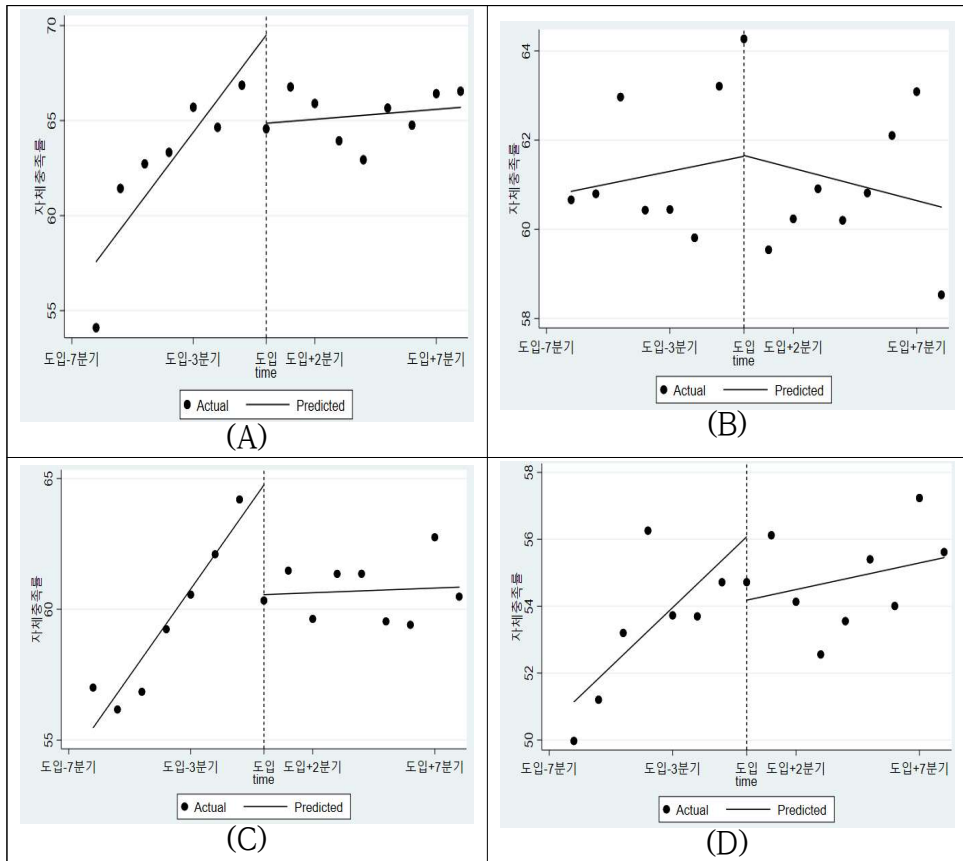
그림 32. 갑상선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

표 33. 갑상선암 전체 수술 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

구분	소득 1분위(최저)	소득 2분위	소득 3분위	소득 4분위(최고)
immediate change (pre-post)	-4.679(-9.859 0.500)	-2.610(-7.685 2.463)	-2.533(-6.478 1.411)	-2.257(-5.634 1.119)
slope change (pre-post)	-0.963(-2.097 0.171)	0.445(-0.666 1.556)	-0.856(-1.720 0.007)	0.286(-0.453 1.025)
post-trend	0.447(-0.192 1.087)	0.360(-0.266 0.987)	-0.032(-0.520 0.454)	0.549(0.132 0.966)*

*: P<0.05

갑상선암 입원환자의 소득 분위별 자체충족률 변화를 분석한 결과 소득 1,3 분위에서 도입 직후 자체충족률이 유의하게 감소하였으며, 도입 이전보다 자체충족률이 감소하는 추세를 보였다.



†(A): 소득 1분위(최저), (B): 소득 2분위, (C): 소득 3분위, (D): 소득 4분위(최고)

그림 33. 갑상선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

표 34. 갑상선암 입원환자 소득 분위별 자체충족률 ITSA 결과

구분	소득 1분위(최저)	소득 2분위	소득 3분위	소득 4분위(최고)
immediate change (pre-post)	-4.637(-8.475 -0.799)*	-0.018(-4.202 4.240)	-4.192(-8.118 -0.265)*	-1.894(-5.038 1.249)
slope change (pre-post)	-1.598(-2.438 -0.757)*	-0.256(-1.181 0.667)	-1.291(-2.150 -0.431)*	-0.546(-1.234 0.142)
post-trend	0.104(-0.359 0.578)	-0.144(-0.666 0.377)	0.035(-0.449 0.520)	0.158(-0.229 0.547)

*: P<0.05

나. 서울대학교병원 의료이용 자료(SCDM) 분석 결과

1) 가설 1: 로봇수술 도입 이후 전립선암, 갑상선암 환자 진료량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.

로봇수술 도입 이후 전립선암 외래 초진 환자 수는 도입 1년, 6개월 전에 비해 외래 및 입원 환자 모두 증가하였다.

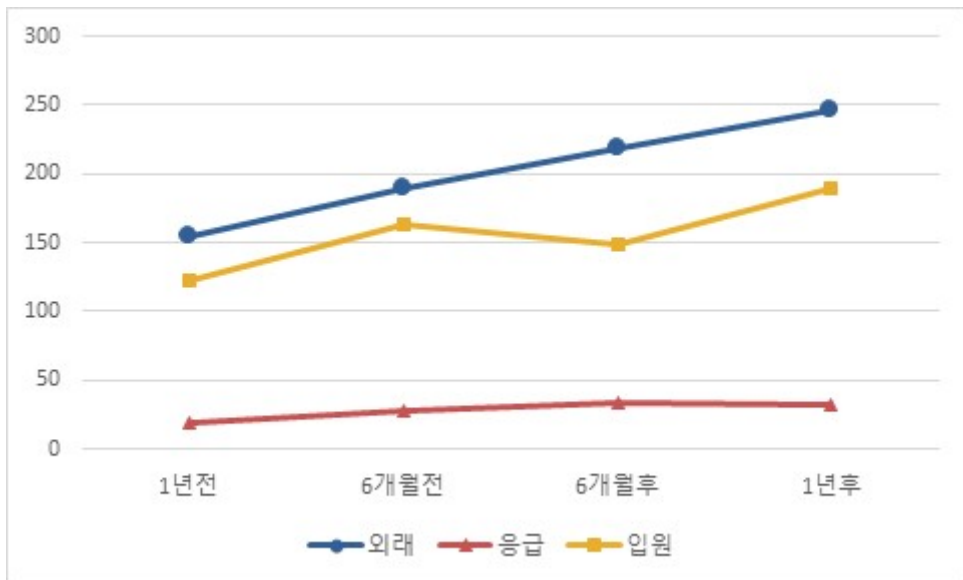


그림 34. 로봇수술 도입 전, 후 전립선암 초진 환자 수

로봇수술 도입 이후 도입 1년, 6개월 전에 비해 갑상선암 입원 초진 환자 수는 증가하였다.

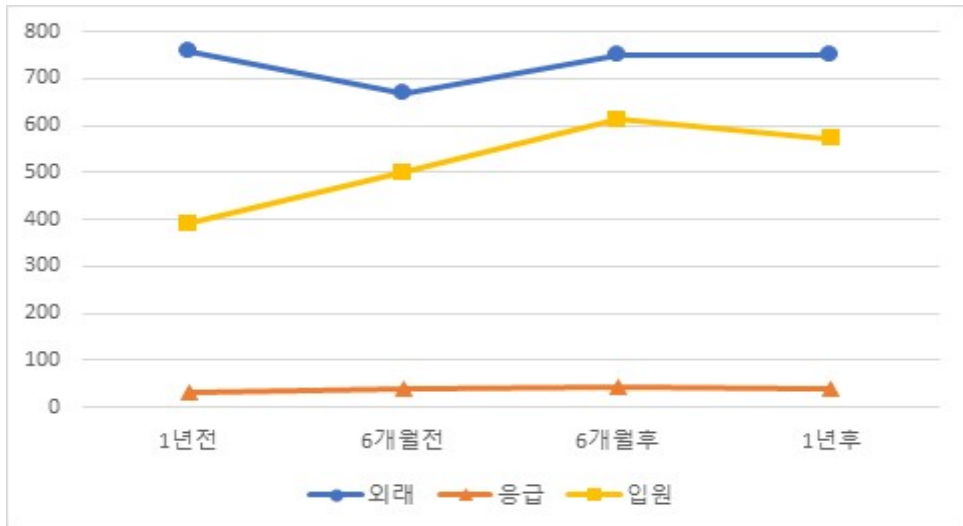


그림 35. 로봇수술 도입 전, 후 갑상선암 초진 환자 수

전립선암 수술량을 분석한 결과 전체 전립선암 수술에서 로봇 전립선암 수술 분율은 도입 이후 지속적으로 증가하여 2018년에는 80% 이상을 차지하였다.

표 35. 전립선암 수술량 및 로봇수술 분율

연도	전체수술	로봇수술	보험수술	로봇수술 분율
2008	200	105	95	52.5%
2009	288	118	170	41.0%
2010	286	131	155	45.8%
2011	355	178	177	50.1%
2012	297	170	127	57.2%
2013	245	134	111	54.7%
2014	266	137	129	51.5%
2015	271	174	97	64.2%
2016	370	302	68	81.6%
2017	332	244	88	73.5%
2018	354	287	67	81.1%
2019	398	336	62	84.4%

