

NECA-의료기술재평가사업

NECA-R-23-001-13 (2023. 8.)



의료기술재평가보고서 2023

동맥압에 기초한 심기능측정 [1일당]

의료기술재평가사업 총괄

최지은 한국보건의료연구원 보건의료평가연구본부 본부장
신상진 한국보건의료연구원 보건의료평가연구본부 재평가사업단 단장

연구진

담당연구원

전미혜 한국보건의료연구원 재평가사업단 부연구위원

부담당연구원

한명화 한국보건의료연구원 재평가사업단 연구원

주 의

1. 이 보고서는 한국보건의료연구원에서 수행한 의료기술재평가사업(NECA-R-23-001)의 결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 신문, 방송, 참고문헌, 세미나 등에 인용할 때에는 반드시 한국보건의료연구원에서 수행한 평가사업의 결과임을 밝혀야 하며, 평가내용 중 문의사항이 있을 경우에는 주관부서에 문의하여 주시기 바랍니다.

요약문 (국문)	i
알기 쉬운 의료기술재평가	1
I. 서론	1
1. 평가배경	1
1.1 평가대상 의료기술	1
1.2 국내외 보험 및 행위 등재 현황	3
1.3 질병 특성 및 현존하는 의료기술	6
1.4 선행 연구	9
2. 평가목적	10
II. 평가방법	11
1. 체계적 문헌고찰	11
1.1 개요	11
1.2 PICROST-SD	11
1.3 문헌검색	12
1.4 문헌선정	13
1.5 비뚤림위험 평가	14
1.6 자료추출	15
1.7 자료합성	15
2. 권고등급 결정	17
III. 평가결과	18
1. 문헌선정 결과	18
1.1 문헌선정 개요	18
1.2 안전성 및 효과성	19
1.3 경제성	66
IV. 결과요약 및 결론	69
1. 평가결과 요약	69
1.1 안전성	69
1.2 효과성	69
1.3 경제성	70
2. 결론	70
V. 참고문헌	72

VI. 부록	74
1. 의료기술재평가위원회	74
2. 소위원회	75
3. 문헌 검색 전략	76
4. 비돌림위험 평가 및 자료추출 양식	80
5. 세부 임상사건 발생 비교 결과	86
6. 최종 선택문헌	101

표 차례

표 1.1 건강보험 요양급여 대상 치료재료	2
표 1.2 소요장비의 식품의약품안전처 허가사항	2
표 1.3 건강보험 요양 급여·비급여 비용 목록 등재 현황(2023년 2월판)	3
표 1.4 건강보험요양급여 고시항목 상세내용	5
표 1.5 경과과정	5
표 1.6 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 국내 이용현황	5
표 1.7 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 단가 정보	6
표 1.8 국외 보험 및 행위 등재 현황	6
표 1.9 스완-간즈 카테터법에 의한 검사-심박출량 측정[1일당] 이용현황	7
표 1.10 중심정맥압 측정 이용현황	7
표 1.11 침습적 동맥압 혈압측정 이용현황	8
표 1.12 심초음파 이용현황(입원 기준)	8
표 1.13 비침습적 심기능 측정 이용현황(입원 기준)	8
표 1.14 심박출량 측정 검사의 병원 단가	9
표 2.1 PICROST-SD 세부내용	12
표 2.2 국외 전자 데이터베이스	13
표 2.3 국내 전자 데이터베이스	13
표 2.4 선택/배제기준	14
표 2.5 참고표준검사와의 차이에서 제시되고 있는 지표 정의	16
표 2.6 참고표준검사와의 차이에 대한 메타분석시 연구결과 선택 기준	17
표 2.7 권고등급 체계	17
표 3.1 선택문헌 특성(의료결과에의 영향)	20
표 3.2 선택문헌 특성(참고표준검사와의 차이)	21
표 3.3 사망률	27
표 3.4 의료결과에의 영향(사망률, 하위군 분석)	29
표 3.5 전체 임상사건 발생	32
표 3.6 1인당 전체 임상사건 발생건수	34
표 3.7 신장 관련 임상사건 발생	35
표 3.8 간 관련 임상사건 발생	39
표 3.9 상처 감염 및 상처 회복지연과 관련된 임상사건 발생	40
표 3.10 입원기간 및 중환자실 자원기간	42
표 3.11 인공호흡기 유지기간	46
표 3.12 의료결과에의 영향 요약표	48
표 3.13 참고표준검사와의 차이 요약표	50
표 3.14 참고표준검사와의 차이(bias 및 LOA)	51
표 3.15 참고표준검사와의 차이(PE)	55
표 3.16 하위군 분석(bias) 요약표	60

표 3.17 경제성 문헌의 특성	65
표 3.18 경제성 분석결과(분석적 결정모델 이용)	66
표 3.19 경제성 분석결과(비용비교)	66

부록 표 차례

표 5.1 비뇨기 감염 관련 임상사건 발생 비교	86
표 5.2 감염 및 패혈증 관련 임상사건 발생 비교	87
표 5.3 출혈, 혈전 및 혈액응고 관련 임상사건 발생 비교	88
표 5.4 뇌 관련 임상사건발생 비교	89
표 5.5 소화기 관련 임상사건 발생 비교	90
표 5.6 신경 관련 임상사건 발생 비교	91
표 5.7 심장 관련 임상사건 발생 비교	92
표 5.8 오심, 구토 임상사건 발생 비교	94
표 5.9 호흡기 관련 임상사건 발생 비교	95
표 5.10 기타 임상사건 발생 비교	98

그림 차례

그림 3.1 문헌선정흐름도	18
그림 3.2 비뚤림위험 그래프(무작위배정 비교임상시험)	23
그림 3.3 비뚤림위험 평가결과 요약표(무작위배정 비교임상시험)	23
그림 3.4 비뚤림위험 그래프(비무작위 연구)	24
그림 3.5 비뚤림위험 평가결과 요약표(비무작위 연구)	24
그림 3.6 비뚤림위험 그래프(진단적 코호트 연구)	25
그림 3.7 비뚤림위험 평가결과 요약표	25
그림 3.8 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	28
그림 3.9 사망률 메타분석(비무작위 연구)	28
그림 3.10 장비별 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	30
그림 3.11 장비별 사망률 메타분석(비무작위 연구)	30
그림 3.12 대상자별 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	31
그림 3.13 대상자별 사망률 메타분석(비무작위 연구)	31
그림 3.14 전체 임상사건 발생 메타분석	35
그림 3.15 신장 관련 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험연구)	38
그림 3.16 신장 관련 임상사건 발생 메타분석(비무작위연구)	38
그림 3.17 간 관련 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	39
그림 3.18 간 관련 임상사건 발생 메타분석(비무작위 연구)	39
그림 3.19 상처치유 또는 상처 감염 관련 메타분석(비무작위 연구)	41
그림 3.20 상처치유 또는 상처 감염 관련 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	42
그림 3.21 입원기간(일) 메타분석	45
그림 3.22 중환자실 재원기간(시간) 메타분석	46
그림 3.23 인공호흡기 유지기간(시간) 메타분석	47
그림 3.24 참고표준검사와의 차이(cardiac output, bias)	59
그림 3.25 참고표준검사와의 차이(cardiac index, bias)	59
그림 3.26 하위군 분석(bias, 참고표준검사 특징별)	61
그림 3.27 하위군 분석(bias, 장비버전별)	62
그림 3.28 하위군 분석(bias, 연구대상자별)	63
그림 3.29 하위군 분석(bias, 측정 시점별)	64

요약문 (국문)

평가배경

동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자의 상태를 평가하기 위해 기존에 거처된 동맥 카테터에 센서와 모니터를 연결하여 연속적으로 심박출량을 감시하는 기술이다. 2008년 비급여로 등재된 기술로 내부 모니터링 결과 의료기술재평가를 통해 안전성 및 효과성에 대한 최신 근거 마련의 필요성이 확인되어 재평가대상 안전 주제로 발굴되었으며, 우선순위 심의를 통해 재평가 대상으로 선정되었다. 2022년 제11차 의료기술재평가위원회(2022.11.11.)에서는 동맥압에 기초한 심기능 측정과 열희석법 보정후 동맥압에 기초한 심기능 측정의 평가계획서 및 통합 소위원회 구성안을 심의한 후 임상적 안전성 및 효과성을 평가하였다.

평가방법

혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 동맥압에 기초한 심기능 측정이 임상적으로 안전하고 효과적인지 평가하기 위해 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 모든 평가방법은 평가목적에 고려하여 “동맥압에 기초한 심기능 측정, 열희석법 보정후 동맥압에 기초한 심기능 측정 통합 소위원회(이하 ‘소위원회’)”의 논의를 거쳐 확정하였다. 소위원회 구성은 순환기내과 2인, 흉부외과 2인, 호흡기내과(중환자의학) 2인, 마취통증의학과 2인, 근거기반의학 1인의 전문가 총 9인으로 구성하였다.

평가의 핵심질문은 ‘동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 임상적으로 안전하고 효과적인가?’이다. 안전성은 검사 관련 이상반응 또는 부작용, 효과성은 의료결과의 영향, 참고표준검사와의 차이, 경제성은 비용절감, 비용 효과성 등으로 평가하였다.

체계적 문헌고찰은 위의 핵심질문을 토대로 국외 데이터베이스 3개(Ovid MEDLINE, Ovid EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials) 및 국내 데이터베이스 5개(KoreaMed, 의학논문데이터베이스, 학술데이터베이스, 한국교육학술정보원, 사이언스온)를 이용하여 문헌을 검색하였으며, 문헌 선정기준 및 배제기준 적용을 통한 문헌선택과 비뚤림위험 평가는 모두 2명의 평가자가 독립적으로 수행하였고, 의견 불일치가 있을 경우 회의를 통해 합의하였다. 문헌의 비뚤림위험 평가는 연구유형에 따라 무작위배정 비교임상시험(randomized controlled trial, 이하 ‘RCT’)는 Cochrane의 Risk of Bias (RoB), 그 외에 비무작위 연구(non randomized study, 이하 ‘NRS’)(비무작위 비교임상연구, 코호트 연구)는 Risk of bias Assessment Tool for Nonrandomized Studies (RoBANS) 2.0 국문판, 진단법평가 문헌의 비뚤림위험 평가는 Quality assessment of diagnostic

accuracy studies-2 (QUADAS-2)를 사용하였다. 자료분석에서 의료결과의 영향은 사망률, 전체 임상사건발생, 세부 임상사건 발생(장기 또는 주요 사건 중심), 입원기간, 중환자실 재원기간 인공호흡기 유지기간을 포함하여 양적 분석이 가능할 경우 메타분석을 수행하였으며, 불가능할 경우 질적으로 검토하였다. 참고표준검사와의 차이는 bias, 일치한계(limits of agreements, 이하 'LOA'), 백분율 오차(percentage error, 이하 'PE')에 대해 질적 기술하였다. 이 중 bias는 심박출량(cardiac output, 이하 'CO') 및 심장박출지수(cardiac index, 이하 'CI')로 구분하여 메타분석을 통해 통합 평균 차이(mean difference, 이하 'MD')를 확인하였다. 결론 도출은 동맥압에 기초한 심기능 측정에 대한 분석결과를 우선적으로 제시하고, 임상적 안전성 및 효과성에 대한 결론은 합의를 통하여 결정하였다. 이러한 평가결과를 토대로 권고등급을 결정하였다.

평가결과

체계적 문헌고찰 결과 선택된 문헌은 총 129편이었다. 연구유형은 RCT 32편, NRS 20편, 진단적 코호트 연구 75편, 경제성 연구 4편으로 이 중 2편은 임상적 효과성과 경제성 모두 보고하였다. 의료결과의 영향을 보고한 연구대상자는 대부분 수술 환자로 소화기 수술(31%)과 심장수술(13%)이 가장 많은 비율을 차지하였다.

비뚤림위험 평가결과 RCT는 무작위배정 순서 생성 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 41%, 배정 순서 은폐 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 25%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 6.3%, 기타 비뚤림위험 '높음'이 12.5%로 평가하였다. NRS는 대상군 비교가능성 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 30%, 교란변수 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 5%, '불확실'이 55%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 10%로 평가하였다. 진단적 코호트 연구는 연구대상 선정 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 14.7%였으며, 그 외 나머지 항목은 비뚤림위험을 '낮음'으로 평가하였다.

안전성

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대해 안전성을 보고한 문헌은 8편으로 장비와 관련된 합병증이나 심각한 이상반응은 없었다.

효과성

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 효과성은 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이로 평가하였다.

의료결과의 영향은 52편에서 사망률, 임상사건 발생(전체, 신장, 간 및 상처감염 관련), 입원기간, 중환자실 재원기간, 인공호흡기 유지기간을 주요 지표로 평가하였다. 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 이용하여 수액을 조절한 그룹(이하 '중재군')과 기존 검사를 이용하여 수액을 조절한 그룹(이하 '비교군') 간 비교시 사망률은 RCT에서는 유의한 차이가 없었으나 NRS (6편, 총 734명)는 중재군에

서 유의하게 낮았다(통합 OR 0.30, 95% CI 0.09, 0.94, $I^2 = 0\%$). 전체 임상사건 발생은 RCT에서는 유의한 차이가 없었으나 NRS (3편, 총 484명)는 중재군이 유의하게 낮았다(통합 OR 0.61, 95% CI 0.41, 0.90, $I^2 = 27\%$). 그 외에 신장, 간 관련 임상사건 발생 및 상처 감염은 RCT, NRS 모두 군간 유의한 차이가 없었다. 입원기간(18편, 총 2,304명), 중환자실 재원기간(16편, 총 1,816명), 인공호흡기 유지기간(9편, 총 673명)은 RCT에서 중재군이 유의하게 짧았으나 NRS에서는 군간 유의한 차이가 없었다.

참고표준검사와의 차이는 75편에서 폐동맥 카테터를 이용한 심기능 측정(열희석법 이용)과의 차이를 통해 확인하였다. 메타분석 결과 bias는 CO 기준 36편(총 1,006명)에서 통합 MD -0.15 (95% CI -0.38, 0.09, $I^2 = 48\%$), CI 기준 5편(총 110명)에서 통합 MD -0.06 (95% CI -0.62, 0.51, $I^2 = 85\%$)로 연구간 이질성은 CO는 중등도, CI는 높게 나타났다. LOA는 CO 기준으로 34편(총 865명)에서 95% 신뢰구간 하한값은 -6.7 L/min ~ -0.41 L/min, 상한값은 -2.89 L/min ~ 7.1 L/min이었으며, CI 기준으로 10편(총 259명)에서 95%CI 하한값 -4.56 L/min ~ 0.05 L/min/m², 상한값 -1.2 L/min ~ 4.1 L/min/m²이었다. PE는 48편(총 1,260명)에서 전체 평균값은 50.7%, 중앙값은 53.5%로 범위는 20% ~ 82.5%이었다.

경제성

경제성 결과지표를 보고한 문헌은 총 4편으로 연구국가는 중국, 프랑스, 이탈리아, 체코 각각 1편씩이었다. 이 중 분석적 결정모델을 이용한 연구는 1편으로 병원 사망률 및 주합병증 회피 관련 ICER를 확인한 결과 동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행한 중재군이 기존 모니터링을 수행한 비교군에 비해 더 비용효과적인 것으로 보고하였다. 중재군과 비교군 간 병원 비용을 비교한 3편으로 이 중 1편은 전체 수술 후 관리에 소요되는 총 비용의 절감 양상이 확인되어 중재검사 및 수술 중 모니터링에 필요한 투자 비용을 상쇄할 수 있는 경향을 보여준다고 보고하였다. 나머지 2편에서는 중재군과 비교군 간 병원 비용에 군간 유의한 차이가 없었다.