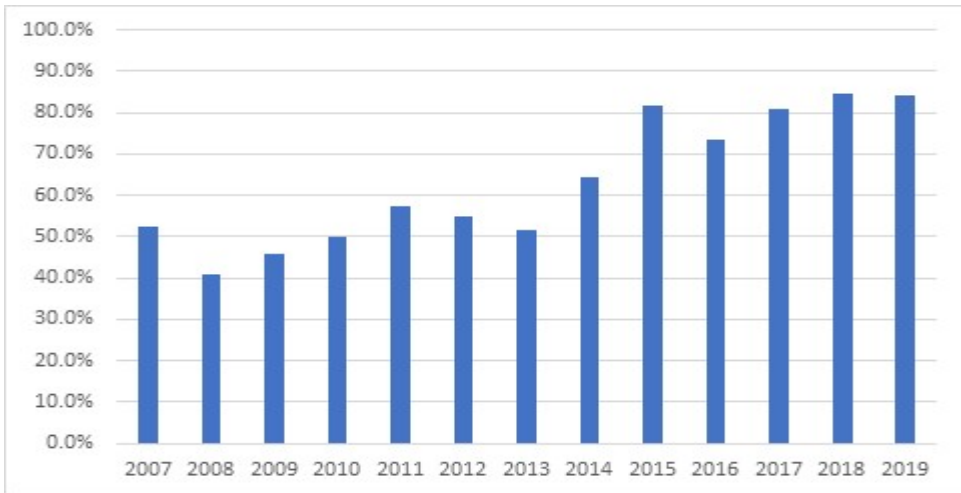


그림 36. 연도별 전립선암 로봇수술 분율

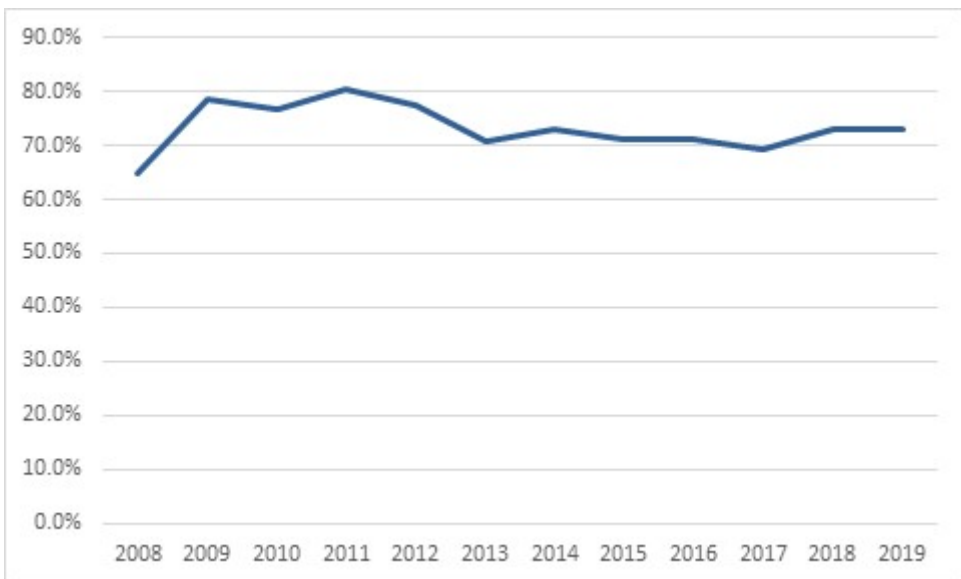


그림 37. 전립선암 입원환자 대비 수술환자 분율

갑상선암 수술량을 분석한 결과 전체 갑상선암 수술에서 로봇수술 비율은 도입 이후 3년간 증가하였다가 이후 10%대를 유지하였다.

표 36. 갑상선암 수술량 및 로봇수술 비율

연도	전체수술	로봇수술	보험수술	로봇수술 비율
2008	903	87	816	9.6%
2009	1,219	219	1000	18.0%
2010	1070	265	805	24.8%
2011	1,191	247	944	20.7%
2012	1,396	243	1153	17.4%
2013	1,475	252	1223	17.1%
2014	1,177	167	1010	14.2%
2015	888	148	740	16.7%
2016	784	125	659	15.9%
2017	866	152	714	17.6%
2018	762	128	634	16.8%
2019	958	168	790	17.5%

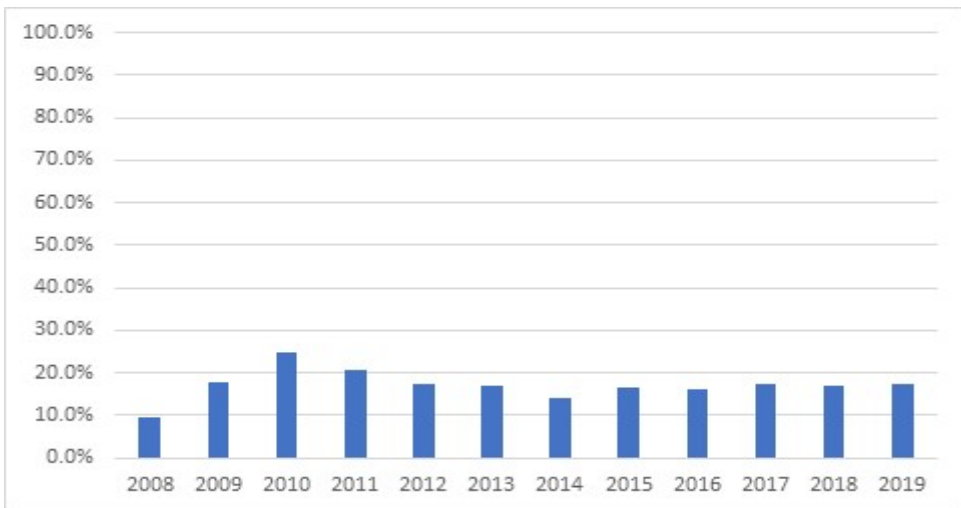


그림 38. 연도별 갑상선암 로봇수술 비율

2) 가설 2: 로봇수술 도입 이후 중증도가 낮은 갑상선암, 전립선암 환자가 증가했을 것이다.

분석결과 2005년 이후 2019년까지 예후가 비교적 좋은 갑상선 유두선암(papillary cancer)은 지속적으로 96% 이상의 분율을 보였다.

표 37. 연도별 갑상선암 병리적 중증도별 진료량

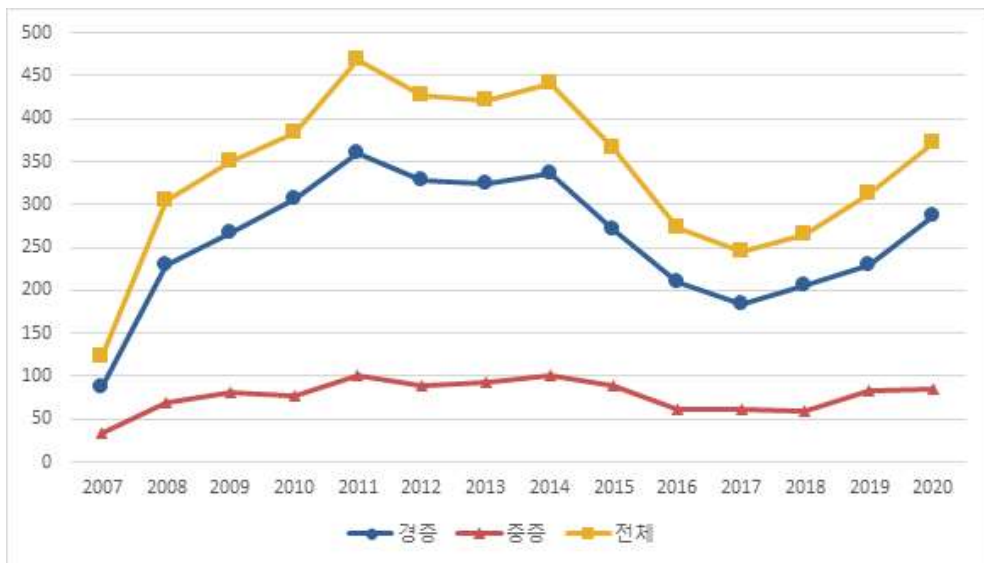
연도	경증 (유두선암)	중증 (그 외)	전체	분율
2005	2,629	14	2,643	99.47
2006	1,480	30	1,510	98.01
2007	1,533	25	1,558	98.4
2008	1,416	34	1,450	97.66
2009	1,589	53	1,642	96.77
2010	1,532	46	1,578	97.08
2011	1,689	33	1,722	98.08
2012	1,769	42	1,811	97.68
2013	1,712	34	1,746	98.05
2014	1,363	27	1,390	98.06
2015	1,284	26	1,310	98.02
2016	1,275	12	1,287	99.07
2017	1,618	13	1,631	99.2
2018	1,442	24	1,466	98.36
2019	1,572	56	1,628	96.56

로봇수술 도입 전후에 갑상선 유두선암의 분율은 일정하게 유지되었다.

표 38. 로봇수술 도입 전, 후 갑상선암 병리적 중증도별 분율

구분	경증 (유두선암)	중증 (그 외)	합계	분율
도입 1년 전	756	10	766	98.7
도입 6개월 전	692	16	708	97.7
도입 6개월 후	773	21	794	97.4
도입 1년 후	750	14	764	98.2

전립선암 환자에서의 중증도별 환자 수를 알아보기 위해 Gleason's score별 환자 수를 분석한 결과 2007년 이후 중증도가 낮은(6~7점) 환자의 수가 중증도가 높은 환자의 수보다 많이 증가하였다.



† 경증(mild): Gleason's score 6-7, 중증(severe): Gleason's score 8-10

그림 39. 연도별 전립선암 중증도별 환자 수

중증도가 높은 환자의 분율 또한 2007년 이후 감소하여 이후 일

정한 수준을 유지하였다.

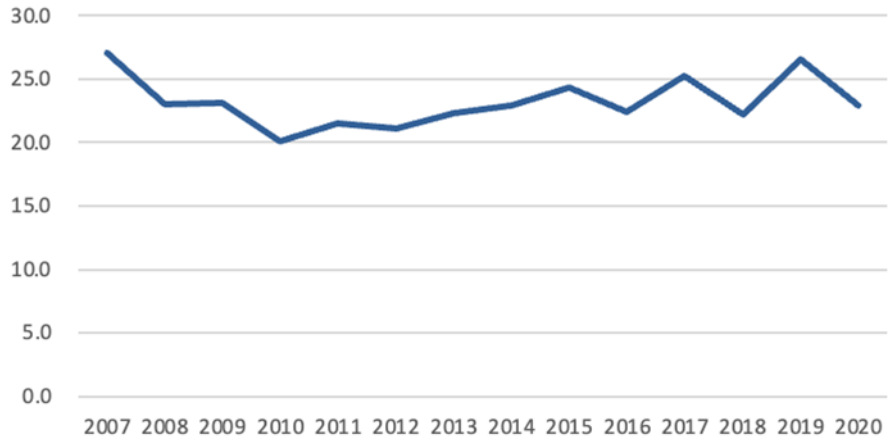


그림 40. 연도별 전립선암 중증(Gleason' s score 8~10) 환자 분율

TNM stage로 분석한 결과 중증도가 높은 stage 3, 4 환자의 분율은 2005년 이후 감소하여 1% 미만을 차지하고 있다.

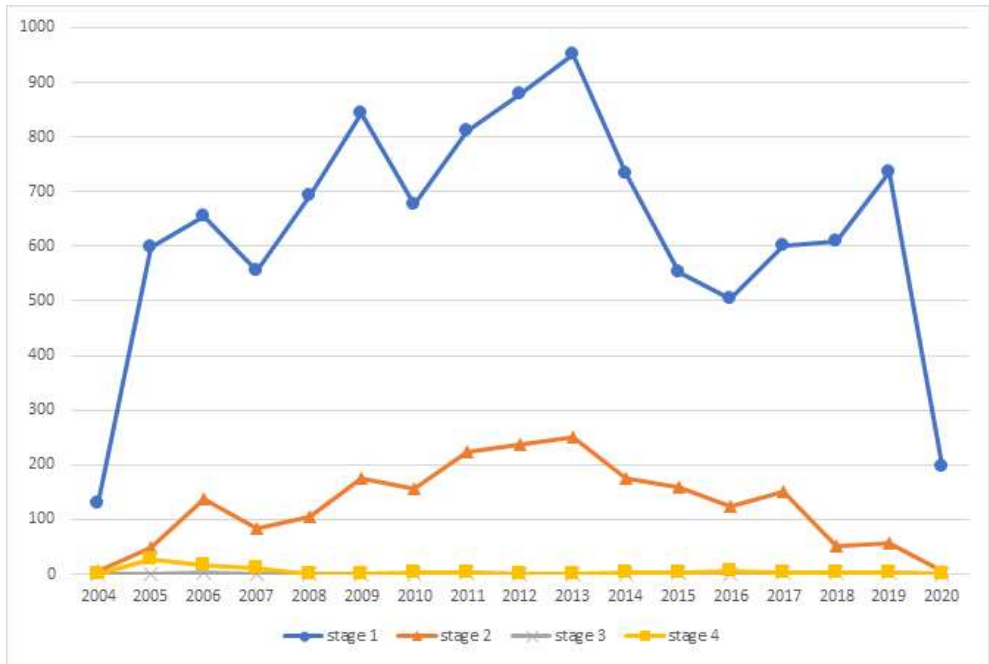


그림 41. 연도별 갑상선암 TNM 병기별 환자 수

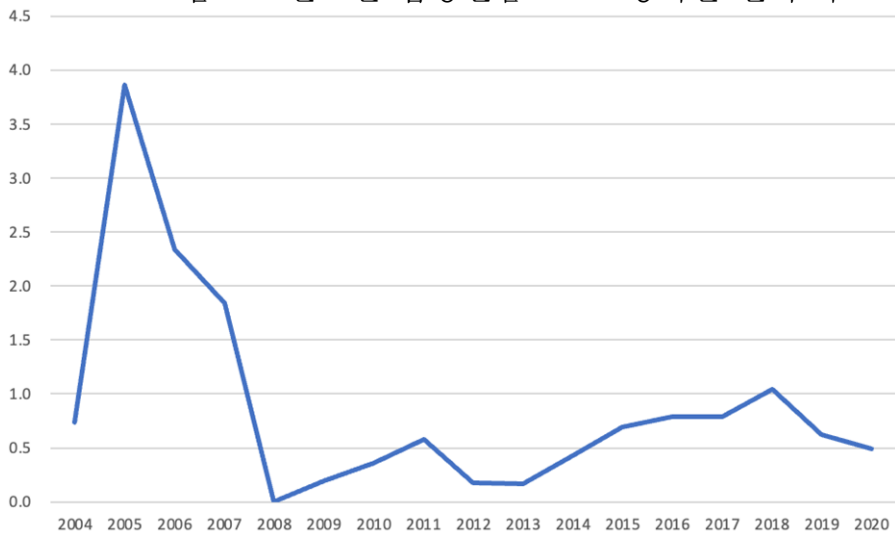


그림 42. 연도별 갑상선암 TNM 병기 3, 4기 비율

3) 가설 3: 로봇수술 도입 이후 PSA 검사량이 도입 이전보다 증가했을 것이다.

PSA 처방 건수는 2005년 이후 2019년까지 지속적으로 증가하였다. 그러나 양성률은 2006년부터 감소하여 2010년 이후로 다시 증가하는 추세였다.

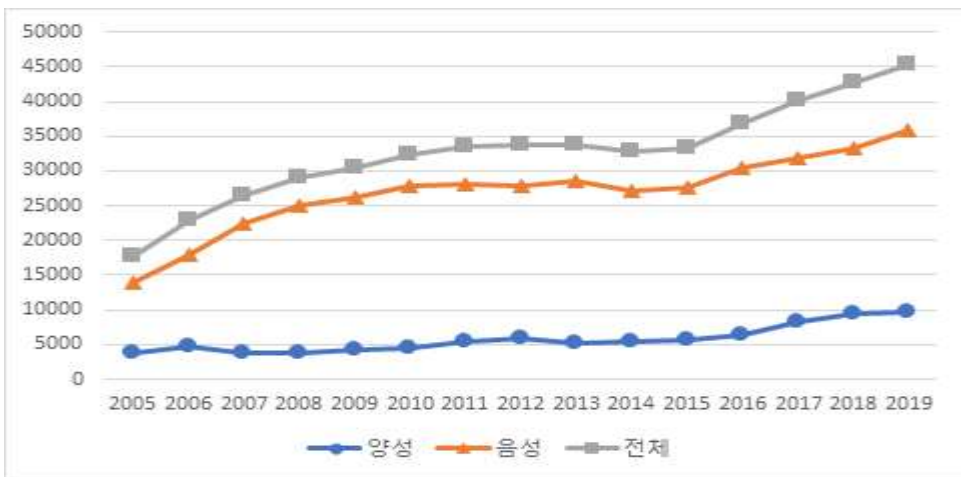


그림 43. 연도별 PSA 검사량 추이

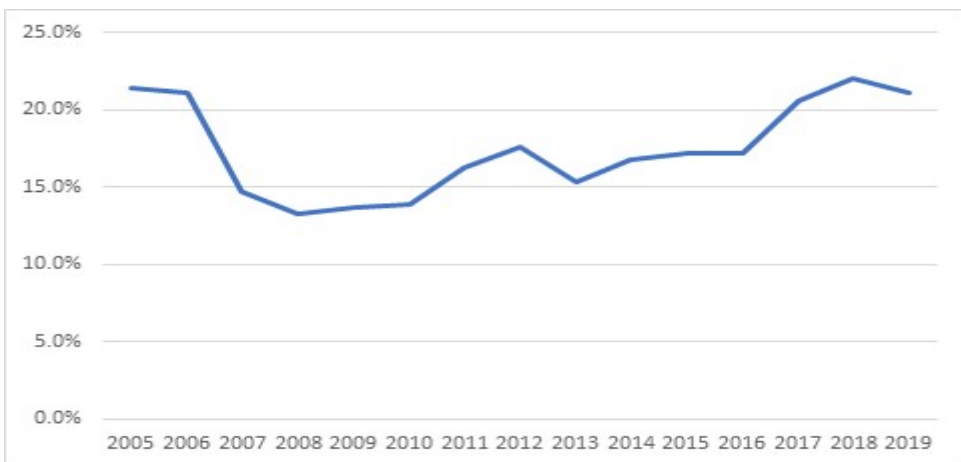


그림 44. 연도별 PSA 양성률 추이

로봇수술 도입 전후 PSA 건수가 증가 추세를 보이거나 큰 차이는 없었으며, 양성률도 차이가 없었다.

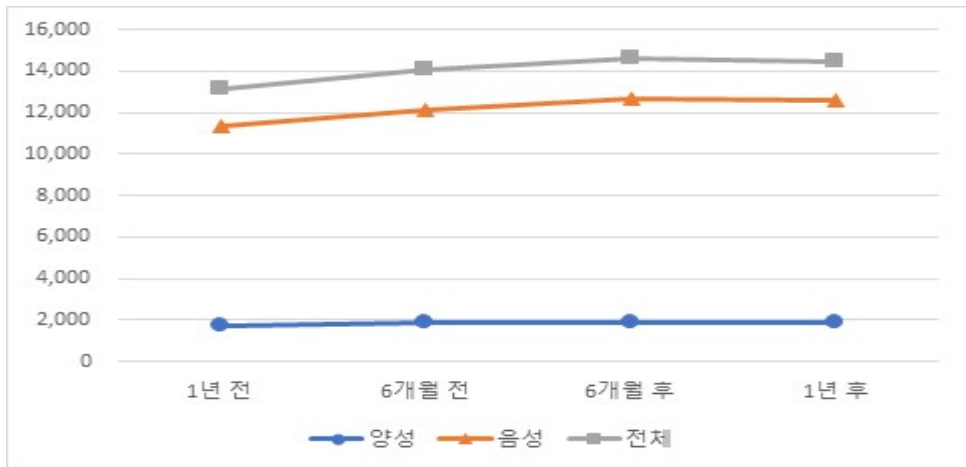


그림 45. 로봇수술 도입 전후 PSA 검사량 추이

4) 건강보험공단 의료이용 자료 조작적 정의 정확도

건강보험공단 의료이용 자료 분석 시 사용한 로봇수술의 조작적 정의의 정확도를 알아보기 위해 SCDM 자료에서의 로봇수술 수술량과 비교하였다.

전립선암에서의 정확도를 분석한 결과 2008년부터 2017년까지 지속적으로 100~150% 수준의 정확도를 보였다.

표 39. 로봇수술 조작적정의 정확도 분석(전립선암)

연도	로봇수술 (건강보험 공단 자료) (A)	로봇수술 분율 (B)	로봇수술 (SCDM 자료) (C)	로봇수술 분율 (D)	비율 (A)/(C)
2008	105	51.2%	105	52.50%	100.0%
2009	160	47.6%	118	41.00%	135.6%
2010	197	55.3%	131	45.80%	150.4%
2011	248	57.4%	178	50.10%	139.3%
2012	225	63.6%	170	57.20%	132.4%
2013	185	61.1%	134	54.70%	138.1%
2014	175	56.3%	137	51.50%	127.7%
2015	223	69.0%	174	64.20%	128.2%
2016	352	81.3%	302	81.60%	116.6%
2017	309	77.1%	244	73.50%	126.6%

갑상선암에서의 정확도를 분석한 결과 2008년부터 2017년까지
 약 100~120%로 전립선암보다 높은 정확도를 보였다.

표 40. 로봇수술 조작적정의 정확도 분석(갑상선암)

연도	로봇수술 (국민건강 보험 자료) (A)	로봇수술 분율 (B)	로봇수술 (SCDM 자료) (C)	로봇수술 분율 (D)	비율 (A)/(C)
2008	85	8.6%	87	9.6%	97.7%
2009	228	20.0%	219	18.0%	104.1%
2010	277	26.4%	265	24.8%	104.5%
2011	266	22.5%	247	20.7%	107.7%
2012	283	19.4%	243	17.4%	116.5%
2013	269	18.9%	252	17.1%	106.7%
2014	183	15.5%	167	14.2%	109.6%
2015	178	18.1%	148	16.7%	120.3%
2016	137	16.8%	125	15.9%	109.6%
2017	153	19.2%	152	17.6%	100.7%

IV. 고찰

질적연구를 통해 의료기관의 경영적 필요성, 수익성, 실손의료보험이 도입에 주된 영향을 미쳤으며 도입 시기별로 주요 도입 요인에 차이가 있음을 알 수 있었다. 양적연구에서는 로봇수술 도입 이후 기관의 진료량이 증가하고, 수도권에서 진료량 상위 6개 기관과 그 외 기관의 진료량에 격차가 나타났다. 지역별 분석에서는 전립선암 환자의 로봇수술 도입 이후 자체충족률이 증가하는 모습을 보였으나, 갑상선암에서는 자체충족률이 감소하는 결과를 보였다. 이 두 연구의 결과들을 각각 고찰하고, 이후 통합적으로 연구 결과를 고찰하였다.