결론

동맥압에 기초한 심기능 측정 소위원회는 현재 평가결과에 근거하여 다음과 같이 제안하였다.

동맥압에 기초한 심기능 측정검사는 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 환자 상태를 평가하기 위해 사용 시 안전성에 문제가 없어 안전한 기술로 판단하였다. 효과성은 선택문헌 대부분에서 수술 중 혈액학적으로 불안정할 수 있는 환자에서 동 검사가 사망률과 전체 임상사건 발생을 감소시키고 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 데 도움이 되는 것으로 보고하여, 혈액학적 모니터가 필요한 수술환자에게 효과적인 의료기술로 판단하였다. 경제성은 선행연구의 임상상황과 국내 임상상황이 달라 해당 연구결과만으로 동맥압에 기초한 심기능 측정에 대한 경제성을 확인하기는 어렵다고 판단하였다.

2023년 제8차 의료기술재평가위원회(2023.8.11.)에서는 소위원회 결론을 검토하여 다음과 같이 심의 의결하고 권고등급을 결정하였다.

소위원회는 동맥압에 기초한 심기능 측정을 안전한 기술로 판단하였고 선택문헌 대부분에서 수술 중 혈액역학적으로 불안정할 수 있는 환자에서 동 검사가 사망률과 전체 임상사건 발생을 감소시키고 입원 기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 데 도움이 되는 것으로 보고하여, 혈액역학적 모니터가 필요한 수술 환자에게 효과적인 의료기술로 판단하였다.

이에 의료기술재평가위원회는 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상상황에서 혈액역학적 모니터가 필요한 수술 환자에게 심기능 측정 및 감시를 목적으로 사용 시 동맥압에 기초한 심기능 측정을 '권고함'으로 심의하였다.

주요어

혈역학적 감시, 동맥압에 기초한 심기능 측정, 안전성, 효과성

Hemodynamic monitoring, Pulse contour analysis without calibration, Safety, Effectiveness

알기 쉬운 의료기술재평가

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사는 안전하고 효과적인가요?

질환 및 의료기술

수술받는 환자나 특정 질환으로 인해 혈액 순환이 불안정한 중증 환자에서 진단과 치료를 목적으로 혈액 순환과 관련된 지표들을 지속적으로 확인하는 것은 필요하다. 혈액 순환의 흐름 감시에 사용되는 지표로는 혈압, 맥박수, 중심정맥압, 말초산소포화도, 심박출량 등이 사용되고 있다. 과거에는 폐동맥 카테터와 같은 침습적 방법으로 심박출량 등의 혈액 순환과 관련된 지표들을 감시하였으나, 현재는 비침습적 방법들이 선호되고 있다.

동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액 순환의 흐름에 대한 감시가 필요한 환자의 상태를 평가하기 위해 동맥 카테터에 센서와 모니터를 연결하여 연속적으로 심박출량을 감시하는 기술로 현재 건강보험에서 선별급여(본인부담률 50%)로 사용되고 있다.

의료기술의 안전성 · 효과성

혈액 순환의 흐름에 대한 감시가 필요한 환자에서 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사가 안전하고 효과적인지를 평가하기 위해 129편의 문헌을 검토하였다. 관련된 부작용은 발생하지 않아 안전한 기술이었으며, 수술 중 혈액 순환 상태가 불안정한 환자에서 사망률과 수술 후 발생할 수 있는 합병증을 줄이고 입원기간 및 인공호흡기로 치료받는 시간을 줄이는 데 도움이 되는 기술로 확인하였다.

결론 및 권고문

의료기술재평가위원회는 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상상황에서 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사가 혈액 순환의 흐름에 대한 감시가 필요한 환자에서 심장기능 측정 및 감시를 목적으로 사용할 때 “권고함”으로 결정하였다.

1. 평가배경

동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자의 상태를 평가하기 위해 기존에 거치된 동맥 카테터에 센서와 모니터를 연결하여 연속적으로 심박출량을 감시하는 기술이다. 이 기술은 2008년 8월 비급여 항목으로 등재되었다.

내부 모니터링 결과 의료기술재평가를 통해 안전성 및 효과성에 대한 최신 근거 마련의 필요성이 확인되어 재평가대상 안전 주제로 발굴되어 우선순위 심의를 통해 재평가 대상으로 선정되었다. 2022년 제11차 의료기술재평가위원회(2022.11.11.)에서는 동 기술의 평가계획서 및 소위원회 구성안(순환기내과 2인, 흉부외과 2인, 호흡기내과(중환자의학) 2인, 마취통증의학과 2인, 근거기반의학 1인 이상 총 9인)을 심의하였다.

본 평가는 동맥압에 기초한 심기능 측정의 안전성 및 효과성에 대한 체계적 문헌고찰을 통하여 급여적용 타당성 판단 등 의사결정에 필요한 근거자료를 제시하고자 수행하였다.

1.1 평가대상 의료기술

1.1.1 동맥압에 기초한 심기능 측정

외부 보정을 하지 않은 동맥파형 분석(uncalibrated pulse contour system, 이하 ‘uncalibrated PCS’)은 요골동맥 혹은 대퇴동맥 카테터를 연결해서 수행되는 검사로 일부 시스템에서는 선택적으로 외부 보정 후 측정할 수 있게 되어 있다(Grensemann et al., 2018).

모든 시스템은 일회박출량(stroke volume)과 심박수(heart rate)를 곱하여 심박출량(cardiac output)을 계산하며, 파형(waveform)에서 시간 경과에 따른 압력 커브(pressure curve)의 upstrokes 수를 세어 심박수(=맥박수)를 계산한다(Grensemann et al., 2018). 일회박출량은 압력 측정을 볼륨 측정으로 변환해야 하며, 동맥 임피던스(arterial impedance), 동맥 순응도(arterial compliance), 전신혈관저항(systemic vascular resistance)을 통합하는 Otto Franks Windkessel의 개선된 모델을 이용한다(Frank, 1899). 동맥 임피던스와 동맥 순응도는 비침습적으로 측정할 수 없기 때문에 모든 PCS는 이러한 파라미터(parameter) 추정치를 얻어야 하며, 한 제품을 제외한 모든 시스템은 연령 및 성별과 같은 인구학적 자료에 기반한 노모그램(nomogram) 데이터베이스(database)를 사용하고 있다(Grensemann et al., 2018).

1.1.2 소요장비의 식품의약품 안전처 허가사항

건강보험 요양급여 치료재료로 등재된 품명은 ‘Flotrac sensor’, ‘Hippometry comoset’, ‘ProAQT’가 있으며(표 1.1), 이와 관련된 식품의약품안전처의 허가사항은 <표 1.2>와 같다.

표 1.1 건강보험 요양급여 대상 치료재료

품명	제조회사	최초등재일자	비고
Flotrac sensor	Edwards Lifesciences LLC.	2019.7.1.	비급여(BJ7001CN) →급여 전환 본인부담률 50%
Hippometry comoset	Globaluck	2019.8.1.	본인부담률 50%
ProAQT sensor	Pulsion medical system SE.	2020.2.1.	본인부담률 50%

출처: 건강보험심사평가원<제도정책>보험인정기준<자료실>MEDICAL DEVICE PRICE LIST, 검색일: 2022.10.1.

표 1.2 소요장비의 식품의약품안전처 허가사항

구분	내용
Flo Trac Sensor	
허가번호(허가일)	수인 07-196호(2007.3.5.)
품목명(모델명)	혈관내혈압계
품목코드(등급)	A23020.01(2)
명칭	에드워즈라이프사이언시스코리아(주) 혈관내혈압계, MHD6외 5건
사용목적	혈관 내압을 직접 전기 신호로 변환하여 혈압을 측정
HIPPOMETRY COMOSET	
허가번호(허가일)	제인 19-4418호(2019.5.23.)
품목명(모델명)	혈관내혈압계(HPM-T01S02B1외 5건)
제품명(명칭)	Hippometry Comoset(Hippometry Comoset, 혈관내혈압계, HPM-T01S02B1 외 5건)
품목코드(등급)	A23020.01(2)
사용목적	혈관내에 카테터를 삽입하여 중심 또는 말초정맥압에서의 환자에 관련된 관혈적 혈압측정치 또는 중심정맥압과 말초정맥압의 차를 혈관 내압을 직접 전기신호로 변환하여 혈압을 측정하는 기구이다.
모양 및 구조 -작용원리	혈관 내 삽입된 카테터를 연결하여 혈관 내압을 직접 전기신호로 변환하여 혈압을 측정하는 기구로 고정역할을 하는 접촉 보드와 환자감시장치와 연결하는 케이블에 연결하여 측정된 중심정맥압 또는 말초 동맥압을 환자감시장치에 보여준다.
PROAQT sensor	
허가번호(허가일)	수인 19-4671호(2019.10.11.)
품목명(모델명)	혈관내혈압계(PV8810)
제품명(명칭)	ProAQT((주)계팅게메디칼코리아 ProAQT, 혈관내혈압계, PV8810)
품목코드(등급)	A23020.01(2)
사용목적	ProAQT sensor는 압력커브분석을 목적으로 혈관 내압을 직접 전기 신호로 변환하여 혈압을 측정하는 기구
모양 및 구조 -작용원리	본 장비(ProAQT sensor)는 혈관 내압을 직접 전기 신호로 변환하여 의료용다기능측정기록장치(수인 19-4532, Pulsioflex)를 사용하여 비침습적으로 동맥혈압을 측정하고 심박출량을 지속적으로 의료용다기능측정기록장치에서 측정한다.
Pulsioflex	
허가번호(허가일)	수인 19-4532호(2019.8.8.)

구분	내용
갱신신청기한	2029.12.3.
품목명(모델명)	의료용다기능측정기록장치(PC4000)
제품명(명칭)	Pulsioflex((주)게팅게메디칼코리아 Pulsioflex, 의료용다기능측정기록장치, PC4000)
품목코드(등급)	A26270.01(2)
사용목적	PulsioFlex는 혈압, 심폐, 순환 및 장기 기능 등의 혈액학적 파라미터를 침습적, 비침습적인 방식으로 측정 및 모니터링하는 장비입니다. PulsioFlex는 다양한 설정에서 환자의 위험을 모니터링합니다.
비고	조건부 인증(수인 17-4792호)의 조건이행에 따른 인증
EV1000NI*	
허가번호(허가일)	수허 15-1560호(2015.10.5.)
품목명(모델명)	의료용다기능측정기록장치(EV1000NI)*
품목코드(등급)	A26270.01(2)
명칭	EV1000 Clinical Platform NI, 의료용다기능측정기록장치, EV1000NI
사용목적	심장기능, 혈류상태 및 혈관저항의 균형에 대한 지속적인 평가를 필요로 하는 18세 이상의 환자 또는 침습적 측정이 어려운 환자의 혈압 및 혈류역학적 파라미터를 측정하기 위해 사용
모양 및 구조-작 용원리	본 제품은 손가락 커프의 공기주머니를 팽창시켜 얻은 PPG(Photo-plethysmograph) 신호로부터 획득된 정보를 분석하여 동맥압 정보를 획득한다. 지속적으로 동맥압 정보를 획득하기 위해서는 PPG 신호로부터 일정한 광원의 강도를 유지하여야 하며, 이를 위해 손가락 커프의 공기 주머니를 지속적으로 팽창 및 수축시킨다. 환자의 혈압 및 주요한 역학적 파라미터의 정확도는 Volume clamp method, Physioal method 및 제품의 알고리즘에 기초한다.

*Vigileo는 FloTrac/EV1000의 초기버전임(Tribuddharat et al.,2021)
출처 : 식품의약품안전처 의료기기 전자민원창구 홈페이지, 검색일: 2022.10.1.

1.2 국내외 보험 및 행위 등재 현황

1.2.1 국내 건강보험 등재 현황

동맥압에 기초한 심기능 측정은 2008년 8월 비급여 항목으로 등재되었다가, 2019년 ‘나-722-4’ 선별급여 (본인부담률 50%)로 등재되었다. 심박출량 감시 항목을 포함한 건강보험요양급여비용 등재 현황, 고시항목 상세 및 경과과정은 <표 1.3>, <표 1.4> 및 <표 1.5>와 같다.

표 1.3 건강보험 요양 급여·비급여 비용 목록 등재 현황(2023년 2월판)

분류번호	코드	분류	점수
		제1편 행위 급여·비급여 목록 및 급여 상대가치점수	
		제2부 행위 급여 목록·상대가치점수 및 산정지침	
		제2장 검사료	
		제3절 기능 검사료	
		[순환기 기능 검사]	
나-722		스완-간즈 카테터법에 의한 검사 Test by Swan-Ganz Catheter	
	E7221	가. 카테터삽입술 당일[카테터 삽입료 포함]	2,446.21
		주: 심박출량측정과 폐동맥압 및 폐기압측정은 소정 점수에 포함되므로 별도산정하지 아니한다.	

분류번호	코드	분류	점수
	E7222	나. 심박출량 측정 [1일당] Cardiac Output	235.69
		다. 폐동맥압 및 폐기압측정 [1일당] Pulmonary Artery Pressure and Pulmonary Capillary Wedge Pressure Monitoring	204.68
나-722-1		비침습적 심기능 측정 [1일당] Noninvasive Cardiac Function Monitoring 가. Esophageal Probe 을 이용한 경우 주: 사용된 Esophageal Probe는 별도 산정한다. 나. 기타의 경우 주: 1. 「선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준」 별표2에 따른 요양급여 적용 2. 사용된 재료대는 별도 산정한다.	
나-722-2	EZ873*	(1) 바이오리액턴스법 Bioreactance Technology	254.69
나-722-3	E7226*	(2) 바이오임피던스법 Bioimpedance Technology	237.14
나-722-1나	E7220*	(3) 이산화탄소 부분 재호흡법 Partial Carbon Dioxide Rebreathing 주: 사용된 1회용 치료재료(심박출량 센서)는 별도 산정하지 아니한다.	567.01
나-722-1나	E7224*	(4) 볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법 Volume Clamp and Physiological Method 주: 1. 동일 방법으로 측정된 혈압검사는 소정점수에 포함되므로 별도 산정하지 아니한다. 2. 사용된 CUFF 재료대는 치료기간 중 1개 별도 산정한다.	254.69
	E7235	(5) 맥파전송시간을 이용한 비침습적 심박출량 감시법	
나-722-4	E7227	동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당] Arterial Pressure Based Continuous Cardiac Function Monitoring 주: 1. 「선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준」 별표2에 따른 요양급여 적용 2. 「너-874 침습적동맥압혈압측정」 또는 「바-3-다 마취 중 침습적동맥압 감시」와 동시에 실시하는 경우에는 주된 항목의 소정점수만 산정한다. 3. 사용된 재료대는 별도 산정한다.	539.83
나-722-5		열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 Arterial Pressure Based Continuous Cardiac Function Monitoring after Calibration by Transpulmonary Thermodilution 주: 1. 「선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준」 별표2에 따른 요양급여 적용 2. 사용된 재료대는 별도 산정한다.	
	E7228*	가. 카테터삽입술 당일 [카테터 삽입료 포함]	1,228.92
	E7229*	나. 익일부터 [1일당]	209.15
제3장 영상진단단 및 방사선치료료			
제5절 초음파 검사료			
[진단초음파]			
나-943		심장 가. 경흉부 심초음파 Transthoracic Echocardiography 주: 선천성 심질환에 검사를 실시한 경우 887.55점을 별도 산정한다.	
	EB430		
	EB431	(1) 단순 Simple	937.12
	EB432	(2) 일반 General	1,479.23
	EB433	(3) 전문 Advanced	2,156.86
		나. 부하 심초음파 Stress Echocardiography	
	EB434	(1) 약물부하 Pharmacologic Stress	4,362.74
	EB435	(2) 운동부하 Exercise	4,148.12
	EB436	다. 태아정밀 심초음파 Detailed Fetal Echocardiography	3,241.07

표 1.4 건강보험요양급여 고시항목 상세내용

보험분류번호	나-722-4	보험EDI코드	E7227	급여 여부	선별급여 50%
행위명(한글)	동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당]	관련근거	보건복지부 고시 제2019-104호 (2019.6.5.)	적용 일자	2019.7.1.
행위명(영문)	Arterial Pressure Based Continuous Cardiac Function Monitoring				
정의 및 적응증	기존에 거치된 동맥 카테터에 센서와 모니터를 연결하여 최소 침습적인 방법으로 간편, 신속하고 연속적으로 심박출량을 감시하여 환자의 상태를 평가하기 위하여 실시함				
실시방법	※ 동맥압에 근거한 심박출량 측정 ① Vigileo 모니터에 환자 정보 (성별, 연령, 신장, 몸무게)를 입력함 ② FloTrac 센서를 기존에 거치된 동맥 카테터와 Vigileo 모니터에 연결함. ③ FloTrac 센서에서 측정된 동맥압 파형을 Vigileo 모니터에서 분석하여 심박출량을 계산함 ④ 측정 시작하여 40초 이내에 화면에 표시되고 20초 간격으로 갱신됨				

출처: 요양기관업무포털 홈페이지<의료기준관리>행위평가신청<고시항목 조회, 2022.10.24. 검색

표 1.5 경과과정

날짜	내용	관련 고시
2007.4.27.	'동맥압에 기초한 심박출량 연속감시' 심평원에 행위평가신청 *행위설명: 수술환자, 심기능이 저하된 환자에서 삽입된 동맥 카테터에 센서를 삽입하고 모니터를 연결하여 심박출량을 측정(감시)하기 위함	-
2008.8.1.	노-872(EX872), '동맥압에 기초한 심박출량 연속감시법 (Arterial Pressure Based Continuous Cardiac Output Monitoring) 비급여 항목 신설	보건복지부가족부 고시 제2008-81호 (2008.7.28.개정, 2008.8.1.시행)
2008.4.~7.	2008.4.10.~2008.7.25.에 4건 신의료기술평가 접수된 '동맥압에 기초한 심박출량 연속감시'는 기존기술로 평가	-
2019.6.5.	'나-722-4 동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당]' 선별급여 50%로 전환	보건복지부 고시 제2019-104호, (2019.6.5. 개정, 2019.7.1.시행)

-, 내용 없음

1.2.2 국내 이용 현황

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 국내 이용현황을 확인한 결과 2019년부터 2022년까지 환자 수, 총 사용량 및 진료금액이 계속 증가하는 경향이 있었다(표 1.6).

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 병원 기준 단가(E7227 코드기준)는 42,320원이었다(표 1.7).

표 1.6 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 국내 이용현황

구분	2019년	2020년	2021년	2022년
환자수, 명	12,518	28,549	28,842	27,709
총사용량, 회	16,022	39,157	41,683	42,181
진료금액, 천원	820,720	1,975,190	2,077,053	2,169,568

검색코드: E7227

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 검색일: 2023.12.04.

표 1.7 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 단가 정보

코드	분류번호	명칭/산정명칭	급여구분 상대가치점수	단가(병원)
E7227	나722-4	동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당]	급여 539.83	42,320
E7227700	나722-4	동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당]/응급	급여 809.75	63,480
E7227900	나722-4	동맥압에 기초한 심기능 측정 [1일당]/권역외상센터	급여 1079.66	84,650

출처: 요양기관업무포털, 심사기준 종합서비스, 행위, 수가정보, 검색일: 2022.10.25.

1.2.3 국외 보험 등재 현황

본 기술과 관련된 미국 행위분류 코드(current procedural terminology, 이하 ‘CPT’)로 93561에 열회석 법(thermodilution)을 포함한 심박출량 측정이 확인되었으며, 일본 검사 관련 진료보수 산정 방법에는 D207에 심박출량 측정항목이 확인되었다(표 1.8).

표 1.8 국외 보험 및 행위 등재 현황

국가	분류	내용
미국	CPT*	93561 Indicator dilution studies such as dye or thermodilution, including arterial and/or venous catheterization; with cardiac output measurement(separate procedure) 93562 subsequent measurement of cardiac output
일본†	진료보수 점수표	D207 Measurement of body fluid volume, etc. Various tests by cardiac catheterization(a series of tests) 1. Body fluid volume measurement, extracellular fluid volume measurement 2. Blood flow measurement, skin perfusion pressure measurement, flap blood flow test, circulating blood flow measurement(by dye delution method), skin surface temperature measurement using electronic transfer type decolorization indicator 100 point 3. Cardiac output measurement , circulation time measurement, circulating blood volume measurement(other than dye dilution method), cerebral circulation measurement(dye dilution method) 150 points

CPT, current procedural terminology

*출처: American medical association 2021; †출처: 일본 후생성 홈페이지, 검색일: 2022.10.25.

1.3 질병 특성 및 현존하는 의료기술

혈역학적 감시(hemodynamic monitoring)란 혈역학적 불안정성을 보이는 중증 환자에서 진단과 치료를 목적으로 혈역학 지표들을 지속적으로 확인하는 것을 말한다(Park, 2011). 혈역학적 감시에 사용되는 지표로 혈압, 맥박수, 중심정맥압, 말초산소포화도 등 기본지표부터 일회박출량 변동, 맥박압 변동 등을 사용한다(권혜연 등, 2017). 과거에는 폐동맥 카테터(pulmonary artery catheter, 이하

‘PAC’)와 같은 침습적 방법으로 심박출량 및 호흡 기능을 평가하였으나, 현재는 비침습적 방법들을 선호한다(권혜연 등, 2017).

심박출량의 동맥파형분석(pulse contour analysis)은 1회 심박출량을 동맥혈관(arterial line)에서 얻은 동맥압파형(arterial pressure waveform)을 분석함으로써 연속적으로 측정할 수 있다는 원리를 기반으로 한다(Porhomayon et al., 2012).

동맥파형분석 방법을 이용하여 심박출량을 측정할 수 있는 장비는 다양하다. 가장 많이 사용되는 장비는 외부보정을 이용한 PiCCO monitor system (PULSION Medical Systems, Munich, Germany), LiDCO 모니터링 시스템(LiDCO Ltd., London, UK)이 있으며, 외부 보정을 이용하지 않은 장비로 LiDCOplus, LiDCOrapid 및 FloTrac/Vigileo 장치(Edwards Life Sciences, Irvine, CA)가 있다(Porhomayon et al., 2012).

혈역학적 감시 검사의 국내 이용현황을 확인한 결과 2018년부터 2022년까지 스완-간즈 카테터법에 의한 검사-심박출량 측정과 중심정맥압 측정은 환자수, 총사용량 및 진료금액이 계속 감소하는 경향이었고, 침습적 동맥압 혈압측정은 꾸준히 증가하는 경향이였다(표 1.9, 표 1.10, 표 1.11). 비침습적 검사방법 중 심초음파의 경우 2018년부터 2022년까지 환자수, 총 사용량 및 진료금액은 꾸준히 증가하는 경향을 보였다(표 1.12). 그 외 바이오리액턴스와 바이오임피던스는 2019년 이후 꾸준히 감소하는 경향을 보였고 불륨 클램프 방식 및 생리적 보정법은 2000년 이후 증가하는 경향을 보였다(표 1.13). 이산화탄소 부분 재호흡법과 맥파전송시간 이용법은 사용 환자 건수가 확인되지 않았다. 혈역학적 감시 검사의 병원 기준으로 단가는 <표 1.14>에 제시하였다.

표 1.9 스완-간즈 카테터법에 의한 검사-심박출량 측정[1일당] 이용현황

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
환자 수, 명	4,941	4,631	3,968	3,870	3,747
총사용량, 회	8,139	7,608	7,276	7,258	7,247
진료금액, 천원	155,340	152,369	152,862	157,277	170,051

E7222로 검색

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 심사년도 기준, 검색일: 2023.12.05.

표 1.10 중심정맥압 측정 이용현황

검사코드	구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
E7200	환자수, 명	98,540	87,974	78,940	74,578	69,726
	총사용량, 회	469,103	415,094	375,236	361,978	333,691
	진료금액, 천원	5,462,922	5,564,179	5,738,199	5,701,196	5,334,489
L1320	환자수, 명	70,488	63,993	61,584	61,523	55,910
	총사용량, 회	75,832	68,655	65,993	65,800	59,616
	진료금액, 천원	5,251,105	5,137,727	5,193,019	5,288,906	4,888,742

E7200, 중심정맥압측정[1일당], L1320, 마취중 중심정맥압감시[카테터삽입료 포함]

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 심사년도 기준, 검색일: 2023.12.05.

표 1.11 침습적 동맥압 혈압측정 이용현황

검사코드	구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
EX874	환자수, 명	143,799	151,553	153,886	165,521	165,521
	총사용량, 회	736,483	767,302	818,836	923,108	923,108
	진료금액, 천원	34,292,720	35,882,742	37,847,324	43,184,964	43,184,964
L1330	환자수, 명	211,005	211,340	209,928	217,318	206,102
	총사용량, 회	232,975	232,575	230,979	239,561	225,330
	진료금액, 천원	11,460,493	12,366,027	12,943,751	13,694,214	13,109,031

EX874, 침습적 동맥압 혈압측정[1일당], L1320, 마취중 침습적 동맥압 감시 [카테터삽입료 포함]
출처: 보건 의료빅데이터 개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 심사년도 기준, 2023.12.05.

표 1.12 심초음파 이용현황(입원 기준)

검사코드	구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022
경기도 심초음파	환자 수, 명	8,996	9,781	9,301	10,131	12,124
	총사용량, 회	9,631	10,729	10,277	11,214	13,392
	진료 금액, 천원	2,225,416	2,434,100	2,342,059	2,969,705	5,365,385
심장 내 초음파	환자 수, 명	1,467	2,973	4,389	6,113	6,732
	총사용량, 회	1,494	3,018	4,480	6,233	6,831
	진료 금액, 천원	400,160	781,941	1,170,159	1,847,762	3,101,458
경흥부 심초음파_단순	환자 수, 명	17,550	18,921	21,655	24,548	28,156
	총사용량, 회	20,744	22,801	25,940	29,862	34,530
	진료 금액, 천원	1,893,088	2,029,486	2,221,540	2,641,772	3,293,922
경흥부 심초음파_일반	환자 수, 명	142,019	167,476	174,730	197,586	219,141
	총사용량, 회	170,789	209,271	222,497	248,451	258,412
	진료 금액, 천원	24,679,390	29,280,791	31,213,604	35,143,147	38,590,080
경흥부 심초음파_전문	환자 수, 명	137,872	150,290	158,320	205,270	315,822
	총사용량, 회	163,687	182,991	195,496	254,874	391,848
	진료 금액, 천원	33,762,841	36,594,337	38,473,611	50,441,782	79,352,842

경기도 심초음파 EB611로 검색, 심장 내 초음파 EB612로 검색, 경흥부 심초음파 단순 EB431로 검색, 일반 EB432로 검색, 전문 EB433으로 검색
출처: 보건 의료빅데이터 개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 심사년도 기준, 검색일: 2023.6.11.

표 1.13 비침습적 심기능 측정 이용현황(입원 기준)

검사코드	구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022
바이오리엑턴스	환자 수, 명	30,870	38,521	37,873	16,607	6,702
	총사용량, 회	33,675	43,292	42,305	18,480	7,459
	진료 금액, 천원	742,574	977,612	989,765	442,227	186,923
바이오임피던스	환자 수, 명	23,546	51,669	51,726	26,201	11,161
	총사용량, 회	26,432	58,313	64,461	32,214	14,960
	진료 금액, 천원	559,314	1,252,870	1,294,122	690,542	318,208
볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법	환자 수, 명			3	144	225
	총사용량, 회			3	157	247
	진료 금액, 천원			76	3,852	6,041

바이오리엑턴스 E2873으로 검색, 바이오임피던스 E7226으로 검색, 볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법 E7224로 검색
이산화탄소 부분 재호흡법, 맥파전송시간 이용법은 검색결과 환자 수 없음
출처: 보건 의료빅데이터 개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 심사년도 기준, 검색일: 2023.6.11.

표 1.14 심박출량 측정 검사의 병원 단가

종류	상대가치점수	단가(병원), 원
심장-경식도 심초음파	4127.45	328,960
심장-심장 내 초음파	4540.21	361,850
심장-경흉부 심초음파-단순	937.12	74,690
심장-경흉부 심초음파-일반	1479.23	117,890
심장-경흉부 심초음파-전문	2156.86	171,900
열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정(당일기준, 카테터 삽입료 포함)	1228.9	96,350
이산화탄소 부분 재호흡법	567.01	45,190
동맥압에 기초한 심기능 측정[1일당]	539.83	42,320
침습적 동맥압 혈압측정 [1일당]	463.69	36,960
바이오리액턴스법	254.69	20,300
볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법	254.69	20,300
맥파전송시간 이용법	254.69	20,300
바이오임피던스법	237.14	18,900
스완-간주 카테터법에 의한 검사-심박출량 측정 [1일당]	235.69	18,780
중심정맥압 측정[1일당]	156.77	12,490

출처: 영양기관업무포털, 심사기준 종합서비스, 행위, 수가정보, 검색일: 2023.6.11.

1.4 선행 연구

동맥압에 기초한 심기능 측정과 관련된 체계적 문헌고찰 2편은 다음과 같다.

Slagt 등(2014)은 FloTrac/Vigileo™ 성능에 대해, 총 65편으로 환자유형별(중증 환자 및 수술 후 환자, 심장 수술 및 심장 수술 후 환자, 간질환/수술 또는 패혈증 환자), 소프트웨어별(first generation software, second generation software, third generation software)로 구분하여 평가하였다. 평가결과 중증 환자 및 수술 후 환자, 심장수술 및 심장수술 후 환자에서, 최신의 소프트웨어를 사용한 경우 더 임상에서 정확하게 사용할 수 있을 것으로 보고하였다.

Schloglhofer 등(2014)은 동맥 파형 분석 방법을 이용한 5개 시스템을 폐동맥 열희석법(pulmonary artery thermodilution)과 비교하였다. 5개의 시스템 중에 FloTrac/Vigileo(18편)이 포함되었고, FloTrac/Vigileo와 폐동맥 열희석법의 차이에 대한 메타분석 결과 Bias -0.62(표준편차 1.56) L/min, 백분율 오차(percent error, 이하 'PE') 52 %이었다.