1. 로봇수술 도입 과정 연구

로봇수술 도입 과정 연구결과 사용자 특성에서는 로봇수술 선호, 혁신에 대한 개방적 태도, 기관 특성에서는 수익성, 경영적 필요성, 병원 간 경쟁이 주요 도입 원인이었다. 사회정치적 문맥에서는 환자의 로봇수술에 대한 선호, 혁신전략 특성에서는 실손의료보험이 주요 원인으로 나타났다. 시기별로 주요한 요인들에 차이가 있었다. 도입 초기에는 고참급 의사의 혁신에 개방적인 태도, 로봇수술에 대한 의료진의 선호, 신의료기술 선점을 통한 병원의 특성화 등 기관의 경영적 필요성이 주요한 요인으로 작용하였다. 중기와 후기에는 높은 환자 선호와 의료진의 최신기술인 로봇수술

에 대한 선호, 수익성이 주요한 영향 요인으로 작용하였다. 로봇수술 도입은 임상적으로 더 나은 효과를 보여 의료진의 로봇수술에 대한 선호를 증가시켰으며, 기관 측면에서는 수익성이 더 좋기 때문에 도입의 경영적 필요성이 강화되는 효과가 있었다. 또한, 도입 후 홍보 효과로 환자의 로봇수술에 대한 인식과 선호가 증가하여 선호도가 높아졌다. 이러한 로봇수술 도입으로 인한 결과들은 다시 도입을 촉진할 수 있었다. 실손의료보험은 비급여인 로봇수술의 가격장벽을 낮추어 로봇수술 도입에 기여하였다.

이러한 연구결과를 세 가지 측면에서 고찰하였다.

첫 번째로 도입 원인에 시기별로 차이가 있었다. 도입 초기에는 혁신에 개방적인 태도, 의료진의 선호, 병원의 특성화 등 기관의 경영적 필요성 등이 주요한 요인으로 작용하였다. 중기와 후기에는 로봇수술에 대한 인지도가 올라가면서 환자의 로봇수술에 대한 선호가 증가하고 의료진의 최신기술에 대한 선호, 수익성이 주요한 영향 요인으로 작용하였다.

이러한 도입 영향 요인을 선행연구의 분류에 따라 사용자 특성, 기관 특성, 기술 특성, 사회정치적 문맥, 혁신 전략 특성 다섯 가지로 분류하였다. 도입 초기에는 사용자 특성에서 고참급 의사의 혁신에 개방적인 태도, 기관 특성에서 신의료기술 선점을 통해 병원을 특성화하려는 기관의 경영적 필요성 등이 주요한 요인으로 작용하였다. 하지만 중기와 후기에는 환자의 선호도가 증가하면서 사회정치적 문맥의 영향이 커졌으며, 로봇수술에 대한 의학적 근거가 축적되고 전립선암에서는 로봇수술이 표준이 되고, 최신기술

에 대한 의료진의 선호도 증가로 사용자 특성 또한 강화되었다. 또한, 기관 특성에서는 도입 비용 할인을 통한 수익성 증진이 주요 도입 원인이었다. 혁신 전략 특성 측면에서 실손의료보험은 로봇수술의 본인부담금을 낮추어 환자의 선호를 증가시켜 도입 단계에서 구축 및 지속단계로 이행할 수 있게 하였다. 또한, 의료기기 회사는 도입을 촉진하는 역할을 수행하였다. 의료기기 회사는 도입을 설득할 수 있는 원가, 도입 후 진료량 증가 등 필요한 자료를 제공하며, 새 기기가 출시되면 이전 기기를 할인해 주거나, 공동으로 구매하면 할인을 해주는 등 자료제공과 도입비용 할인을 통해 의료기관의 도입에 영향을 미쳤다. 이 중 기관의 경영적 필요성이나, 의료기기 회사의 역할은 도입 전 시기에 걸쳐 중요한 영향 요인으로 작용하고 있음에도 선행연구에서는 간과되어 온 요인들이었다.

Greer의 신의료기술 도입 의사결정 체계에서 로봇수술과 같은 고가의 의료장비는 세 가지 의사결정 체계(재무-관리 입장, 전략-제도적 입장, 의료-전문가 입장) 중 전략-제도적 입장이 우세한 것으로 알려져 있다. 고가장비 도입에 관한 연구인 Teplensky 등(1995)의 미국 의료기관의 MRI 도입 동기에 관한 선행연구에서도 전략-제도적 입장이 우세한 것으로 나타났다. 로봇수술 또한 고가의 의료장비라는 측면에서 전략-제도적 입장이 우세할 것으로 예측할 수 있다. 그러나 연구결과, 도입 초기에는 예측과 같이 기술적 선도자가 되고자 하는 전략-제도적 입장이 우세하였다. 하지만 중기 이후로는 도입 비용을 할인받을 수 있는 경우 도입을 결정하

여 재무-관리 입장이 우세하였다. 또한, 초기에는 의료진의 도입 요구에서부터 상향식으로 도입이 추진되었지만, 중기 이후부터는 병원 원장단으로부터 도입이 추진되는 하향식 과정이 우세하였다. 이는 신의료기술 도입에 한 가지 혹은 여러 의사결정 체계가 동시에 작용한다고 밝힌 선행연구 결과와 다르게 도입 시기별로 우세한 의사결정 체계가 다를 수 있음을 보여준다.¹⁾²⁶⁾ 또한, 이 결과는 의료기술의 특성뿐 아니라 도입이 결정된 시기의 환경 등도 의사결정 체계에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

두 번째로 앞서 기술한 바와 같이 조사된 영향 요인을 선행연구에 맞추어 분류하였다. 시기별로 도입 초기를 이론적 모델의 ‘도입’ 시기로 보면 사용자 특성과 혁신 특성, 기관 특성이 도입에 주로 작용하는 것을 알 수 있다. 이후 중기, 후기를 ‘구축’ 혹은 ‘지속’ 시기로 보면 사회정치적 문맥 특성, 기관 특성, 사용자 특성의 강화, 실손의료보험이라는 혁신 전략 특성이 도입에 영향을 미쳤다고 해석할 수 있다.²⁸⁾

이처럼 한국의 로봇수술 도입 사례를 선행연구에서 제시한 이론적 모델에 적용하여 설명할 수 있었지만, 이론적 모델의 한계 또한 존재하였다. 도입으로 인한 긍정적 결과가 도입에 영향을 주는 것에 대한 설명이 어렵다는 것이다. 로봇수술 도입으로 인하여 환자의 수술 결과가 좋아지고, 좋아진 수술 결과로 환자들이 로봇수술을 더 좋은 수술로 인식하게 되며, 이는 환자들의 선호도 상승으로 이어져 사회정치적 문맥 특성을 강화하였다. 또한, 수술의 난도가 낮아지고 수술 기술이 발전하게 되는 효과로 의료진의 로봇

수술에 대한 선호가 증가하였다, 교육적으로는 로봇수술이 기존의 수술을 대체하면서 개복이나 내시경 수술에 대한 교육 기회가 점차 줄어들게 되어 이 또한 의료진의 로봇수술에 대한 의존도를 증가시켜 사용자 특성을 강화하였다. 기관 특성 측면에서는 로봇수술 도입으로 충분한 수익성을 확인한 기관은 추가적으로 로봇수술을 도입하고자 하였다. 이렇게 신의료기술 도입의 결과가 다시 도입을 촉진하는 효과가 있음에도 선행연구의 모델에는 이러한 부분이 잘 반영되어 있지 않았다. 이에 이 연구에서는 연구결과를 토대로 수정된 이론적 모델을 제안하였다.

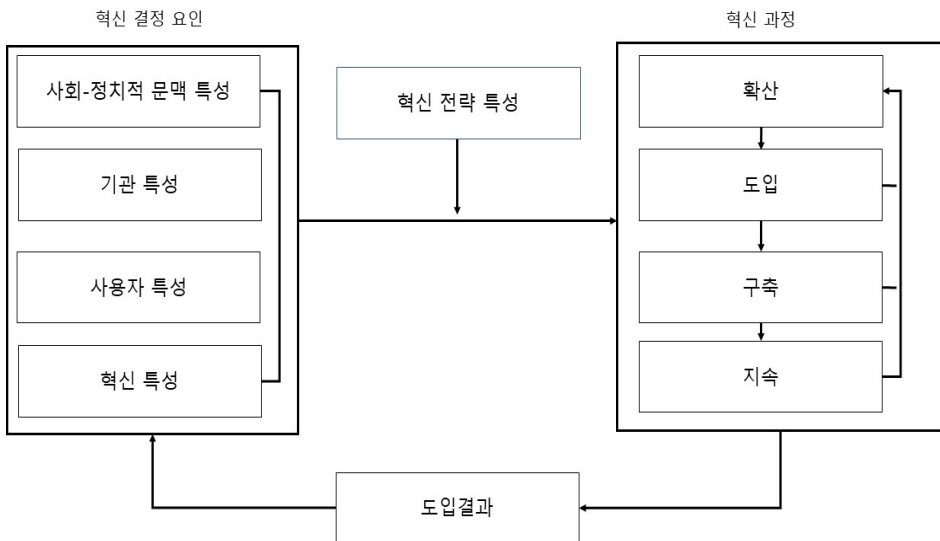


그림 46. 수정된 이론적 모델(제안)

제안한 이론적 모델은 혁신 과정이 다음 단계로 이행될 때 혁신 결정 요인과 혁신 전략 특성뿐 아니라 이전 단계에서의 결과들이 혁신 결정요인을 강화하고 그로 인하여 다음 단계로 이행될 수 있

음을 나타낸다. 또한, 혁신이 도입되고 긍정적 결과가 나타날 경우 일종의 되먹임 고리를 형성하여 이후에는 외부 요인이 작용하지 않아도 지속적으로 혁신이 확산될 수 있다는 것을 제시한다. 또한, 도입 결과가 혁신 결정 요인들을 강화시키는 것은 도입 원인이 시기별로 다르게 나타나는 것을 일부 설명할 수 있다. 이 모델은 향후 연구를 통해 다른 신의료기술에도 적용 가능한지 검증이 필요할 것이다.

세 번째는 이 연구를 통해 치료기술의 도입 특성을 알아보고자 하였다. 이번 연구에서 치료기기인 로봇수술의 도입을 연구한 결과 도입 초기에는 병원의 특성화, 신의료기술 선점이라는 병원의 지명도 향상이 주된 도입 원인이었으며, 중기, 후기 이후로는 지속적으로 높은 수가를 받을 수 있다는 점, 도입 비용을 낮출 수 있다는 점 등 수익성을 주된 원인으로 도입을 추진하였다. 2012년의 이근찬의 연구에서는 기술의 내재적 속성에 따라 도입의 원인에 차이가 있을 수 있다는 결과를 제시하였다. 이 연구에서 치료기기는 병원의 지명도 향상 등을 위해 도입한다는 가설을 세웠다. 이 가설을 이번 연구의 결과에 적용해 보면 도입 초기에는 제시된 가설을 지지하지만, 중기 이후로는 가설을 지지하지 않는 것으로 나타났다. 가설과 연구결과가 차이가 나타난 이유는 첫 번째로는 선행연구는 도입 시기별 차이를 고려하지 않았기 때문일 수 있다. 두 번째로는 로봇수술이 다른 치료기기와는 다르게 기존의 치료들보다 매우 높게 수가가 형성되어 있어 다른 치료기기와는 도입 원인이 달랐을 수 있다.