1.5 가이드라인 검토

동맥압에 기초한 심기능 측정과 관련하여 가이드라인을 검토한 결과는 다음과 같다.

유럽 중환자 의학회(The European Society of Intensive Care Medicine, 2014)에서는 쇼크 유형을 결정하기 위해 폐동맥 카테터 또는 경심폐 열희석법 (transpulmonary thermodilution)을 추가적으로 사용하는 것을 제안하였다(Cecconi et al., 2014).

독일 흉부 및 심장 혈관외과학회(The German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery) 및 독일 마취과 및 중환자 의학회(The German Society for Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, 2010)에서는 동맥파형분석이 폐동맥 카테터를 이용한 심박출량 검사(열희석법 이

용)(pulmonary arterial thermodilution)와 유의한 상관관계를 보여 심장수술 후 환자에게 혈액학적 감시방법으로 사용될 수 있다고 제안하였다(Carl et al., 2010).

스페인 심장 집중치료 및 심폐소생술 워킹 그룹(Cardiological Intensive Care and CPR Working Group of the Spanish Society of Intensive Care and Coronary Units, 2014)은 중증 환자의 혈액학적 감시 관련 권고안에서 혈액학적 관리 및 급성 폐손상 또는 급성 호흡부전증후군 환자로 기계환기를 적용할 때 경심폐 희석법(transpulmonary dilution)을 선택적으로 사용할 수 있다고 제안하였다(Ochagavia et al., 2014).

유럽 소아 및 신생아중환자의학회(European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care, ESPNIC, 2020)은 중증 아동을 대상으로 혈액학적 감시 관련 권고안에서 불응성 쇼크 환자로 정확한 심박출량 측정이 필요할 때 경심폐 열희석법의 이용을 약하게 권고하고 있다(Singh et al., 2020).

2. 평가목적

본 평가는 동맥압에 기초한 심기능 측정의 임상적 안전성 및 효과성에 대한 의과학적 근거 평가를 통해 보건의료자원의 효율적 사용을 위한 정책적 의사결정을 지원하고자 하였다.

1. 체계적 문헌고찰

1.1 개요

본 평가에서는 체계적 문헌고찰 수행을 통해 동맥압에 기초한 심기능 측정의 임상적 안전성 및 효과성에 대한 의과학적 근거를 평가하였으며, 모든 평가방법은 소위원회의 논의를 거쳐 확정하였다.

1.2 PICROST-SD

핵심질문은 다음과 같다.

- 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 임상적으로 안전하고 효과적인가?

핵심질문의 각 구성요소를 정하는데 있어 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 대상 환자는 건강보험요양급여 고시 상세항목의 정의 및 적응증에서 질환명 또는 건강상태를 구체적으로 명시하지 않아 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정의 대상자와 동일하게 ‘혈액학적 모니터가 필요한 환자’로 정하였다.

둘째, 안전성은 동맥압에 기초한 심기능 측정검사 수행에 따른 안전성 결과로, 카테터 삽입에 따른 이상반응 및 부작용으로 정하였다.

셋째, 효과성 결과변수에서 일치지표는 의료결과의 영향을 보았고, 중재검사를 수행한 그룹(이하 ‘중재군’)과 비교검사를 수행한 그룹(이하 ‘비교군’) 간의 사망률과 임상사건 발생(clinical outcome) 차이 그리고 입원기간(병원, 중환자실) 및 인공호흡기 유지기간 차이를 확인하였다. 이 때 비교검사로서는 주로 임상에서 수행되는 기존의 모든 검사방법(중심정맥압, 소변배출량, 초음파 검사 등)을 포함하였다. 임상사건은 전체 임상사건 발생 및 혈액학적 관리에 따라 영향을 직접적으로 받을 수 있는 상처치유, 신장 및 간과 관련된 임상사건 발생을 주요 지표에 포함시켜 본문에 제시하고 나머지 세부 장기별, 주요 사건별 임상사건 발생은 [부록 5]에 제시하였다. 일치지표로는 검사정확성을 확인하기 위해 참고표준검사와의 차이를 포함하였고, 세부지표로는 bias, 일치한계(limit of agreement, 이하 ‘LOA’) 및 PE를 확인하였다. 이 때 참고표준검사는 폐동맥 카테터를 이용한 심기능 측정(열회석법 이용)으로 간헐적 방법(intermittent cardiac output, 이하 ‘ICO’) 및 지속적 방법(continuous cardiac output, 이하 ‘CCO’) 모두를 포함하였다.

넷째, 경제성은 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사로 인한 비용 절감 및 비용-효과성을 주요 지표로 보았다. 다섯째, 연구환경 및 추적기간은 제한을 두지 않았으며, 연구 유형은 의료결과의 영향에 있어서는 비교 연구로, 참고표준검사와의 차이는 진단법 평가연구로 제한하여 확인하였다. 상기 핵심질문의 각 구성요소에 대한 PICROST-SD의 세부사항은 <표 2.1>과 같다.

표 2.1 PICROST-SD 세부내용

구분	내용		
	의료결과의 영향	참고표준검사와의 차이	
Patients (대상 환자)	혈역학적 모니터가 필요한 환자		
Index test (중재검사)	동맥압에 기초한 심기능 측정		
Comparator (비교검사)	동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행하지 않은 그룹(중심정맥압 측정 등)	-	
Reference standard (참고표준검사)	-	폐동맥 카테터를 이용한 심기능 측정(열희석법 이용)	
Outcomes (결과변수)	안전성	검사 관련 이상반응 및 부작용	
	효과성	- 의료결과의 영향 · 사망률 · 임상사건 발생(clinical outcome) · 중환자실 입원기간, 인공호흡기 유지기간, 입원기간	- 참고표준검사와의 차이 : bias, LOA, PE
	경제성	비용절감, 비용-효과성 등	
Setting (연구환경)	제한두지 않음		
Time (추적기간)	제한두지 않음		
Study design (연구유형)	비교연구	진단법 평가연구	

LOA, limits of agreement; PE, percentage error; -, 내용 없음

1.3 문헌검색

1.3.1 국외

국외 데이터베이스는 체계적 문헌고찰 시 주요 검색원으로 고려되는 Ovid-MEDLINE, Ovid-EMBASE, Cochrane CENTRAL 데이터베이스를 포함하였다(표 2.2). 검색어는 Ovid- MEDLINE에서 사용된 검색어를 기본으로 각 자료원의 특성에 맞게 수정하였으며 MeSH term, 논리연산자, 절단 검색 등의 검색기능을 적절히 활용하였다. 최종 검색일은 2023년 2월 7일로, 문헌 검색 전략은 [부록 3]에 제시하였다.

표 2.2 국외 전자 데이터베이스

국내 문헌 검색원	URL 주소
Ovid MEDLINE(R) In-Process & Other Non-Indexed Citations and Ovid MEDLINE(R)	http://ovidsp.tx.ovid.com
Ovid EMBASE	http://ovidsp.tx.ovid.com
Cochrane Central Register of Controlled Trials	http://www.thecochranelibrary.com

1.3.2 국내

국내 데이터베이스는 아래의 5개 검색엔진을 이용하였다(표 2.3). 검색전략은 국외 검색 시 사용한 검색 전략을 기본으로 하되 논리연산자나 절단검색 등이 지원되지 않는 데이터베이스의 경우 이를 적절히 수정하고 간소화하여 사용하였다. 각 데이터베이스의 특성에 맞추어 영문 및 국문을 혼용하였다. 최종 검색일은 2023년 2월 7일로, 문헌 검색 전략은 [부록 3]에 제시하였다.

표 2.3 국내 전자 데이터베이스

국내 문헌 검색원	URL 주소
KoreaMed	http://www.koreamed.org/
의학논문데이터베이스검색(KMBASE)	http://kmbase.medic.or.kr/
학술데이터베이스검색(KISS)	http://kiss.kstudy.com/
한국교육학술정보원(RISS)	http://www.riss.kr/
사이언스온(SCIENCE ON)	https://scienceon.kisti.re.kr/

1.3.3 검색기간 및 출판언어

문헌검색은 연도 제한하지 않고 검색을 수행하였으며, 한국어 및 영어로 출판된 문헌으로 제한하여 확인하였다.

1.4 문헌선정

문헌 선택배제는 선택/배제 기준에 따라 진행하였다. 검색된 문헌에 대하여 두 명 이상의 검토자가 독립적으로 수행 후, 의견 합의를 통하여 문헌을 최종 선택하였으며, 이러한 과정에서 평가자 간 의견의 불일치가 있을 경우에는 소위원회 논의를 통해 최종적으로 확정하였다. 문헌선정 과정은 Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA) 흐름도로 제시하였다.

문헌 선정과정에서 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 장기기증자 대상 연구(Bergstrom et al., 2017)는 사전에 정의된 대상자(혈역학적 모니터가 필요한 환자)를 대상으로 수행되지 않은 연구로 배제하였다.

둘째, Tribuddharat 등(2022)은 Tribuddharat 등(2021)과 동일한 연구 그룹으로 Tribuddharat 등(2021) 연구대상자의 일부를 대상으로 수행된 연구로 확인되어 Tribuddharat 등(2021)을 선택문헌에 포함하고 Tribuddharat 등(2022)은 중복출판된 연구로 배제하였다.

셋째, 장비명이 구체적으로 제시되지 않았거나, Flotrac, ProAQT 장비를 사용하지 않은 경우 중재검사를 수행하지 않은 연구로 배제하였다.

넷째, 의료결과의 영향에서 사망률을 비롯하여 수술 후 임상사건이나 입원기간 및 인공호흡기 유지기간을 제외한 다른 지표(혈역학적 지표변화, 수액조절변화, 약물 사용량 변화, 혈액학적 지표 등)만 보고한 경우 적절하지 않은 의료결과로 배제하였다.

다섯째, 참고표준검사와의 차이는 심박출량(cardiac output, 이하 'CO') 또는 심장박출지수(cardiac index, 이하 'CI')에 대해 bias, LOA, PE를 보고한 문헌을 선택하였으며, 그 외 지표를 사용하거나 다른 결과지표를 사용한 경우는 사전에 정의된 중재검사를 수행하지 않은 연구로 배제하였다. 자세한 문헌 선택/배제 기준은 <표 2.4>와 같다.

표 2.4 선택/배제기준

선택기준(Inclusion criteria)	배제기준(Exclusion criteria)
<ul style="list-style-type: none"> • 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 수행한 연구 • 동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행한 연구 • 적절한 의료결과가 하나 이상 보고된 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 동물연구 또는 전임상연구 • 원저가 아닌 연구(중설, letter, comment 등) • 한국어 또는 영어로 출판되지 않은 문헌 • 회색문헌(초록만 발표된 연구, 학위논문, 기관보고서 등 peer-review를 거치지 않은 경우) • 원문 확보 불가 • 중복출판된 연구

1.5 비뚤림위험 평가

비뚤림위험 평가는 두 명의 검토자가 독립적으로 시행하고, 의견 불일치 시 논의를 통해 조정하였다. 비뚤림 위험 평가도구는 연구유형에 따라 무작위배정 비교임상시험(randomized controlled trial, 이하 'RCT')는 Cochrane의 Risk of Bias (RoB), 그 외에 비무작위 연구(non randomized study, 이하 'NRS')는 Risk of bias Assessment Tool for Nonrandomized studies (RoBANS) 2.0 국문판, 진단법평가 문헌의 비뚤림위험 평가는 Quality assessment of diagnostic accuracy studies-2 (QUADAS-2)를 사용하였다. 경제성 평가 문헌은 비뚤림위험을 평가하지 않았다.

비뚤림위험 평가 시 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 의료결과의 영향은 객관적 지표(임상사건 발생)로서 연구수행 과정에서 눈가림 여부가 결과에 영향을 주지 않을 것으로 판단하여 연구참여자, 연구자 및 결과 평가에 대한 비뚤림 위험을 높게 평가하지 않았다.

둘째, 진단적 코호트 연구에 대해 QUADAS-2로 평가시 진단정확도(민감도, 특이도 등)가 아닌 참고표준검사와의 차이로 진단정확성을 평가하였기 때문에 대상자의 표본 특성이 비뿔림에 영향을 주지 않을 것으로 판단하여 연속적 표본, 무작위 표본이 아니더라도 비뿔림위험을 높게 평가하지 않았다. 또한 중재검사 영역내에 임계치와 관련된 항목은 해당사항이 없어 평가하지 않았고, 참고표준검사와 중재검사가 동시에 이루어지기 때문에 시간간격에 대한 언급이 없어도 적절한 시간간격이 있는 것으로 평가하였다.

셋째, 비뿔림위험 그래프 및 평가결과 요약표는 엑셀 2016을 이용하여 제시하였다.

1.6 자료추출

자료추출은 의료결과의 영향, 참고표준검사와의 차이 및 경제성으로 구분한 추출 서식을 활용하여 한 명의 검토자가 우선적으로 문헌을 정리한 후 다른 한 명의 검토자가 추출된 결과를 독립적으로 검토하고, 오류가 있는지 확인하는 방식으로 진행하였다.

주요 추출 내용으로 의료결과의 영향은 연구설계, 연구대상, 중재군과 비교군의 사용지표, 효과성 결과 등을 포함하였으며, 참고표준검사와의 차이는 연구설계, 연구대상, 참고표준검사, 중재검사(장비명, 사용지표 포함), 안전성 및 효과성 결과 등을 포함하였다. 경제성 문헌은 연구방법(연구별로 연구대상 특징 또는 분석모델, 비용 항목 등을 포함), 연구결과 및 결론을 포함하였다.

자료 추출시 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 의료결과의 영향 중 임상사건 발생은 문헌에서 주로 수술 후 합병증(complication)으로 표현하고 있었으나 합병증이라는 표현이 검사에 대한 합병증과 혼동될 가능성이 있어 자료추출 및 본문에서는 임상사건 발생으로 기술하였다.

둘째, 참고표준검사와의 차이를 보고한 문헌에서 수술과정별 결과는 범위로 제시하였고, 중재방법 중 bolus thermodilution technique은 ICO와 동일한 방법으로 간주하였다.

넷째, 의료결과의 영향과 경제성 결과를 모두 보고한 문헌은 지표별 추출서식을 구분하여 연구결과를 각각 추출하였다.

자료추출 양식은 [부록4]에 제시하였다.

1.7 자료합성

자료합성은 양적 분석(quantitative analysis)이 가능할 경우 메타분석을 수행하였으며, 불가능할 경우 질적 검토(qualitative review)하였다.

의료결과의 영향에 대한 자료합성 시 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 연구유형을 구분하여 메타분석을 수행하였다.

둘째, 군간 효과 차이의 통계적 유의성은 유의수준 5%에서 판단하였다.

셋째, 메타분석은 이분형 변수에 대해 RCT의 경우 통합 위험비(risk ratio, 이하 'RR')와 95% 신뢰구간

(confidence interval, 이하 'CI'), NRS의 경우 통합 오즈비(odds ratio, 이하 'OR')와 95% CI, 연속형 변수는 통합 평균 차이(mean difference, 이하 'MD')와 95% CI를 제시하였다. 분석방법은 멘텔-헨젤 방법(Mantel-Haenszel method)을 사용한 변량효과모형(random effect model)으로 분석하였다. 메타분석 시, 이질성(heterogeneity)에 대한 판단은 우선 시각적으로 숲그림(forest plot)을 확인하고 Cochran Q statistic($p < 0.10$ 일 경우를 통계적 유의성 판단기준으로 간주)과 I^2 statistic을 사용하여 문헌간 통계적 이질성을 판단하였다. I^2 통계량 50% 이상일 경우를 실제로 이질성이 있다고 간주할 수 있어 이를 기준으로 문헌 간 통계적 이질성을 판단하였다(김수영 등, 2022). 통계적 분석은 RevMan 5.3 및 R 4.2.1을 이용하였다.

셋째, 하위군 분석으로 가장 많이 보고한 사망률에 대해 사용장비별, 연구대상자 특징별로 차이가 있는지 확인하였다.

넷째, 메타분석시, 한 개의 연구에서 추적시점별로 의료결과를 여러 개 제시한 경우 수술일과 가장 가까운 추적시점의 결과를 포함하였다.

다섯째, 메타분석시 한 개의 연구에서 한 개의 연구결과만 포함해서 분석하였다. 연구 결과 중 눈가림 결과와 눈가림이 되어있지 않은 결과 모두 제시하고 있다면 눈가림 결과를, 성향점수 매칭 결과와 매칭하지 않은 결과를 모두 제시하고 있다면 매칭결과를 선택하여 분석하였다. 여러 종류의 임상사건이 한 개 카테고리내에 포함되어 대표로 하나의 임상사건을 추출하기 어려운 경우 메타분석을 수행하지 않았다.

여섯째, 전체 임상사건 결과는 대상자 수 대비 임상사건 발생 총 건에 대해 제시한 내용으로 1인당 임상사건 발생 건수를 별도로 확인하고 메타분석을 수행하지 않았다. 다만, 별도의 통계량(OR)을 제시하고 있는 문헌에 대해서는 메타분석을 통해 통합 OR 값을 확인하였다.

일곱째, 주요 지표에 해당하지 않은 각 세부 임상사건 발생 결과는 질적으로 분석하여 [부록 5]에 제시하였다. 참고표준검사와의 차이에 대한 자료합성시 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, bias, LOA, PE 세부지표는 선택문헌 대부분에서 제시한 조작적 정의에 따라 본 평가에서 <표 2.5>와 같이 정의하였다.

표 2.5 참고표준검사와의 차이에서 제시되고 있는 지표 정의

지표	정의
bias	두개의 검사법에서 얻은 측정값의 차이
precision	bias의 1SD
LOA	bias \pm 2 SD
PE	$(2 \times \text{SD of bias}) \div \text{mean cardiac output}$ 일치도에 있어서 30% 미만일 경우 유의한 결과값으로 간주함

LOA, limits of agreement; PE, percentage error; SD, standard deviation
출처: Biais et al., 2008

둘째, 연속형 변수의 형태로 평균, 표준편차의 형태로 자료추출이 가능한 bias에 CO와 CI로 구분하여 통합 MD로 메타분석하였다. 통계적 분석은 RevMan 5.3 및 R 4.2.1을 이용하였다.

셋째, LOA 및 PE는 평균 및 표준편차의 형태로 자료추출이 불가능하여 질적 분석을 수행하였다. 다만 PE의 경우 평균값을 제시한 연구들에 대해 전체 평균값, 표준편차 등의 기술통계량을 분석하여 전체적인 경향성을 확인하였다.

넷째, 하위군 분석은 참고표준검사 특징별(ICO, CCO), 장비별, 연구대상자별, 측정시점별로 CO에 대한 bias에 대해 분석하였다. CI를 보고한 문헌은 총 6편으로 하위군 분석을 수행하지 않았다.

다섯째, 결과값이 중앙값(범위) 또는 중앙값(interquartile range, 이하 'IQR') 단위로 제시한 경우 Hozo 등(2005)에서 제시한 수식을 이용하여 평균 및 표준편차로 변환해서 분석에 포함하였다.

여섯째, 메타분석 수행시 한 개의 연구에서 여러 개의 연구결과가 있을 경우 <표 2.6>의 기준으로 한 개의 결과를 분석에 포함하였다.

표 2.6 참고표준검사와의 차이에 대한 메타분석시 연구결과 선택 기준

구분	선택기준
참고표준검사 특징별(ICO, CCO) 결과가 있을 경우	ICO 포함
수술 전과 수술 후 결과가 있을 경우	수술 후 결과 포함
장비 버전별로 있을 경우	최신 장비 결과를 포함
요골동맥카테터, 대퇴동맥카테터 각각 결과가 있을 경우	대퇴동맥 카테터 결과를 포함
저체온, 정상체온 각각 결과가 있을 경우	저체온 결과 포함

ICO, intermittent cardiac output; CCO, continuous cardiac output

2. 권고등급 결정

의료기술재평가위원회는 소위원회의 검토 의견을 고려하여 최종 심의를 진행한 후 <표 2.7>과 같이 최종 권고등급을 결정하였다.

표 2.7 권고등급 체계

권고등급	설명
권고함 (recommended)	평가대상의 임상적 안전성과 효과성의 근거가 충분하고, 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때 국내 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용을 권고함
조건부 권고함 (conditionally recommended)	평가대상의 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때 임상 상황이나 가치에 따라 평가대상의 임상적 유용성이 달라질 수 있어 해당 의료기술의 사용을 조건부 혹은 제한적으로 권고함
권고하지 않음 (not recommended)	평가대상의 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때 국내 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용을 권고하지 않음
불충분 (insufficient)	평가대상의 임상적 안전성과 효과성 등에 대해 판단할 임상연구가 부족하여 국내 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용에 대한 권고등급 결정할 수 없음 ※ 불충분으로 심의결정이 된 의료기술에 대해서는 불충분으로 결정된 사유와 후속조치에 대해서도 심의하여 결정문에 기술할 수 있음

1. 문헌선정 결과

1.1 문헌선정 개요

평가주제와 관련된 문헌을 찾기 위해 국내외 전자데이터베이스를 사용하여 검색된 문헌은 총 10,727편이었으며, 각 데이터베이스에서 중복 검색된 4,152편을 제외한 6,575편이 문헌선택과정에 사용되었다.

중복 제거 후 문헌은 제목 및 초록을 검토하여 평가주제와 연관 있는 309편을 1차적으로 선별하였다. 이에 대해 원문을 검토한 후 문헌선택기준에 따른 선택과정을 거쳐 총 129편을 선택하였으며, 최종 선택문헌 목록은 [부록 6]에 제1저자 알파벳 오름차순으로 제시하였다.

최종 문헌선정흐름도는 배제사유를 포함하여 <그림 3.1>에 제시하였으며, 최종 배제문헌 목록은 [별첨 3]에 제시하였다.

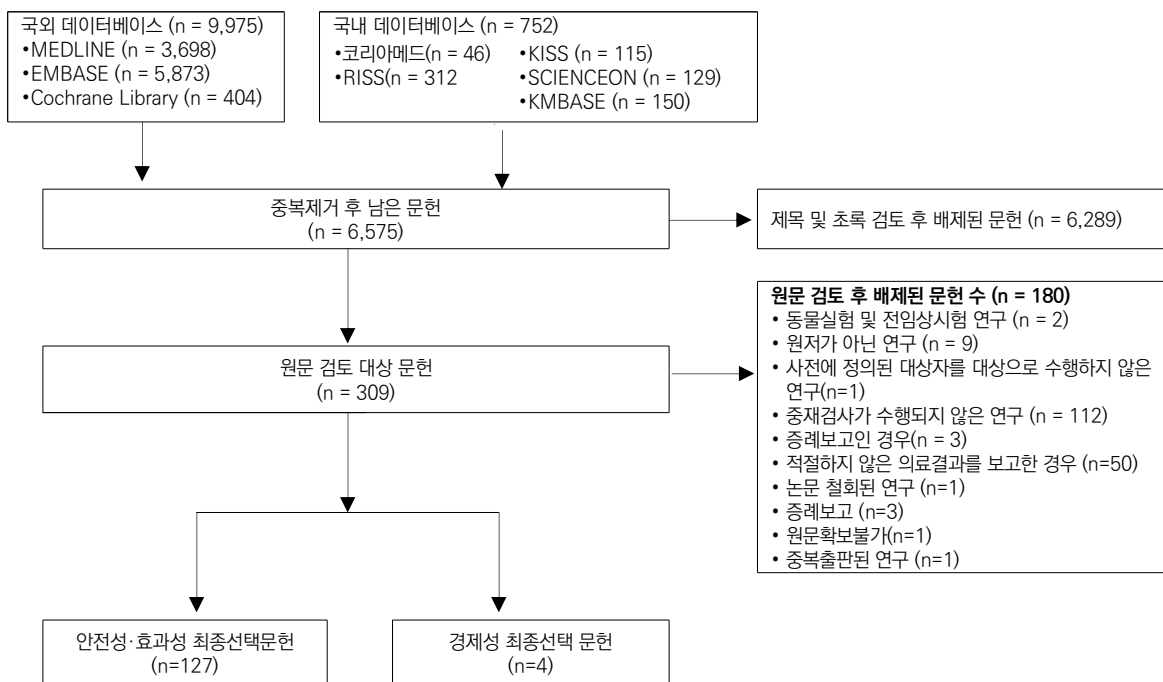


그림 3.1 문헌선정흐름도

1.2 안전성 및 효과성

1.2.1 선택문헌 특성

안전성 및 효과성 평가에 최종 선택된 문헌은 총 127편이었다. 연구유형은 RCT 32편, NRS 20편, 진단적 코호트연구 75편이었으며, 의료결과는 의료결과의 영향 52편, 참고표준검사와의 차이 75편이었다. 의료결과의 영향을 보고한 문헌 중 비교군은 주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절하였다.

연구국가별 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이를 확인한 연구 수는 다음과 같다. 의료결과의 영향은 인도, 중국이 각 7편(13%)으로 가장 많았고, 다음으로 독일 5편(10%), 미국 및 이탈리아 각각 4편(각각 8%), 호주 및 튀르키예 각각 3편(각각 6%), 일본, 한국, 태국, 스웨덴 및 캐나다 각각 2편(각각 4%)이었다. 그 밖에 체코, 네덜란드, 대만, 스페인, 영국, 덴마크, 핀란드, 벨기에 및 이집트는 각각 1편(각각 2%)이었다. 참고표준검사와의 차이는 프랑스가 9편(12%)으로 가장 많았고, 다음으로 일본 8편(11%), 한국 7편(9%), 독일, 미국 및 스위스가 동일하게 6편(각 8%), 네덜란드, 대만 및 인도가 동일하게 각 5편(각 7%), 이탈리아 4편(5%), 태국 3편(4%)이었다. 스페인, 영국 및 호주는 동일하게 각 2편(각 3%)이었으며, 그 외에 그리스, 덴마크, 오스트리아, 중국, 핀란드가 각각 1편(1%)이었다.

연구대상자별 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이를 확인한 연구 수는 다음과 같다. 의료결과의 영향은 52편 중 51편(98%)이 수술 환자를 대상으로 수행되었으며, 이 중 소화기 수술 환자 16편(31%)으로 가장 많았고, 다음으로 심장수술 환자(체외순환 없는 관상동맥우회술, 심장판막 수술 포함) 대상 연구가 7편(13%)이었다. 여러 질환 수술이 혼합된 경우 4편(8%), 간이식, 간절제술 및 두경부 수술 환자는 동일하게 각각 3편(각각 6%)이었다. 비만수술, 식도절제술, 폐엽절제술, 척추수술 및 부인과 수술 환자는 동일하게 각각 2편(각각 4%)이었으며, 그 외에 대동맥류, 지주막하 출혈, 턱수술, 고관절 전치환술, 방광암 수술, 일차성 고혈압과 전립선 비대증이 같이 있는 환자 각각 1편(2%)이었다. 참고표준검사와의 차이는 심장수술 환자가 43편(57%)으로 가장 많았으며, 다음으로 간이식 환자 16편(21%), 패혈증 환자 5편(7%), 중환자실 및 여러 질환 수술이 혼합된 경우 각각 3편(각각 4%)이었다. 그 외에 심정지, 신이식, 비만수술, 대동맥치환술 및 대동맥류 환자가 각각 1편(각각 1%)이었다.

연도별 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이를 확인한 연구 수는 다음과 같다. 의료결과의 영향은 2008년부터 2019년까지 매해 1 ~ 5편씩 연구가 출판되었으며, 2021년에는 11편, 2022년에는 8편으로 2020년 이전보다 더 많은 연구가 출판되었다. 참고표준검사와의 차이는 2006년부터 2023년까지 매해 1 ~ 9편씩 연구가 출판되었으며, 최근 2022년, 2023년에는 각각 4편, 2편이 출판되었다.

검사장비 종류 및 버전별 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이를 확인한 연구 수는 다음과 같다. 의료결과의 영향은 Flotrac V4는 15편, Flotrac V3는 9편, Flotrac V1은 6편, Flotrac 버전 언급없는 경우는 20편이었으며, ProAQT를 사용한 연구는 2편이었다. 참고표준검사와의 차이는 Flotrac V4는 12편, Flotrac V3는 21편, Flotrac V1은 28편, Flotrac 버전 언급없는 경우는 14편, ProAQT를 사용한 연구는 2편이었다.

선택문헌 특성 표는 의료결과의 영향(표 3.1)과 참고표준검사와의 차이(표 3.2)를 구분해서 제시하였다.