선행연구에 따르면 진단기기는 주로 수익성과 의료의 질 향상을 원인으로 도입된다. 하지만 이 연구결과 치료기기는 초기에 병원의 지명도 향상이 주된 도입이었으며, 중기 이후에는 진단기기와 같이 수익성을 주된 도입 이유로 도입되었다. 또한, 선행연구가 이루어지지 않았으나, 진단기기는 치료기기에 비하여 비교적 환자 건강에 간접적으로 기여하며 기존기기의 대체성이 약하여 도입으로 인한 결과가 다시 도입에 미치는 영향이 치료기기보다 작을 수 있다.³¹⁾

2. 로봇수술 도입이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향

한국에서 로봇수술은 2005년 도입 이후 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 로봇수술 도입 병원의 수 및 로봇수술을 받은 환자의 수가 빠르게 증가하였으며, 대부분의 지역에 1대 이상의 로봇수술이 도입됐다. 도입 시기별로 도입 병원의 특성을 분석한 결과 초기 도입 병원은 수도권에 위치한 병상수가 많은 상급종합병원인 경우가 많았다. 하지만 중기 이후에는 초기에 비해 더 적은 병상수에 비수도권, 종합병원의 분율이 상승하였다. 이는 진료량이 많은 병원에서 위험을 흡수할 수 있기 때문에 신의료기술 도입에 적극적이라는 선행연구를 지지하는 결과이다.⁶⁰⁾

진료량 분석에서는 전립선암과 갑상선암에서 모두 지속적으로 로봇수술이 증가하고 있었으며, 특히 전립선암에서는 70%이상이 로봇수술로 시행되고 있었다. 갑상선암에서 로봇수술은 증가하고

있지만, 전립선암에 비해 로봇수술의 분율은 낮았다. 이는 몇 가지로 해석할 수 있는데, 첫 번째로는 전립선암과 다르게 갑상선암은 실손의료보험 보장에서 제외되고 있는 것이 영향을 미쳤을 수 있다.⁶¹⁾ 실손의료보험은 로봇수술의 본인부담금을 낮추어 로봇수술 선택을 용이하게 하는 효과가 있다. 따라서 갑상선암의 실손의료보험 보장 감소는 갑상선암에서 로봇수술 증가에 부정적인 영향을 미쳤을 수 있다. 두 번째로는 환자들의 갑상선암에 대한 인식이 영향을 미쳤을 수 있다. 갑상선암은 생존율이 높은 비교적 유순한 암으로 인식되고 있어 고가인 로봇수술보다는 기존의 수술을 선택했을 가능성이 있다.⁶²⁾ 질적연구에서도 볼 수 있듯 환자들은 건강에 중요한 영향을 미치는 암 수술이라는 점에서 고가이나 효과가 더 좋은 것으로 알려진 로봇수술을 선호하는 경향이 있는데 갑상선암이 유순한 암이라는 인식이 로봇수술에 대한 선호를 낮추었을 수 있다. 세 번째로는 수술을 시행하는 의료기관의 종별 차이에 의한 것일 수 있다. 건강보험통계에 따르면 전립선암 수술은 상급종합병원과 종합병원에서만 실시되고 있다. 하지만 갑상선암의 경우에는 상급종합병원뿐만 아니라 종합병원, 병원급 의료기관까지도 시행되고 있다. 이는 전립선암 수술은 로봇수술이 이미 도입되었거나, 도입될 가능성이 높은 의료기관에서 시행되어 로봇수술의 분율이 높지만, 갑상선암의 경우에는 로봇수술이 도입되기 어려운 규모의 병원에서도 수술이 이루어지고 있어 로봇수술의 분율이 상대적으로 낮을 수 있다.

개인특성별로는 갑상선암에서는 여성의 로봇수술 분율이 높았는데

데 이는 로봇수술의 미용측면에서 장점이 반영된 것으로 해석 할 수 있다. 연령별로는 전립선암의 경우에는 80대 이상이거나 40대 미만에서 가장 높았고, 갑상선암은 40대 미만, 40대에서 가장 높았다. 이는 전립선암의 경우에는 40대 미만에서 실손의료보험 가입 비율이 높고, 80대 이상의 고연령에서 효과가 좋다는 수술을 받고자 했을 수 있다, 갑상선암은 갑상선암에서의 해석에 더해 성별에서처럼 연령별로 미용적 효과에 대한 상대적 관심이 반영된 결과로 해석할 수 있다. 또한, 전립선암과 갑상선암 모두 소득이 높을수록 로봇수술의 비율이 높았다. 이는 로봇수술이 비급여 수술로 본인부담금이 매우 크기 때문에, 고소득 환자에서 실손의료보험 가입률이 높거나, 로봇수술의 본인부담금을 감당할 수 있어 로봇수술을 받을 확률이 높았을 수 있다. 이러한 문제는 신의료기술의 사용에 있어 소득별로 격차가 있을 수 있음을 보여주며, 향후에도 지속적으로 비급여로 신의료기술이 도입될 경우 신의료기술 접근성에 불평등이 발생할 수 있음을 시사한다.

기관 수준에서의 로봇수술의 영향을 분석한 결과 로봇수술을 도입한 의료기관에서는 전립선암, 갑상선암 진료량이 증가하였다. 전립선암의 경우 로봇수술 도입 직후 수술량이 분기에 약 4.9건 증가하였으며, 도입 전보다 분기별로 수술량 및 입원환자 수가 더 많이 증가하였다. 갑상선암에서는 입원환자 수가 도입 전보다 더 많이 증가하는 경향을 보였다. 이는 로봇수술을 도입한 병원은 이미 진료량을 정책적으로 더 늘리려던 병원이었어서 진료량이 증가하였을 수 있으며, 두 번째로는 로봇수술을 도입하면서 도입 시 예

상한 진료량 실적을 달성하기 위해 노력했을 수 있다. 또한, 로봇 수술 도입으로 인한 홍보효과로 인해, 주변 지역의 로봇수술 수요를 흡수해서 진료량이 증가할 수 있다. 서울대병원 의료이용 자료 분석 결과에서도 로봇수술 도입 이후 도입 이전 1년, 6개월에 비해 전립선과 갑상선암 초진 환자 모두 증가하였다.

이러한 결과는 PSA 검사량에서도 나타나는데 로봇수술을 도입한 기관에서는 PSA 검사량이 이전보다 증가하는 경향을 보였다. 서울대학교병원 의료이용 자료에서는 연간 PSA 검사량이 지속적으로 증가하는 추세였지만 로봇수술 도입 직전, 직후인 2007~2009년 PSA 양성률이 감소하는 결과를 보였으며, 해당 기간의 중증 전립선암 환자의 분율도 감소하는 결과를 보였다. 이는 검진목적의 PSA 검사량이 증가하였을 것이라는 가설을 지지하는 결과로 해석할 수 있다. 이는 로봇수술 도입 이후 병원에서 전립선암 환자에서 진료량을 늘리려는 노력이 있을 수 있다는 것을 시사한다. 이러한 결과들은 선행연구를 지지하는 결과이다. 미국의 위스콘신주에서 로봇수술 도입 이후 전립선 전절제수술량의 변화를 연구한 결과 로봇수술을 도입한 의료기관에서는 도입하지 않은 의료기관에 비해 전립선 전절제술 환자가 더 많이 늘어났으며, 3개월간 약 114%가 증가하는 것으로 나타났다.⁶³⁾ 미국의 일부 주에서 로봇수술 도입 이후 전립선 전절제술을 연구한 결과 또한 로봇수술을 도입한 병원은 도입하지 않은 병원에 비해 유의미하게 전립선전제술이 증가하는 것으로 나타났다.⁵²⁾

수도권 지역에서 상위 6개 기관과 나머지 기관의 진료량을 분석

한 결과 상위 6개 기관에서는 꾸준히 갑상선암, 전립선암 입원환자의 수술 분율이 증가하였으나, 나머지 기관에서는 수술 분율이 변하지 않거나 감소하였다. 또한, 기관당 로봇수술량을 분석한 결과 진료량 상위 6개 기관과 나머지 기관의 기관당 로봇수술량의 차이가 증가하는 추세였다. 이런 현상은 전립선암에서 더 뚜렷하였다. 이는 수도권 지역에서 로봇수술의 집중화가 이루어지고 있음을 보여준다. 선행연구들에서도 로봇수술의 도입 이후 진료량이 많은 기관과 의사에서 전립선암 수술이 더 많이 증가함을 보였다.⁵⁴⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾

국가 전체 수준에서 지역별 자체충족률을 연구한 결과 연도별 전립선암의 자체충족률이 증가하는 추세였다. 전립선암에서는 ITSA 분석 결과 지역 내 로봇수술 도입 후 수술과 입원환자의 자체충족률이 증가하였다. 이는 로봇수술이라는 첨단 의료기술이 도입되면서, 수도권으로 유출되던 첨단 의료기술에 대한 수요 중 일부가 지역으로 복귀한 것으로 해석할 수 있다. 로봇수술의 도입은 앞서 기관 수준에서의 분석에서 볼 수 있듯 주변 지역의 수술 수요를 끌어들이면서 기관의 진료량이 증가하게 되는데 서울로 이동하던 로봇수술 수요가 지역의 로봇수술 도입병원으로 집중화가 일어나면서 수도권으로의 ‘의료쇼핑’이 감소하고 자체충족률이 증가한 것으로 해석할 수 있다. 이는 연도별로 전반적인 전립선암의 자체충족률이 증가하는 추세에 로봇수술 도입이 기여했을 수 있다. 이러한 해석은 비교적 로봇수술의 영향이 적을 것으로 예측되어 대조군으로 선정한 유방암과 비교하였을 때도 이러한 증가 추

세나 즉각적인 증가가 유의미하게 나타나는 것을 보았을 때 타당한 해석으로 판단된다.

하지만 갑상선암에서는 자체충족률이 차이가 없거나 외려 감소하는 소견을 보였다. 유방암을 대조군으로 한 분석에서도 비슷한 결과가 나타났다. 이는 두 가지로 해석할 수 있다. 첫 번째로는 갑상선의 경우에는 수술량이나 진료량이 전립선암에 비해 많아 지역에 로봇수술이 1~2대 도입되어도 전체 진료량에 비하면 상대적으로 비중이 적어 자체충족률에 반영되기가 어려웠을 수 있다. 이는 기관 수준 분석에서 로봇수술을 도입한 기관은 갑상선암 진료량이 증가했음을 고려하면 타당한 해석일 수 있다. 두 번째로는 갑상선암에서는 전립선암에 비해 로봇수술이 표준수술로 인식 되어있지 않고 90%이상 절개나 내시경 수술로 진행하기 때문에 로봇수술의 도입이 갑상선암 환자들에게는 큰 영향을 미치지 않았을 수 있다. 이는 앞서 설명한 것처럼 갑상선암은 최근 실손의료보험 보장에서 빠지는 경우가 많아 비싼 가격을 감당하기 어려워 로봇수술이 도입되어도 자체충족률에 큰 영향을 미치지 않았을 수 있다. 지속적으로 증가하고 있는 연도별 자체충족률과 ITSA 분석결과가 상이하게 나타나는 이유는 ITSA 분석에서 로봇수술 도입 이전, 이후에 유의한 차이가 없거나 도입 이전보다는 자체충족률의 증가 속도가 감소하는 경향을 보일 수 있어도, 자체충족률은 지속적으로 증가하는 추세이기 때문일 수 있다.