표 3.1 선택문헌 특성(의료결과에의 영향)

연번	제1저자(연도)	연구국가	연구대상자	중재군*(장비명)(N)	비교군†(N)
무작위배정 비교임상시험					
1	Chui(2022)	캐나다	지주막하출혈	Flotrac/EV1000(21)	STD(19)
2	Froghi(2022)	영국	간이식	Flotrac/EV1000(30)	STD(30)
3	Fuest(2022)	독일	혼합	Pulsioflex(85)	STD(87)
4	Turkut(2022)	튀르키예	두경부 수술	Flotrac/EV1000(30)	STD(30)
5	Aaen(2021)	덴마크	소화기수술	Flotrac/EV1000(151)	STD(153)
6	de(2021)	네덜란드	소화기수술	Flotrac V3(248)	STD(234)
7	Gupta(2021)	인도	두경부 수술	Flotrac V3(52)	STD(54)
8	Lee(2021)	한국	소화기수술	Flotrac/EV1000(30)	STD(30)
9	Liu(2021)	중국	소화기수술	Flotrac V4(60)	STD(60)
10	Prasad(2021)	인도	척추수술	Flotrac(NR)(15)	STD(15)
11	Saka(2021)	튀르키예	척추수술	Flotrac(NR)(29)	STD(30)
12	Tang(2021)	중국	소화기수술	Flotrac(NR)(37)	STD(37)
13	Tribuddharat(2021)	태국	심장수술	Flotrac/EV1000(44)	STD(42)
14	Bahlmann(2019)	스웨덴	식도절제술	Flotrac V3(30)	STD(29)
15	Sujatha(2019)	인도	소화기수술	Flotrac V3(102)	STD(102)
16	Weinberg(2019)	호주	간절제술	Flotrac/EV1000(24)	STD(24)
17	Elgendy(2017)	이집트	소화기수술	Flotrac V1(43)	STD(43)
18	Kapoor(2017)	인도	심장수술	Flotrac/EV1000(66)	STD(76)
19	Liang(2017)	중국	일차성 고혈압 및 BPH	Flotrac(NR)(30)	STD(30)
20	Kapoor(2016)	인도	심장수술	Flotrac(NR)(60)	STD(60)
21	Kumar(2016)	인도	소화기수술	Flotrac V3(30)	STD(30)
22	Funk(2015)	캐나다	대동맥류수술	Flotrac(NR)(20)	STD(20)
23	Peng(2014)	중국	혼합	Flotrac V3(40)	STD(40)
24	Ramsingh(2013)	미국	소화기수술	Flotrac V3(18)	STD(20)
25	Salzwedel(2013)	독일	소화기수술	ProAQT(79)	STD(81)
26	Scheeren(2013)	독일	혼합	Flotrac(NR)(32)	STD(32)
27	Zhang(2013)	중국	폐엽절제술	Flotrac(NR)(30)	STD(30)
28	Cecconi(2011)	이탈리아	고관절전치환술	Flotrac(NR)(20)	STD(20)
29	Benes(2010)	체코	소화기수술	Flotrac V1(60)	STD(60)
30	Mayer(2010)	독일	소화기수술	Flotrac V1(30)	STD(30)
31	Van(2010)	벨기에	심장수술	Flotrac V1(20)	STD(17)
32	Kapoor(2008)	인도	심장수술	Flotrac(NR)(13)	STD(14)
비무작위 연구					
1	Imai(2022)	일본	간절제술	Flotrac/EV1000(51)	STD(76)
2	Lian(2022)	중국	소화기수술	Flotrac(NR)(110)	STD(142)
3	Theanpramuk(2022)	태국	심장수술	Flotrac(NR)(30)	STD(35)
4	Yu(2022)	중국	부인과중양수술	Flotrac(NR)(120)	STD(129)
5	Ghoreifi(2021)	미국	방광암	Flotrac(NR)(119)	STD(192)
6	Ramsingh(2021)	미국	심장수술	Flotrac/EV1000(375)	STD(175)
7	Kim(2019)	한국	턱 수술	Flotrac/EV1000(31)	STD(30)
8	Weinberg(2019)	호주	간절제술	Flotrac V4(26)	STD(32)
9	Giustiniano(2018)	이탈리아	간이식	Flotrac(NR)(179)	STD(168)
10	Russo(2018)	이탈리아	부인과수술	Flotrac(NR)(22)	STD(22)
11	Sahutoglu(2018)	튀르키예	폐엽절제술	Flotrac(NR)(43)	STD(45)
12	Taniguchi(2018)	일본	식도절제술	Flotrac(NR)(49)	STD(43)
13	Torregiani(2018)	이탈리아	소화기수술	Flotrac V1(71)	STD(76)
14	Lahtinen(2017)	핀란드	두경부 수술	Flotrac(NR)(48)	STD(56)

연번	제1저자(연도)	연구국가	연구대상자	중재군*(장비명)(N)	비교군†(N)
15	Weinberg(2017)	호주	소화기수술	Flotrac V4(47)	STD(98)
16	Kratz(2016)	독일	소화기수술	Flotrac(NR)(45)	STD(31)
17	Munoz(2016)	스페인	비만수술	Flotrac/EV1000(63)	STD(52)
18	Poso(2014)	스웨덴	비만수술	Flotrac V3(30)	STD(20)
19	Ghneim(2013)	미국	혼합	Flotrac V3(35)	STD(35)
20	Wang(2012)	대만	간이식	Flotrac V1(25)	STD(25)

BPH, benign prostatic hypertrophy; N, 전체 대상자 수; NR, not reported; STD, standard care

혼합, 다양한 수술 받은 환자들 포함

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 3.2 선택문헌 특성(참고표준검사와의 차이)

연번	제1저자 (연도)	국가	연구대상자 (N)	중재검사		참고표준검사 특징
				검사장비	지표	
1	Ordonez(2023)	스페인	심장수술(10)	ProAQT	CI	CCO
2	Wu(2023)	대만	심장수술(34)	Flotrac/EV1000	CO	CCO
3	Halemani(2022)	인도	간이식(60)	Flotrac V3	CO	CCO
4	Murata(2022)	일본	간이식(32)	Flotrac V4	CO	CCO
5	Oh(2022)	한국	심장수술(30)	Flotrac V4	CO	CCO
6	Ylikauma(2022)	핀란드	심장수술(20)	Flotrac V4	CI	ICO
7	Milam(2021)	미국	심장수술(44)	Flotrac(NR)	CO	ICO
8	Eisenried(2019)	독일	심장수술(20)	Flotrac/EV1000	CO	CCO
9	Kusaka(2019)	일본	심장수술(30)	Flotrac V4	CO	ICO
10	Maeda(2019)	일본	심장수술(22)	Flotrac V4	CI	ICO
11	Lamia(2018)	미국	심장수술(21)	Flotrac V3	CO	ICO
12	Lin(2018)	대만	심장수술(32)	Flotrac V4	CO	CCO
13	Asamoto(2017)	일본	혼합(21)	Flotrac V3	CO	ICO
14	Biais(2017)	프랑스	간이식(30)	ProAQT	CI	CCO
15	Lee(2017)	호주	간이식(25)	Flotrac EV1000	CI	ICO
16	Cho(2016)	한국	심장수술(20)	Flotrac/EV1000	CO	ICO
17	Eiferman(2016)	미국	혼합(14)	Flotrac(NR)	CO	CCO
18	Ganter(2016)	스위스	패혈증(47)	Flotrac V3	CO	ICO
19	Kim(2016)	한국	심장수술(24)	Flotrac V3	CO	CCO
20	Montenij(2016)	네덜란드	심장수술(22)	Flotrac V3	CO	ICO
21	Shih(2016)	대만	간이식(40)	Flotrac V4	CO	CCO
22	Terada(2016)	일본	신이식(15)	Flotrac V3	CO	ICO
23	Tomasi(2016)	독일	간이식(13)	Flotrac V3	CI	CCO
24	Montenij(2015)	네덜란드	대동맥류(22)	Flotrac V3	CO	CCO
25	Suehiro(2015a)	일본	심장수술(23)	Flotrac V4	CO	ICO
26	Suehiro(2015b)	일본	하행대동맥치환술(16)	Flotrac V3	CO	ICO
27	Tejedor(2015)	스페인	비만수술(8)	Flotrac V3	CO	ICO
28	Wacharasint(2014)	태국	심장수술(50)	Flotrac V3	CO	ICO
29	Desebbe(2013)	프랑스	심장수술(25)	Flotrac V3	CO	NR
30	Marque(2013)	프랑스	패혈증(18)	Flotrac V3	CI	CCO
31	Slagt(2013)	네덜란드	패혈증(19)	Flotrac V3	CO	ICO
32	Lu(2012)	중국	심장수술(50)	Flotrac V1	CO, CI	CCO
33	Su(2012)	대만	간이식(28)	Flotrac V3	CO	CCO
34	Tsai(2012)	대만	간이식(20)	Flotrac V3	CO	ICO
35	Vasdev(2012)	인도	심장수술(40)	Flotrac V3	CO	ICO
36	Akiyoshi(2011)	일본	간이식(20)	Flotrac V1, V3	CO	ICO
37	Biancofiore(2011)	이탈리아	간이식(21)	Flotrac V3	CI	ICO
38	De(2011)	독일	패혈증(58)	Flotrac V1, V3	CO	ICO

연번	제1저자 (연도)	국가	연구대상자 (N)	중재검사		참고표준검사 특징
				검사장비	지표	
39	Haenggi(2011)	스위스	심정지 환자(8)	Flotrac V1	CO	CCO
40	Jo(2011)	한국	심장수술(50)	Flotrac V1	CI	CCO
41	Saraceni(2011)	이탈리아	중환자실(21)	Flotrac V1	CO	ICO
42	Teng(2011)	미국	심장수술(31)	Flotrac(NR)	CO	ICO
43	Vetrugno(2011)	영국	심장수술(20)	Flotrac V1	CO	ICO, CCO
44	Youn(2011)	한국	심장수술(50)	Flotrac V1	CI	
45	Cecconi(2010)	영국	중환자실(29)	Flotrac V1	CO	ICO
46	Hadian(2010)	미국	심장수술(20)	Flotrac V1	CO	ICO
47	Hamm(2010)	프랑스	심장수술(9)	Flotrac V1	CO	ICO, CCO
48	Hofer(2010)	스위스	심장수술(26)	Flotrac V1	CO	ICO
49	Jeong(2010)	한국	심장수술(30)	Flotrac V1	CO	CCO
50	Krejci(2010)	스위스	간이식(20)	Flotrac V1	CI	ICO
51	Schramm(2010)	스위스	심장수술(20)	Flotrac V1	CO	ICO
52	Slagt(2010)	네덜란드	패혈증(9)	Flotrac V1	CO	ICO
53	Biais(2009)	프랑스	간이식(69)	Flotrac V1	CO	CCO
54	Biancofiore(2009)	이탈리아	간이식(31)	Flotrac V1	CI	ICO
55	Chakravarthy(2009)	인도	심장수술(20)	Flotrac(NR)	CI	CCO
56	Eleftheriadis(2009)	그리스	심장수술(16)	Flotrac(NR)	CO	ICO
57	Marque(2009)	프랑스	심장수술(29)	Flotrac V1	CO	CCO
58	Ostergaard(2009)	덴마크	심장수술(27)	Flotrac V1	CO	ICO
59	Senn(2009)	스위스	심장수술(50)	Flotrac V1	CO	ICO
60	Jung(2009)	한국	심장수술(15)	Flotrac (NR)	CI	PAC(NR)
61	Biais(2008a)	프랑스	간이식(40)	Flotrac V1	CO	CCO
62	Biais(2008b)	프랑스	간이식(20)	Flotrac V1	CO	CCO
63	Della(2008)	이탈리아	간이식(18)	Flotrac V1	CO	ICO, CCO
64	Mehta(2008)	인도	심장수술(12)	Flotrac V1	CO	ICO
65	Staier(2008)	독일	심장수술(30)	Flotrac(NR)	CO	PAC(NR)
66	Zimmermann(2008)	호주	심장수술(30)	Flotrac(NR)	CO	PAC(NR)
67	Breukers(2007)	네덜란드	심장수술(20)	Flotrac(NR)	CO, CI	PAC(NR)
68	Cannesson(2007)	프랑스	심장수술(11)	Flotrac(NR)	CO	ICO
69	Chakravarthy(2007)	인도	심장수술(15)	Flotrac (NR)	CO	CCO
70	Lorsomradee(2007a)	태국	심장수술(52)	Flotrac V1	CO	CCO
71	Lorsomradee(2007b)	태국	심장수술(36)	Flotrac V1	CO	CCO
72	McGee(2007)	미국 (다기관)	혼합(84)	Flotrac (NR)	CO	ICO
73	Opdam(2007)	호주	심장수술(6)	Flotrac(NR)	CI	ICO, CCO
74	Prasser(2007)	독일	중환자실(20)	Flotrac V1	CO	ICO
75	Sander(2006)	독일	심장수술(30)	Flotrac V(NR)	CO	ICO

CI, cardiac index; CCO, continuous cardiac output; CO, cardiac output; ICO, intermittent cardiac output; N, 전체 대상자수; NR, not reported; PAC(NR), 폐동맥카테터를 이용한 열희석법, intermittent인지 continuous인지 구체적 방법 제시하지 않음; 혼합, 다양한 수술을 받은 환자들 포함

1.2.2 비뚤림위험 평가

비뚤림위험 평가는 연구유형에 따라 구분하여 수행하였다.

1.2.2.1 무작위배정 비교임상시험

RCT 32편에 대해 RoB를 이용한 비뚤림위험 평가결과는 다음과 같다.

무작위배정순서 생성은 방법에 대해 구체적으로 제시하지 않은 문헌이 포함되어 '불확실'이 41%, 배정순서 은폐는 언급없는 문헌들이 포함되어 '불확실'이 25%이었다. 환자 탈락률이 높은 문헌이 포함되어 불완전한 결과자료 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 6.3%이었으며, 제조사의 지원을 받은 연구들이 포함되어 기타 비뚤림위험 '높음'이 12.5%이었다.

RoB의 비뚤림위험 그래프는 <그림 3.2>, 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표는 <그림 3.3>에 제시하였다.

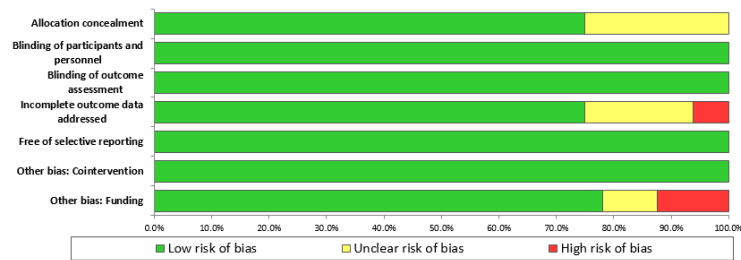


그림 3.2 비뚤림위험 그래프(무작위배정 비교임상시험)

Author (year)	Adequate sequence generation	Allocation concealment	Blinding of participants and personnel	Blinding of outcome assessment	Incomplete outcome data addressed	Free of selective reporting	Other bias: Cointervention	Other bias: Funding
Aaen(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Bahlmann(2019)	●	●	●	●	●	●	●	●
Benes(2010)	●	●	●	●	●	●	●	●
Cecconi(2011)	●	●	●	●	●	●	●	●
Chui(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
de(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Elgendy(2017)	●	●	●	●	●	●	●	●
Froghi(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
Fuest(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
Funk(2015)	●	●	●	●	●	●	●	●
Gupta(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Kapoor(2008)	●	●	●	●	●	●	●	●
Kapoor(2016)	●	●	●	●	●	●	●	●
Kapoor(2017)	●	●	●	●	●	●	●	●
Kumar(2016)	●	●	●	●	●	●	●	●
Lee(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Liang(2017)	●	●	●	●	●	●	●	●
Liu(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Mayer(2010)	●	●	●	●	●	●	●	●
Peng(2014)	●	●	●	●	●	●	●	●
Prasad(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Ramsingh(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●
Saka(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Salzwedel(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●
Scheeren(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●
Sujatha(2019)	●	●	●	●	●	●	●	●
Tang(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Tribudharat(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Turkut(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
Van(2010)	●	●	●	●	●	●	●	●
Weinberg(2019)	●	●	●	●	●	●	●	●
Zhang(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●

그림 3.3 비뚤림위험 평가결과 요약표(무작위배정 비교임상시험)

1.2.2.2 비무작위 연구

NRS 20편에 대해 ROBANS 2.0을 이용한 비뚤림위험 평가결과는 다음과 같다.

비뚤림위험 평가결과는 연구대상 특성에서 그룹 간 유의한 차이가 있는 문헌이 포함되어 대상군 비교가능성 영역에서 비뚤림위험 ‘높음’이 30%이었고, 교란변수에 대해 매칭, 층화 등의 통계적 보정을 수행하지 않거나 별도의 언급이 없는 문헌이 포함되어 비뚤림위험 ‘높음’이 5%, ‘불확실’이 55%이었다. 그 외에 환자 탈락률이 높은 문헌이 포함되어 불완전한 결과자료 영역에서 비뚤림위험 ‘높음’이 10%이었다.

RoBANS 2.0의 비뚤림위험 그래프는 <그림 3.4>, 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표는 <그림 3.5>에 제시하였다.

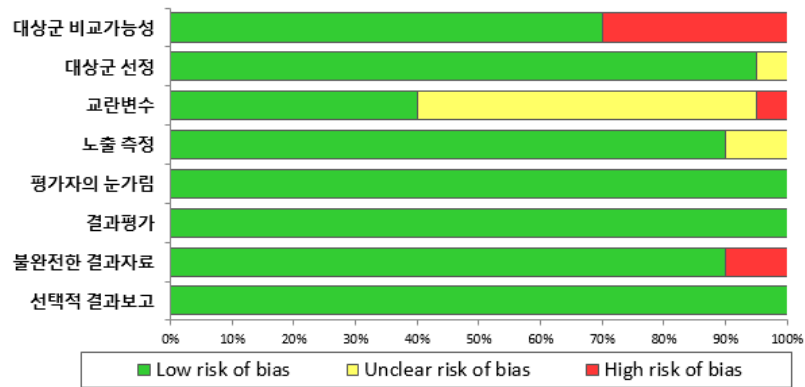


그림 3.4 비뚤림위험 그래프(비무작위 연구)

Author (year)	대상군 비교가능성	대상군 선정	교란변수	노출 측정	평가자의 눈가림	결과평가	불완전한 결과자료	선택적 결과보고
Ghneim(2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ghoreifi(2021)	✗	!	!	✓	✓	✓	✓	✓
Giustiniano(2018)	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Imai(2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kim(2019)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✗	✓
Kratz(2016)	✓	✓	!	!	✓	✓	✓	✓
Lahtinen(2017)	✗	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Lian(2022)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Munoz(2016)	✗	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Poso(2014)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Ramsingh(2021)	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
Russo(2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sahutoglu(2018)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Taniguchi(3018)	✗	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓
Theanpramuk(2022)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Torregiani(2018)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Wang(2012)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Weinberg(2017)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Weinberg(2019)	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓
Yu(2022)	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

✓ 낮음 ! 불확실 ✗ 높음

그림 3.5 비뚤림위험 평가결과 요약표(비무작위 연구)

1.2.2.3 진단적 코호트 연구

진단적 코호트 연구 75편에 대해 QUADAS-2를 이용한 비뚤림위험 평가결과는 다음과 같다.

비뚤림위험 평가결과는 연구대상 선정에 있어 구체적인 선정 배제기준이 제시되어있지 않은 연구들이 포함되어 환자 선정 비뚤림위험 ‘불확실’이 14.7%이었으며 그 외 나머지 항목은 비뚤림위험을 ‘낮음’으로 평가하였다. QUADAS-2의 비뚤림위험 그래프는 <그림 3.6>, 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표는 <그림 3.7>에 제시하였다.

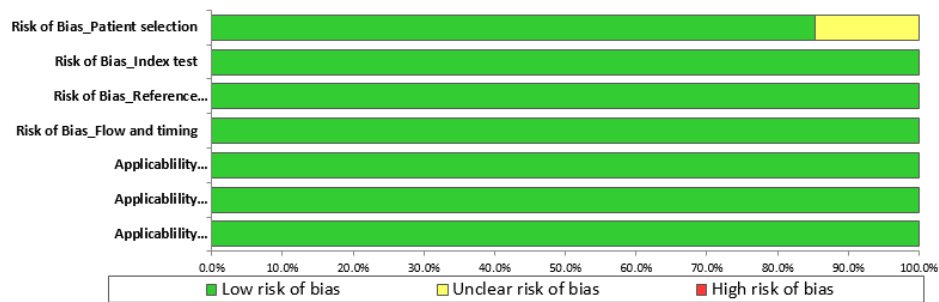


그림 3.6 비뚤림위험 그래프(진단적 코호트 연구)

Author (year)	Risk of Bias				Applicability Concerns		
	Patient selection	Index test	Reference standard	Flow and timing	Patient selection	Index test	Reference standard
Akiyoshi(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Asamoto(2017)	●	●	●	●	●	●	●
Biais(2008a)	●	●	●	●	●	●	●
Biais(2008b)	●	●	●	●	●	●	●
Biais(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Biais(2017)	●	●	●	●	●	●	●
Biancofore(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Biancofore(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Breukers(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Cannesson(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Cecconi(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Chakravarthy(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Chakravarthy(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Cho(2016)	●	●	●	●	●	●	●
De(2011)	●	●	●	●	●	●	●
De(2008)	●	●	●	●	●	●	●
Derebbai(2013)	●	●	●	●	●	●	●
Eferman(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Esenhede(2019)	●	●	●	●	●	●	●
Elzheriadu(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Ganter(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Hadian(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Haenggi(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Halemani(2022)	●	●	●	●	●	●	●
Hammi(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Hofner(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Hofner(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Jeong(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Joi(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Jung(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Kim(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Krajci(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Kuzaki(2019)	●	●	●	●	●	●	●
Lemia(2018)	●	●	●	●	●	●	●
Lee(2017)	●	●	●	●	●	●	●
Lin(2018)	●	●	●	●	●	●	●
Lorsomradee(2007a)	●	●	●	●	●	●	●
Lorsomradee(2007b)	●	●	●	●	●	●	●
Lu(2012)	●	●	●	●	●	●	●

Author (year)	Risk of Bias				Applicability Concerns		
	Patient selection	Index test	Reference standard	Flow and timing	Patient selection	Index test	Reference standard
Maeda(2019)	●	●	●	●	●	●	●
Marque(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Marque(2013)	●	●	●	●	●	●	●
McGe(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Mehta(2008)	●	●	●	●	●	●	●
Milam(2021)	●	●	●	●	●	●	●
Montenji(2015)	●	●	●	●	●	●	●
Montenji(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Murata(2022)	●	●	●	●	●	●	●
Oh(2022)	●	●	●	●	●	●	●
Opdam(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Ordones(2023)	●	●	●	●	●	●	●
Ostergaard(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Prasser(2007)	●	●	●	●	●	●	●
Sander(2006)	●	●	●	●	●	●	●
Saraceni(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Schramm(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Senn(2009)	●	●	●	●	●	●	●
Shih(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Slaght(2010)	●	●	●	●	●	●	●
Slaght(2013)	●	●	●	●	●	●	●
Staler(2008)	●	●	●	●	●	●	●
Sui(2012)	●	●	●	●	●	●	●
Suehiro(2015)	●	●	●	●	●	●	●
Suehiro(2015)	●	●	●	●	●	●	●
Tegedor(2015)	●	●	●	●	●	●	●
Teng(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Terada(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Tomas(2016)	●	●	●	●	●	●	●
Tsai(2012)	●	●	●	●	●	●	●
Vaddev(2012)	●	●	●	●	●	●	●
Vetrugno(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Wacharasint(2014)	●	●	●	●	●	●	●
Wu(2023)	●	●	●	●	●	●	●
Yfikaumi(2022)	●	●	●	●	●	●	●
Youn(2011)	●	●	●	●	●	●	●
Zimmermann(2008)	●	●	●	●	●	●	●

그림 3.7 비뚤림위험 평가결과 요약표

1.2.3 안전성 평가

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대해 안전성을 보고한 문헌은 8편(Wu et al., 2023; Cho et al., 2016; Tsai et al., 2012; Saraceni et al., 2011; Vetrugno et al., 2011; Hamm et al., 2010; Biais et al., 2008b; Della et al., 2008)으로 장비와 관련된 합병증이나 심각한 이상반응은 없다고 보고하였다.

1.2.4 효과성 평가

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 효과성은 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이로 평가하였다.

1.2.4.1 의료결과의 영향

의료결과의 영향은 52편에서 동맥압을 이용한 심기능 측정 검사를 이용하여 수액을 조절한 중재군과 기존 검사를 이용하여 수액을 조절한 비교군 간 사망률, 임상사건 발생, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 비교하였다. 이 중 사망률은 기본 분석 및 하위군 분석으로 장비버전, 연구대상자에 따른 사망률 차이를 확인하였다.

1.2.4.1.1 사망률

1.2.4.1.1.1 기본 분석

사망률은 RCT 19편 중 1편에서 중재군이 유의하게 낮았고, 나머지 연구는 유의한 차이가 없거나(16편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(2편). NRS는 8편에서 군간 유의한 차이가 없거나(7편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편)(표 3.3). 메타분석 결과 RCT (15편, 총 2,096명)는 통합 RR 0.81 (95% CI 0.59, 1.11, $I^2 = 0\%$)로 군간 유의한 차이가 없었으나(그림 3.8) NRS (6편, 총 734명)에서는 통합 OR 0.30 (95% CI 0.09, 0.94, $I^2 = 0\%$)으로 중재군이 유의하게 낮았다(그림 3.9).

표 3.3 사망률

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군 ⁺			비교군 ⁺			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Fuest (2022)	혼합 (85/87)	병원 내 사망률	3	85	4.00	6	87	7.00	0.529
			RD -3.3 (95% CI -10, 3.2)							
			1년 사망률	12	75	16.00	24	71	34.00	0.028
			RD -13.5 (95% CI -25.4, -1.5)							
2	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	3개월 사망률	1	30	3.00	2	30	7.00	NS
			1년 사망률	0	30	0	0	30	0	NS
3	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	90일 전체 사망률	24	151	16	20	153	13	NR
						OR 1.26 (95% CI 0.66, 2.39), P=0.5				
4	de (2021)	소화기수술 (248/234)	사망률	10	250	4.00	10	233	4.30	0.89
5	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	사망률	1	30	3.33	1	30	3.33	>0.999
6	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	수술 후 사망률	0	60	0	2	57	3.50	0.496
7	Saka (2021)	척추수술 (29/30)	수술 후 DNR	4	29	14.00	7	30	23.00	NS
8	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	생존율	NR	30	NR	NR	30	NR	0.18
9	Sujatha (2019)	소화기수술 (102/102)	생존율	92	100	92.00	93	101	92.10	NS
10	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	중환자실 사망률	1	43	2.30	2	43	4.60	0.557
			병동 사망률	2	43	4.65	3	43	6.98	NR
			전체 병원 사망률	3	43	7.00	5	43	11.60	0.479
11	Kapoor (2017)	심장수술 (66/76)	사망률	6	66	9.09	12	76	15.79	0.116
12	Liang (2017)	일차성고혈압 +BPH (30/30)	사망률	0	30	0	0	30	0	1
13	Kapoor (2016)	심장수술 (60/60)	사망률	2	60	3.33	6	60	10.00	NR
14	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	수술 후 사망률	0	30	0	0	30	0	NS
15	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	사망률	0	20	0	2	20	10.00	NR
16	Peng (2014)	혼합 (40/40)	사망률	1	40	2.50	0	40	0	1
17	Scheeren (2013)	혼합 (32/32)	28일 이내 사망률	0	26	0	2	26	7.70	0.49
18	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	사망률	1	60	1.67	2	60	3.33	1
19	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	수술 중 사망률	2	30	6.67	2	30	6.67	NS
			수술 후 사망률	2	30	6.67	2	30	6.67	NS
비무작위 연구										
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	90일 사망률	0	51	0.00	0	76	0.00	NR
2	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	사망률	0	30	0.00	1	35	2.90	0.351
3	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	30일 이내 사망률	0	26	0.00	2	32	6.20	0.49
4	Giustiniano (2018)	간이식 (179/168)	사망률	0	172	0.00	3	168	1.80	0.12
5	Weinberg	소화기수술	30일 이내 사망률	0	47	0.00	1	98	1.00	0.99

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
	(2017)	(47/98)		OR 0.65 (95% CI 0.03, 16.26)						
6	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	사망률	1	45	2.20	3	31	10.00	0.142
7	Poso (2014)	두경부수술 (30/20)	30일 사망률	0	30	0.00	0	20	0.00	NS
8	Wang (2012)	간이식 (25/25)	30일 생존율	24	25	96.00	23	25	92.00	1
			1년 생존율	23	25	92.00	22	25	88.00	1

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio; STD, standard care; 혼합, 다양한 수술을 받은 환자 포함; RD, risk difference

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기준 검사를 통해 수액을 조절

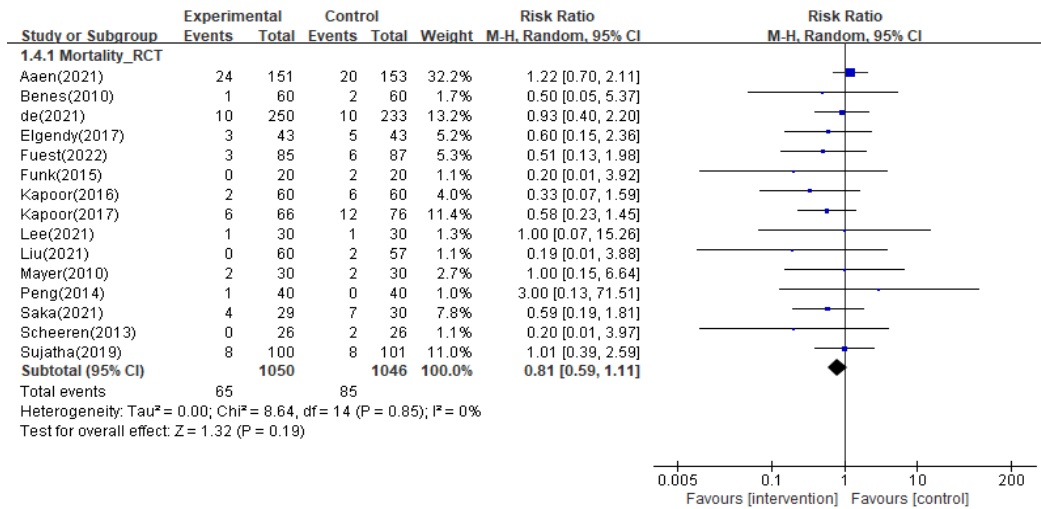


그림 3.8 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

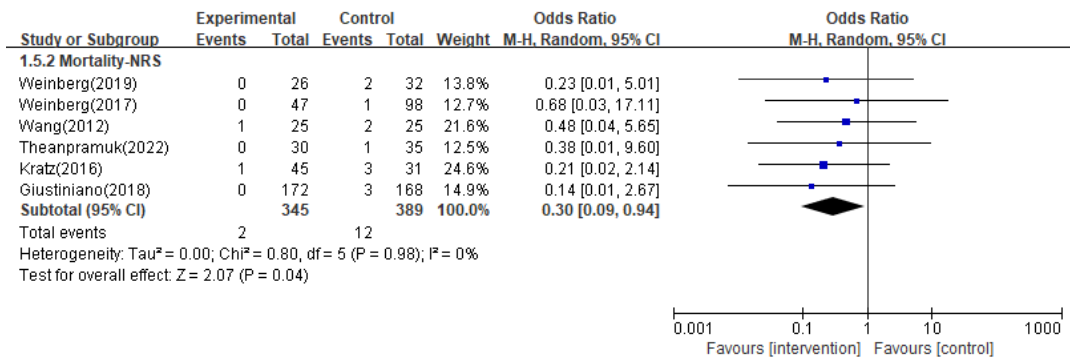


그림 3.9 사망률 메타분석(비무작위 연구)

1.2.4.1.1.2 하위군 분석

하위군 분석으로 장비버전, 연구대상자에 따른 사망률을 확인한 결과 유의한 차이는 없었다.