가설을 세울 때 근거리 지역보다는 원거리 지역에서 수도권과의 접근성이 더 떨어지기 때문에 원거리 지역에서 로봇수술이 자체충

족률에 미치는 영향이 더 뚜렷하게 나타날 것이라고 예측하였으나, 연구결과는 예측과 다르게 원거리 지역과 근거리 지역에 차이가 일관되게 나타나지 않았다. 이는 몇 가지로 해석해 볼 수 있다. 수도권 접근성이 좋아 수도권으로 유출이 많던 근거리 지역에서 로봇수술 도입으로 지역 내에서 로봇수술을 받는 사람이 늘어나면서 근거리 지역에서도 도입 효과가 나타났을 수 있다. 또한, 원거리 지역은 반대로 접근성이 근거리 지역에 비해 좋지 못하여 도입 이전부터 자체충족률이 높고, 지속적으로 자체충족률이 증가하는 추세에서 로봇수술의 도입이 통계적으로 유의한 증가 추세를 만들어 내지 못했다고 해석할 수 있다.

소그룹분석으로 소득분위별로 전립선암, 갑상선암에서 자체충족률을 분석한 결과 전립선암에서는 유의하지 않지만 소득 분위가 높은 경우 로봇수술 도입 이후 수술과 입원환자의 자체충족률이 증가하는 추세를 보였다. 또한, 입원환자 자체충족률 분석에서 소득 1분위에서 유의하게 도입 직후 증가하였는데 이는 상대적으로 외부지역으로의 유출을 감당하기 어려운 저소득층 중 외부로 유출되던 수요가 도입 직후 민감하게 반응했을 수 있다. 갑상선암 자체충족률 분석에서도 입원환자 자체충족률 분석은 소득에 상관없이 전반적으로 감소하는 추세였지만, 수술 자체충족률 분석에서는 소득 4분위에서는 자체충족률이 유의하게 증가하는 추세를 보였다. 이는 로봇수술 도입 이후 소득이 높은 환자들에서 수도권 유출이 감소한다고 해석할 수 있다. 이는 소득이 높은 환자일수록 수도권 병원으로 유출될 확률이 높으며, 실손의료보험에 가입한

분율이 높아 로봇수술을 선택할 확률이 높았을 수 있다. 전반적으로 소득분위별 분석 결과는 로봇수술을 받고 싶어도 지역에서 받을 수가 없어 수도권으로 유출되었던 수요가 로봇수술 도입으로 지역으로 돌아온 것으로 해석할 수 있다.

3. 통합적 고찰

질적연구인 로봇수술 도입 과정 연구와 양적연구인 로봇수술 도입 과정이 병원의 진료량 및 집중화에 미친 영향의 결과를 통합적으로 고찰하였다.

질적연구 결과 초기 도입한 병원에서 진료량이 많은 명망 있는 의료진이 기술혁신자로 기능하여 도입을 추진하는 것으로 나타났다. 또한, 양적연구 결과 초기에 로봇수술을 도입한 병원은 수도권에 위치한 병상수가 많은 대형 상급종합병원이 많았다. 이는 선행 연구와 같이 진료량이 많은 의료진과 의료기관은 신의료기술 도입을 선도한다는 것을 보여주는 결과이다.

질적연구의 결과를 양적연구에서 확인할 수 있었던 부분이 있었다. 질적연구에서 병원의 규모, 도입 이후 진료량, 수익성, 도입 조건의 차이로 인하여 진료량이 많은 수도권의 대형 상급종합병원으로 로봇수술 환자가 집중화될 수 있다는 결과를 보였다. 이러한 질적연구의 결과는 양적연구에서 실제로 로봇수술 도입 이후 기관에서 진료량이 증가한다는 것을 확인하였으며, 로봇수술 상위 6개 기관과 그 외의 기관에서 기관당 로봇수술량의 차이가 점차 벌어

지고 있다는 결과를 통해 실제로 한국에서도 해외 선행연구처럼 로봇수술의 집중화가 나타나고 있음을 알 수 있었다. 하지만 양적 연구의 국가 전체 수준 분석을 통해 지역별로 집중화가 나타날 경우, 전체 수준에서는 특정 지역으로의 집중화를 분산시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.⁵⁵⁾

양적연구 분석결과를 질적연구의 결과로 해석할 수 있는 부분 또한 있었다. 앞서 기술하였듯 전립선암에 비하여 갑상선암에서는 로봇수술의 분율이 낮았는데, 질적연구 결과 실손의료보험이 환자들이 로봇수술을 선택하는 것에 영향을 미칠 수 있었다. 따라서 갑상선암의 실손의료보험 보장 축소는 갑상선암에서 로봇수술 증가에 부정적인 영향을 미쳤을 수 있다. 또한, 질적연구에서 환자들의 로봇수술 선택에 암의 치명률이 높아 이왕이면 더 최신의 수술을 선호한다는 점이 반영되어 있는데, 갑상선암은 다른 암에 비해 치명률이 비교적 낮은 유순한 암이라는 인식이 반영되었을 수 있다.

마지막으로 연구결과를 종합해 보면 한국에서 신의료기술은 질적연구 결과에서 보듯 기관의 특성화, 선진적 병원 이미지 등 경영적 필요성이나 높은 수가, 도입비용 할인 등 수익성을 이유로 도입되고 있다. 또한, 의료기관은 의료기기 도입에 특별한 규제를 느끼지 못하고 있어 기관에서 도입을 결정하면 별다른 어려움 없이 도입이 이루어지고 있다.³¹⁾ 이렇게 특별한 규제 없이 신의료기술이 도입되는 상황에서 좁은 공간 등 기관의 물리적인 환경이나 높은 기기 도입가격만이 도입을 저해하는 요인으로 작용하고 있

다. 하지만 이러한 요인은 공급업체에서 공간에 대한 조언이나 가격 할인, 도입 조건 변화를 통해 조절 가능하여 사실상 도입을 저해하는 요인은 없는 상황이다. 이렇게 기관의 이득이 주로 반영되어 도입된 신의료기술의 결과는 환자 수준의 건강결과 뿐만 아니라 기관의 진료량 증가, 국가 전체 수준에서 의료비 증가, 자체충족률 변화 등 다양한 수준에서 영향을 미치게 된다. 또한, 도입으로 인한 긍정적 결과는 외부의 요인이 없어도 영향 요인을 강화시켜 지속적으로 도입을 증가시킨다.

이러한 상황이 지속된다면 의료적 효과나 안전성이 검증되지 않은 신의료기술이 무분별하게 도입되어 전체 수준에서 비효율적인 도입이 이루어질 위험이 있어 전체 수준의 도입 규제 방안 마련이 필요할 수 있다. 하지만 신의료기술은 연구결과에서 볼 수 있듯 수도권 병원으로 환자가 몰리는 수도권 집중현상을 지역에 신의료기술을 도입한 병원으로 환자가 집중되는 지역의 집중화를 통해 일부 완화시킬 수 있다. 따라서 신의료기술의 도입에는 의료의 지역화 측면이 고려되어야 한다. 전체 수준에서 신의료기술의 효과적인 도입을 위한 규제가 필요하지만, 만약 전체 수준의 규제가 어렵거나, 상대적으로 수요가 적은 지역에서의 도입이 저해되어 수도권 집중화가 심화될 위험이 있다면 지역 단위에서의 규제와 도입에 대한 논의가 필요할 수 있다.

4. 학문적 의의

이 연구의 학문적 의의는 다음과 같다. 첫 번째로 신의료기술의 도입 시기별로 주된 도입 원인과 과정에 차이가 있을 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 하나의 신의료기술에는 한 가지의 의사결정 체계가 우세하거나 우세한 체계 없이 여러 체계가 작용할 수 있다는 선행연구들과는 다른 결과이다. 이는 향후 다른 신의료기술에서도 시기별 차이나 다른 요인들로 인하여 하나의 신의료기술에 다른 주요 의사결정 체계가 작용할 수 있는지 연구가 필요할 것이다.

두 번째로는 신의료기술 도입의 긍정적 결과가 되먹임 고리를 통해 다시 도입을 강화하는 요인으로 작용할 수 있다는 것을 보였다. 또한, 이를 이론적 모델에 적용하여 이론화 가능성을 보였다. 이를 통해 신의료기술은 한번 도입이 시작되고, 확산되면 환자 및 의료진의 선호 증가로 외부적인 요인이 없어도 지속적으로 도입 압력이 강해진다는 것을 의미한다. 선행연구에서는 이러한 도입 결과가 도입에 다시 영향을 미치는 되먹임 효과에 대해서는 연구가 거의 이루어진 적이 없었다. 향후에도 이러한 긍정적 결과가 도입에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

마지막으로, 이번 연구에서는 지역 수준에서는 집중화가 발생하여 지역의 수요가 진료량이 많은 특정 병원으로 집중될 수 있지만, 이로 인하여 국가 전체 수준에서는 타지역으로 유출되는 수요를 흡수하여 특정 지역으로 환자유출을 완화시킬 수 있다는 것을

보였다. 이는 선행연구에서 지적인 집중화로 인한 접근성 저하가 외려 국가 전체 수준에서는 접근성에 대한 문제가 완화될 가능성이 있다는 것을 알 수 있었다.

5. 정책적 의의

이 연구는 의료기관의 로봇수술 도입 원인과 과정을 파악하고 결과를 분석하고자 하였다. 이 때문에 직접적으로 신의료기술 관리 정책 수립에 근거로 활용되기에는 어려움이 있다. 하지만 정책 수립을 위한 후속 연구에 대한 단초를 제공하고, 도입으로 인한 결과 예측에 도움을 줄 수 있다.

첫 번째로, 로봇수술의 도입은 지역에서 수도권으로 유출되는 의료수요를 일부 되돌려 수도권 집중화를 완화하는 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 향후 지속적으로 도입될 신의료기술이 전체 수준에서 관리가 이루어져야 하지만 전체 수준에서의 관리가 어렵다면, 의료의 지역화라는 측면에서 지역의료체계 수준에서라도 논의와 규제가 이루어져야 할 필요가 있음을 보여준다.

두 번째로, 로봇수술 도입에 영향을 미칠 수 있는 주요한 요인들을 도입 시기별로 파악할 수 있었다. 이 연구만으로는 신의료기술 도입에 가장 효과적인 정책적 개입지점을 알 수는 없다. 하지만 어떠한 요인들이 시기별로 주요한 역할을 할 수 있는지 파악할 수 있었기 때문에 향후 연구를 통하여 가장 효과적인 정책적 개입 지점일지 확인할 수 있을 것이다.

세 번째로는 치료기술의 도입과 그로 인한 결과를 제시하여 추후 치료기술의 도입이 미칠 수 있는 영향을 예측하는데 도움이 될 수 있다. 이전에 기술하였듯 한국에서의 선행연구는 대부분 진단 기술에 집중되어 있어 치료기술의 도입 원인과 그로 인한 결과는 잘 알려져 있지 않았다. 새로운 치료기술은 기존 치료기술과 상호 보완적인 성격보다는 기존 기술을 대체하는 성격을 지닌다.²¹⁾ 연구 결과에서 볼 수 있듯 신의료기술이 도입되고 좋은 의료적 효과가 확인되면 의료진의 선호, 환자의 선호가 강화되고 실손의료보험의 역할로 인하여 되먹임 고리를 형성하여 빠르게 확산될 수 있다. 이러한 연구의 결과는 향후 새롭게 도입될 치료기술의 도입 결과 예측에 도움이 될 수 있다.

6. 한계

이번 연구는 다음과 같은 한계점이 있다. 첫 번째로는 질적연구에서 최대한 지역 및 진료과 분포를 고르게 면접대상자를 모집하고자 했지만 불균형이 있었다. 거리상의 문제로 수도권의 의료진이 지방 의료진보다 많이 모집되었으며, 진료과별로도 외과와 비뇨기과 산부인과에 편중되었다. 따라서 로봇수술을 시행하고 있는 모든 분야의 전문가들과 인터뷰를 진행하지는 못하여 일부 진료과의 상황이나 의견은 간과되었을 수 있다.

또한, 초기 도입이 2005년-2008년에 이루어져서 2022년을 기준으로 14~17년이 지나 도입 당시에 관여하였던 전문가들이 은퇴하

였거나, 기억이 정확하지 않아 초기 도입과정 등에 대한 내용이 정확하지 않을 수 있다. 환자들의 로봇수술에 대한 인식 부분과 관련해서도 환자들에게 로봇수술에 대한 인식을 직접 조사한 것이 아닌 의료진이 인식하고 있는 환자들의 로봇수술에 대한 인식을 조사하여 환자들의 인식을 정확하게 반영하지 못했을 수 있다.

또한, 양적연구와 관련하여서도 건강보험공단 의료이용 자료에는 로봇수술이 비급여이기 때문에 자료가 수집되지 않아, 로봇수술이 조작적 정의로 분석되었다는 한계가 있다. 하지만, 서울대학교병원 의료이용자료와 비교한 정확도 분석결과 연도별로 정확도가 일관되게 나타나 조작적 정의를 활용한 국민건강보험 의료이용 자료 분석이 전체 추세를 보기에 적절할 것으로 판단하였다. 또한, 전체 로봇수술 대상질환에 대해서 연구하지 못했다는 한계가 있었다. 하지만 이는 갑상선암, 전립선암 수술이 전체 로봇수술의 60% 이상을 차지하며 다른 질환의 경우에는 로봇수술량이 많지 않고 이제 로봇수술 도입되는 단계이기 때문에 향후 연구에서 분석되어야 할 것이다.

V. 결론

신의료기술은 한번 도입이 시작되면 지속적으로 도입압력이 증가하여 도입이 중단되기 어려우며 지속적으로 확산된다. 신의료기술 도입의 영향은 개인부터 전체 수준까지 다양한 수준에서 영향을 미치나 한국에서 신의료기술의 도입은 의료기관의 관심이 주로 반영되어 기관 수준의 최적화만 이루어지고 있다. 따라서 국가 수준에서 적절한 신의료기술 도입 관리가 필요하며, 이를 위해 도입의 주체인 의료기관의 도입 원인과 과정에 대해 이해할 필요가 있다. 연구결과 선행연구의 이론적 모델로 로봇수술 도입을 설명할 수 있었다. 하지만 의료기술 도입으로 인한 긍정적 결과가 되먹임 고리를 형성하여 다시 의료기술 도입에 영향을 미칠 수 있다는 것이 간과되어 있었다. 이는 도입이 진행될수록 도입압력이 어떤 경로로 증가하는지를 일부 설명할 수 있다. 또한, 도입 시기별로 도입 과정 및 원인이 다를 수 있다는 것을 보였다. 이는 하나의 의료기기 도입에 시기별로 다른 의사결정 체계가 관여할 수 있을 보여주는 결과이다. 도입 결과를 분석한 양적연구결과 로봇수술의 도입은 기관 수준에서 진료량을 증가시키는 효과가 있었다. 또한, 지역 수준에서는 환자가 일부 진료량이 많은 병원으로 집중되는 현상이 나타났다. 하지만 이 집중화 현상은 전체 수준에서는 지역 환자의 수도권 병원 유출을 일부 감소시키는 효과를 보였다. 이는 신의료기술 도입으로 인한 집중화 현상이 국가 전체수준에서는 접근성 저하에 대한 우려와 달리 접근성을 외려 증가시킬 수 있다는

것을 보여주며, 전체 수준에서의 관리가 어렵다면 적어도 의료의 지역화라는 측면에서 지역 보건의료체계 수준의 적절한 도입에 대한 논의와 규제가 필요할 수 있음을 의미한다. 이 연구는 정책적으로 향후 효과적인 신의료기술 도입 관리 정책의 개입 지점을 찾는 연구에 단초를 제공할 수 있으며, 치료기술의 도입 영향을 예측하는 데 사용될 수 있다.

VI. 참고문헌

- 1) Teplensky, J. D., Pauly, M. V., Kimberly, J. R., Hillman, A. L., & Schwartz, J. S. (1995). Hospital adoption of medical technology: an empirical test of alternative models. *Health services research*, 30(3), 437.
- 2) Assessment, U. S. C. O. o. T. (1982). *Medical Technology Under Proposals to Increase Competition in Health Care: Summary*: DIANE Publishing.
- 3) 신영석. (2013). *신의료기술과 보장성*. 7권 2호, 03-04.
- 4) Chernew, M. E., & Newhouse, J. P. (2011). Health care spending growth. In *Handbook of health economics* (Vol. 2, pp. 1-43). Elsevier.
- 5) Greenhalgh, T., Robert, G., Macfarlane, F., Bate, P., & Kyriakidou, O. (2004). Diffusion of innovations in service organizations: systematic review and recommendations. *The milbank quarterly*, 82(4), 581-629.
- 6) Baltagi, B. H., Moscone, F., & Tosetti, E. (2012). Medical technology and the production of health care. *Empirical Economics*, 42, 395-411.
- 7) Aaron, H. (1991). *Serious and unstable condition: financing America's health care*. Brookings Institution Press.
- 8) Fuch, V. R. (1996). Economics, values, and health care reform. *Am Econ Rev*, 86(1), pp.1-24.
- 9) Cutler, D. M., & Huckman, R. S. (2003). Technological development and medical productivity: the diffusion of angioplasty in New York state. *Journal of health economics*, 22(2), 187-217.
- 10) Dybczak, K., & Przywara, B. (2010). The role of technology in health care expenditure in the EU (No. 400). Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission.
- 11) Thomas, L. (1971). The technology of medicine. *New England Journal of Medicine*, 285(24), 1366-1368.
- 12) 김정덕, 박해용. (2015). 급여 결정 신의료기술이 건강보험 급여율에 미치는 영향. *국민건강보험 일산병원*.
- 13) 최재욱, & 이정철. (2015). 건강보험 보장성 강화 정책의 성과와 과제 (의료계). *HIRA 정책동향*, 9권(3호), 39-40.
- 14) 민인순. (2013). 환자의 안전과 비용부담 적정화를 위한 임의비급여 관리 방안.
- 15) 이진수 등. (2021). 신의료기술 활용과 의료기기 시장. *한국보건산업진흥원*
- 16) 서인석. (2020). 비급여 관리 방안-의료현장의 시각 중심으로. *Hira 정책동향*, 14권(6호), 39-46.
- 17) Halm, E., & Gelijns, A. (1991). An introduction to the changing economics of technological innovation in medicine. *The changing economics of medical technology*, 1-18.
- 18) Romeo, A. A., Wagner, J. L., & Lee, R. H. (1984). Prospective reimbursement and the diffusion of new technologies in hospitals. *Journal of Health Economics*, 3(1), 1-24.
- 19) Romeo, A. A., Wagner, J. L., & Lee, R. H. (1984). Prospective reimbursement and the diffusion of new technologies in hospitals. *Journal of Health Economics*, 3(1), 1-24.
- 20) Ikegami, N. (1988). Health technology development in Japan. *International*

- Journal of Technology Assessment in Health Care, 4(2), 239-254.
- 21) Escarce, J. (1996). Externalities in hospitals and physician adoption of a new surgical technology: an exploratory analysis. *Journal of health economics*, 15(6), 715-734.
 - 22) Baker, L. C. (2001). Managed care and technology adoption in health care: evidence from magnetic resonance imaging. *Journal of health economics*, 20(3), 395-421.
 - 23) 함명일. (2005). 신의료기술의 도입확산의 경향성과 영향 요인. 박사학위논문. 연세대학교 대학원.
 - 24) Saaksjarvi, M. (2003). 'Consumer adoption of technological innovations', *European Journal of Innovation Management*, Vol. 6, No. 2, pp.90-100.
 - 25) McDade, S. R., Oliva, T. A., & Pirsch, J. A. (2002). The organizational adoption of high-technology products "for use": Effects of size, preferences, and radicalness of impact. *Industrial Marketing Management*, 31(5), 441-456.
 - 26) Greer, A. L. (1985). Adoption of medical technology: the hospital's three decision systems. *International journal of technology assessment in health care*, 1(3), 669-680.
 - 27) Zasimova, L., & Shishkin, S. (2013). Adopting new medical technologies in Russian public hospitals: what causes inefficiency?. Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP, 7.
 - 28) Fleuren, M., Wiefferink, K., & Paulussen, T. (2004). Determinants of innovation within health care organizations: literature review and Delphi study. *International journal for quality in health care*, 16(2), 107-123.
 - 29) de Veer, A. J., Fleuren, M. A., Bekkema, N., & Francke, A. L. (2011). Successful implementation of new technologies in nursing care: a questionnaire survey of nurse-users. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 11(1), 1-12.
 - 30) Varabyova, Y., Blankart, C. R., Greer, A. L., & Schreyögg, J. (2017). The determinants of medical technology adoption in different decisional systems: A systematic literature review. *Health Policy*, 121(3), 230-242.
 - 31) 이근찬. (2012). 병원의 의료장비 도입에 관한 연구 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
 - 32) Rye, C. B., & Kimberly, J. R. (2007). The adoption of innovations by provider organizations in health care. *Medical Care Research and Review*, 64(3), 235-278.
 - 33) 윤석준, 김선민, 강철환, 김창엽, & 신영수. (1997). 우리나라 전산화단층촬영기 (CT) 의 도입에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *예방의학회지*, 30(1), 195-207.
 - 34) Greenberg, D., Peterburg, Y., Vekstein, D., & Pliskin, J. S. (2005). Decisions to adopt new technologies at the hospital level: insights from Israeli medical centers. *International journal of technology assessment in health care*, 21(2), 219-227.
 - 35) Wernz, C., Zhang, H., & Phusavat, K. (2014). International study of technology investment decisions at hospitals. *Industrial Management & Data Systems*.
 - 36) 송미옥, & 조용진. (2021). 의료로봇의 현재와 미래: 수술로봇을 중심으로. *디지털융복합연구*, 19(4), 349-353.
 - 37) 나군호. (2008). 로봇수술의 현재와 미래. *대한의사협회지*, 51(1), 67-73.

- 38) Lane, T. (2018). A short history of robotic surgery. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 100(6_sup), 5-7.
- 39) 김진경, 양승윤, 김성현, & 김형일. (2021). 외과 영역에서 로봇수술의 적용. *대한의사협회지*, 64(10), 678-687.
- 40) 이선희, 김진희, 황진섭, 최지은, 신은희, 이나래, 손수경, 유지혜, 임성원, 나군호, 배자성, 서현주, 이길연, 형우진. (2014). 로봇수술의 안전성과 유효성 분석. *한국보건의료연구원 연구보고서*, 1-423.
- 41) Barbash, G. I. (2010). New technology and health care costs--the case of robot-assisted surgery. *The New England journal of medicine*, 363(8), 701.
- 42) Barbash, G. I., Friedman, B., Glied, S. A., & Steiner, C. A. (2014). Factors associated with adoption of robotic surgical technology in US hospitals and relationship to radical prostatectomy procedure volume. *Annals of surgery*, 259(1), 1-6.
- 43) Li, H., Gail, M. H., Braithwaite, R. S., Gold, H. T., Walter, D., Liu, M., ... & Makarov, D. V. (2014, July). Are hospitals “keeping up with the Joneses”?: Assessing the spatial and temporal diffusion of the surgical robot. In *Healthcare* (Vol. 2, No. 2, pp. 152-157). Elsevier.
- 44) Abrishami, P., Boer, A., & Horstman, K. (2014). Understanding the adoption dynamics of medical innovations: affordances of the da Vinci robot in the Netherlands. *Social science & medicine*, 117, 125-133.
- 45) Lee, D. H., Jung, H. B., Chung, M. S., Lee, S. H., & Chung, B. H. (2013). The change of prostate cancer treatment in Korea: 5 year analysis of a single institution. *Yonsei medical journal*, 54(1), 87-91.
- 46) 성낙송, & 김선한. (2014). 국내 로봇수술의 현황 및 앞으로의 전망. *Journal of Minimally Invasive Surgery*, 17(4), 55-61.
- 47) Lee, J., Yun, J. H., Choi, U. J., Kang, S. W., Jeong, J. J., & Chung, W. Y. (2012). Robotic versus endoscopic thyroidectomy for thyroid cancers: a multi-institutional analysis of early postoperative outcomes and surgical learning curves. *Journal of oncology*, 2012.
- 48) Sheetz, K. H., & Dimick, J. B. (2019). Is it time for safeguards in the adoption of robotic surgery?. *Jama*, 321(20), 1971-1972.
- 49) Jayne, D., Pigazzi, A., Marshall, H., Croft, J., Corrigan, N., Copeland, J., ... & Tilney, H. (2017). Effect of robotic-assisted vs conventional laparoscopic surgery on risk of conversion to open laparotomy among patients undergoing resection for rectal cancer: the ROLARR randomized clinical trial. *Jama*, 318(16), 1569-1580.
- 50) Jeong, I. G., Khandwala, Y. S., Kim, J. H., Han, D. H., Li, S., Wang, Y., ... & Chung, B. I. (2017). Association of robotic-assisted vs laparoscopic radical nephrectomy with perioperative outcomes and health care costs, 2003 to 2015. *Jama*, 318(16), 1561-1568.
- 51) Alemzadeh, H., Raman, J., Leveson, N., Kalbarczyk, Z., & Iyer, R. K. (2016). Adverse events in robotic surgery: a retrospective study of 14 years of FDA data. *PloS one*, 11(4), e0151470.
- 52) Neuner, J. M., See, W. A., Pezzin, L. E., Tarima, S., & Nattinger, A. B. (2012). The association of robotic surgical technology and hospital prostatectomy volumes: increasing market share through the adoption of technology. *Cancer*, 118(2), 371-377.
- 53) Sanabria, A., Kowalski, L. P., Shah, J. P., Nixon, I. J., Angelos, P., Williams,

- M. D., ... & Ferlito, A. (2018). Growing incidence of thyroid carcinoma in recent years: factors underlying overdiagnosis. *Head & neck*, 40(4), 855-866.
- 54) Stitzenberg, K. B., Sigurdson, E. R., Egleston, B. L., Starkey, R. B., & Meropol, N. J. (2009). Centralization of cancer surgery: implications for patient access to optimal care. *Journal of Clinical Oncology*, 27(28), 4671.
- 55) Stitzenberg, K. B., Wong, Y. N., Nielsen, M. E., Egleston, B. L., & Uzzo, R. G. (2012). Trends in radical prostatectomy: centralization, robotics, and access to urologic cancer care. *Cancer*, 118(1), 54-62.
- 56) Anderson, C. B., Penson, D. F., Ni, S., Makarov, D. V., & Barocas, D. A. (2013). Centralization of radical prostatectomy in the United States. *The Journal of urology*, 189(2), 500-506.
- 57) 고우진, 한현호, 김기홍, 한 장희, 김동욱, 고은영. (2014). 국내에서 시행되는 비뇨기과 로봇수술의 현황분석, 국민건강보험 일산병원
- 58) Bonell, C. P., Hargreaves, J., Cousens, S., Ross, D., Hayes, R., Petticrew, M., & Kirkwood, B. R. (2011). Alternatives to randomisation in the evaluation of public health interventions: design challenges and solutions. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65(7), 582-587.
- 59) Bernal, J. L., Cummins, S., & Gasparrini, A. (2017). Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *International journal of epidemiology*, 46(1), 348-355.
- 60) Chang, S. L., Kibel, A. S., Brooks, J. D., & Chung, B. I. (2015). The impact of robotic surgery on the surgical management of prostate cancer in the USA. *BJU international*, 115(6), 929-936.
- 61) 로봇수술 권했다가 돈만 좇는 의사로 인식될라. <https://m.medicaltimes.com/News/NewsView.html?ID=1082941>
- 62) 현재원, 송효정, & 최재혁. (2021). 갑상선절제술을 받은 갑상선암 환자의 질병증상, 질병인식, 대처와 삶의 질과의 관련성. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, 23(1), 83-90.
- 63) Neuner, J. M., See, W. A., Pezzin, L. E., Tarima, S., & Nattinger, A. B. (2012). The association of robotic surgical technology and hospital prostatectomy volumes: increasing market share through the adoption of technology. *Cancer*, 118(2), 371-377.
- 64) Stitzenberg, K. B., Wong, Y. N., Nielsen, M. E., Egleston, B. L., & Uzzo, R. G. (2012). Trends in radical prostatectomy: centralization, robotics, and access to urologic cancer care. *Cancer*, 118(1), 54-62.
- 65) Anderson, C. B., Penson, D. F., Ni, S., Makarov, D. V., & Barocas, D. A. (2013). Centralization of radical prostatectomy in the United States. *The Journal of urology*, 189(2), 500-506.

Abstract

A study on new medical technology adoption process and consequences - a case study of robotic surgery in Korea

Junsoo Ro

Department of Health Policy and Management

College of Medicine

The Graduate School

Seoul National University

The adoption of new medical technology is an important issue that can have an impact on various levels, including individual practices, healthcare quality, and medical expenses. However, in Korea, the adoption of new medical technology is primarily driven by the interests of medical institutions, resulting in optimization at the institutional level but not necessarily at the national level. To achieve appropriate management at the national health system level, it is necessary to understand the reasons and processes for the adoption of new medical technology in healthcare institutions.

However, some key aspects of knowledge are lacking due to the limitations of previous research. There is limited knowledge regarding the reasons and processes for adopting therapeutic technology, temporal differences in adoption, and the impact of the adoption on outcomes. Moreover, it is not known which theoretical models of adopting new medical technology are applicable in the Korean context. The national-level effects of the adoption are also not well understood. To overcome these limitations, this study uses the case of robotic surgery in Korea to shed light on the important gaps in the previous literature.

The study was conducted using qualitative and quantitative research methods. The qualitative research involved interviews with 15 experts in robotic surgery. In-depth interviews were conducted to investigate the process, reasons, and outcomes of the adoption of robotic surgery in healthcare institutions. The quantitative research analyzed changes in volume of treatment, such as surgical volume and the number of hospitalized patients, after the adoption of robotic surgery. It also examined the changes in the gap between hospitals with high patient volumes and other hospitals in the region, as well as the impact of the adoption of robotic surgery on regional relevance index. Data from the National Health Insurance and Seoul National University Hospital were used, and frequency analysis and interrupted time series analysis were employed for the analysis.

The research results revealed that the preferences of medical professionals, openness to medical innovation, patient preferences, policy needs of hospitals, profitability, and private insurance influenced the adoption of robotic surgery. These factors and their influence were explained largely by theoretical models from previous studies. There were differences in the factors considered important for adoption depending on the adoption period. In the early stage of robotic surgery, adoption was driven by the policy need to secure the next-generation surgical tool, based on the opinions of prominent medical professionals. After the early stage, increasing patient preferences and rising demand, as well as adoption cost discounts, were significant factors. The private insurance system played a critical role in promoting the diffusion of new medical technology as a strategic feature. The clinical effects and increased profitability resulting from the adoption also played a role in promoting adoption by increasing the preferences of medical professionals and the policy needs of hospitals. This demonstrates that the results of adopting new medical technology can further stimulate its adoption, necessitating the consideration of adding a feedback loop to the existing theoretical model.

The quantitative research results showed that the adoption of robotic surgery increased the volume of procedures and screenings at the institutional level and led to concentration towards hospitals with higher patient volumes at the regional

level. However, this regional concentration appeared to alleviate the concentration towards the capital region at the national level. This suggests that the adoption of new medical technology and the resulting concentration might improve accessibility, contrary to conventional concerns about reduced accessibility.

Through this research, it was discovered that existing theoretical models are generally applicable in the Korean context. Key factors for the adoption of new medical technology depending on the adoption period were identified. Additionally, by considering the impact of outcomes by adoption on subsequent adoption, a revised theoretical model was proposed. This has allowed for a broader understanding of the reasons, processes, and outcomes of the adoption of new medical technology in healthcare institutions. The adoption of new medical technology has a positive effect at the national level by redirecting healthcare demand from the capital region to local regions, which highlights the importance of considering adoption decisions at the level of the regional healthcare system.

Keywords: New medical technology, Robotic surgery, Adoption of new medical technology, Impact of new medical technology, Reasons for the adoption of robotic surgery, Results of the adoption of robotic surgery

Student Number: 2018-34252