장비버전에 따른 사망률은 RCT에서 Flotrac V4(3편)는 통합 RR 0.87 (95% CI 0.46, 1.66, $I^2 = 0\%$)로 군간 유의한 차이는 없었다. 그 밖에 Flotrac V3(4편)은 통합 RR 2.42 (0.40, 14.54, $I^2 = 50\%$), Flotrac V1(3편)은 통합 RR 0.67 (95% CI 0.25, 1.83, $I^2 = 0\%$)로 중재군, 비교군간 유의한 차이를 보이지 않았으며, Flotrac NR(4편)은 통합 RR 0.28 (0.08, 0.97, $I^2 = 0\%$)로 중재군에서 유의하게 낮았다. 장비버전에 따른 사망률에는 유의한 차이는 없었다($p=0.34$)(그림 3.10). NRS에서 Flotrac V4(2편)는 통합 OR 0.39 (95% CI 0.04, 3.59, $I^2 = 0\%$), Flotrac V1(1편)는 OR 0.48 (95% CI 0.04, 5.65), Flotrac NR(3편)은 통합 OR 0.22 (95% CI 0.04, 1.05, $I^2 = 0\%$)로 각각 중재군, 비교군간 유의한 차이는 없었으며, 장비버전에 따른 사망률에도 유의한 차이는 없었다($p=0.84$)(그림 3.11).

연구대상자에 따른 사망률은 RCT에서 소화기 수술 환자(9편)의 통합 RR 1.06 (95% CI 0.70, 1.59, $I^2=0\%$), 심장 수술 환자(2편)의 통합 RR 0.50 (95% CI 0.23, 1.11, $I^2 = 0\%$), 대동맥류 환자(1편)의 RR 0.20 (95% CI 0.57, 1.19)로 중재군, 비교군간 유의한 차이는 없었고 대상자에 따른 사망률에도 유의한 차이는 없었다($p=0.24$)(그림 3.12). NRS에서 소화기 수술 환자(2편)의 통합 OR 0.32 (95% CI 0.05, 2.07, $I^2 = 0\%$), 간이식 환자(2편)의 통합 OR 0.29(95% CI 0.04, 1.92, $I^2 = 0\%$), 간절제술 환자(1편)의 OR 0.23 (95% CI 0.01, 5.01), 심장수술 환자(1편)의 OR 0.38(95% CI 0.01, 9.6)로 모두 중재군, 비교군간 유의한 차이는 없었으며, 대상자에 따른 사망률에도 유의한 차이는 없었다($p=1.00$)(그림 3.13).

사망률에 대한 하위군 분석 결과 요약표는 <표 3.4>와 같다.

표 3.4 의료결과에의 영향(사망률, 하위군 분석)

구분	문헌 수	메타분석 결과	그룹 간 p
무작위배정 비교임상시험			
장비별	Flotrac(V4)	4 통합 RR 0.87 (95% CI 0.46, 1.66), $I^2 = 0\%$	0.34
	Flotrac(V1)	3 통합 RR 0.67 (95% CI 0.25, 1.83), $I^2 = 0\%$	
	Flotrac(V3)	4 통합 RR 2.42 (95% CI 0.40, 14.54), $I^2 = 50\%$	
	Flotrac(NR)	4 통합 RR 0.28 (95% CI 0.08, 0.97), $I^2 = 0\%$	
대상자별	ProAQT	1 RR 0.51(95% CI 0.13, 1.98)	0.24
	복부 수술	9 통합 RR 1.06 (95% CI 0.70, 1.59), $I^2 = 0\%$	
	혼합	3 통합 RR 0.56 (95% CI 0.18, 1.77), $I^2 = 0\%$	
	심장 수술	2 통합 RR 0.50 (95% CI 0.23, 1.11), $I^2 = 0\%$	
	대동맥류	1 0.20 (95% CI 0.57, 1.19)	
비무작위 연구			
장비별	Flotrac(V4)	2 통합 OR 0.39 (95% CI 0.04 to 3.59), $I^2 = 0\%$	0.84
	Flotrac(V1)	1 OR 0.48 (95% CI 0.04 to 5.65)	
	Flotrac(NR)	3 통합 OR 0.22 (95% CI 0.04 to 1.05), $I^2 = 0\%$	
대상자별	복부 수술	2 통합 OR 0.32 (95% CI 0.05 to 2.07), $I^2 = 0\%$	1.00
	심장 수술	1 OR 0.38 (95% CI 0.01 to 9.60)	
	간절제술	1 OR 0.23 (95% CI 0.01 to 5.01)	
	간이식	2 통합 OR 0.29 (95% CI 0.04 to 1.92), $I^2 = 0\%$	

BPH, benign prostatic hypertrophy; CI, confidence interval; NR, not reported; OR, odds ratio; RR, risk ratio; -, 내용 없음

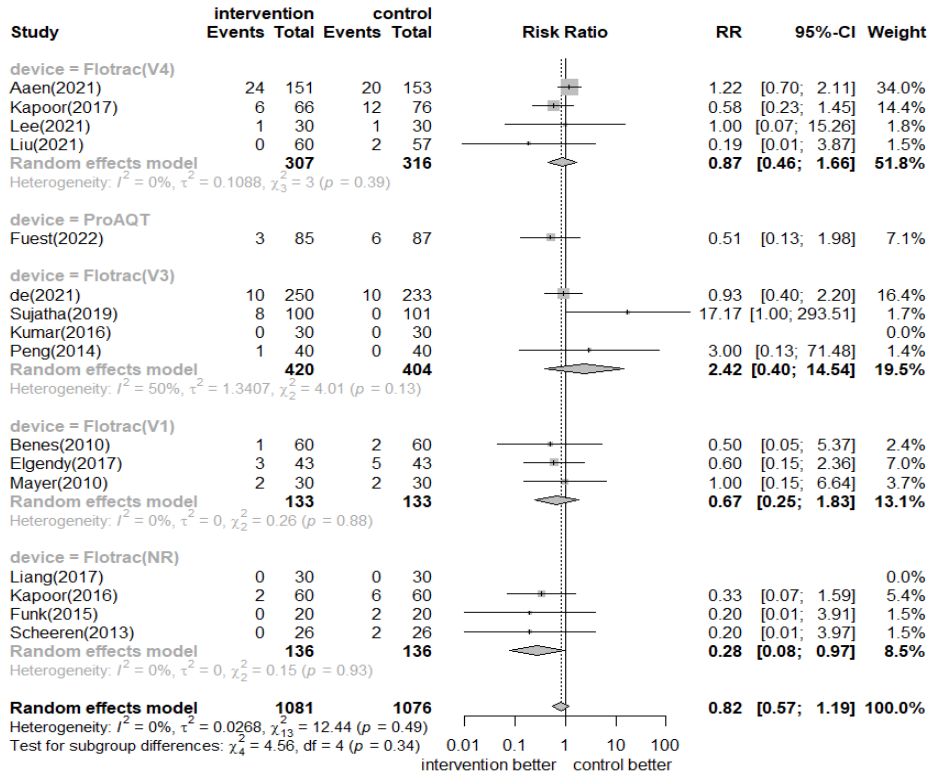


그림 3.10 장비별 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

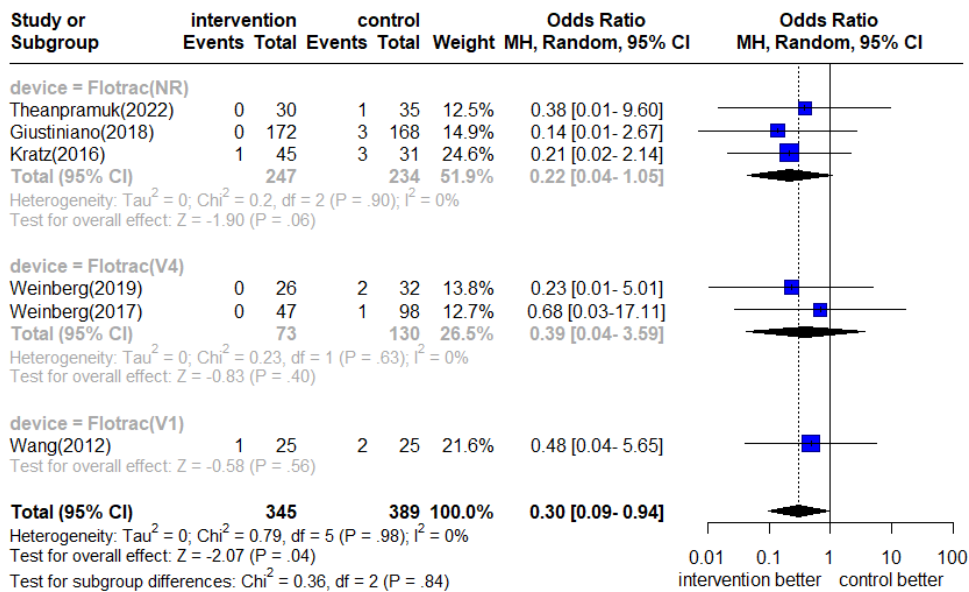


그림 3.11 장비별 사망률 메타분석(비무작위 연구)

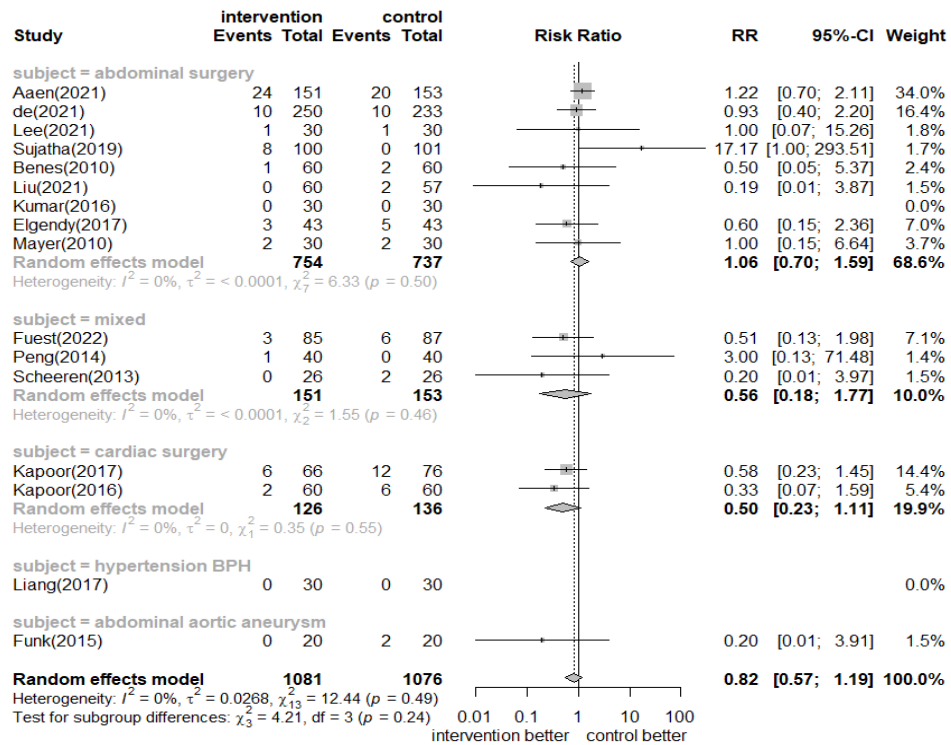


그림 3.12 대상자별 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

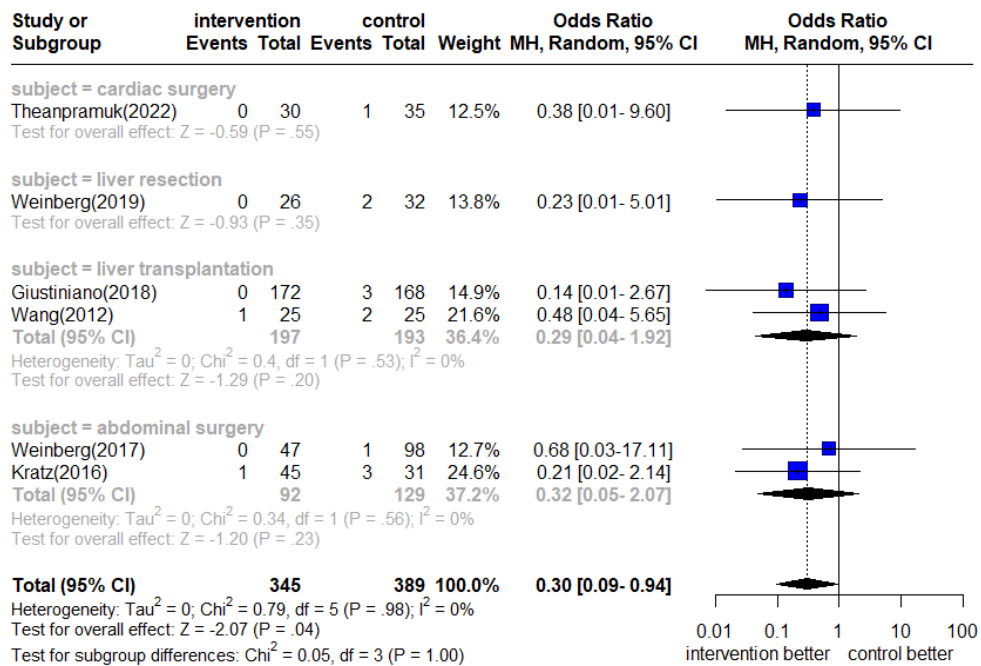


그림 3.13 대상자별 사망률 메타분석(비무작위 연구)

1.2.4.1.2 임상사건 발생

임상사건 발생은 전체 발생과 주요 장기 또는 주요 사건별로 신장, 간과 관련된 임상사건 발생, 상처 감염 또는 상처 회복 지연과 관련된 임상사건 발생을 주요 지표로 분석하였다. 그 결과 중재군이 더 낮거나 군간 유의한 차이가 없는 결과가 혼재되어 있었다.

그 외에 세부 장기별, 사건별 임상사건 발생은 중재군 혹은 비교군(중심정맥압, 평균 동맥압 등 기존 검사를 통해 수액 조절)이 더 낮거나 군간 유의한 차이가 없는 결과가 혼재되어 있으며, 상세 내용은 [부록 5]에 제시하였다.

1.2.4.1.2.1 전체 임상사건 발생

전체 임상사건 발생은 RCT 17편 중 8편에서 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(6편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(3편). NRS는 15편 중 4편에서 중재군이 유의하게 낮았고, 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(9편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(2편)(표 3.5). 문헌에서 제시한 통계량을 이용하여 메타분석 결과 RCT (3편)에서 통합 OR 1.17 (95% CI 0.75, 1.82, $I^2 = 0\%$)로 군간 유의한 차이는 없었고, NRS (3편)에서 통합 OR 0.61 (95% CI 0.41, 0.90, $I^2 = 27\%$)로 중재군에서 발생률이 유의하게 낮았다(그림 3.14). 이 중 1인당 전체 임상사건 발생 수는 RCT 7편 중 3편에서 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(1편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(4편). NRS는 4편 중 1편에서 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(1편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(2편)(표 3.6).

표 3.5 전체 임상사건 발생

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군 [*]			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (21/19)	임상사건 발생_30일	12	21	57.0	9	19	47.0	0.536
			OR 1.48 (95% CI 0.43, 5.16)							
			누적 임상사건 발생_90일	NR	21	NR	NR	19	NR	0.845
2	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	임상사건 전체 발생	24	30	80.0	18	30	60.0	NS
			OR 1.24 (95% CI 0.75, 2.05)							
			일차 임상사건 발생_90일	45	151	29.8	39	153	25.5	NR
3	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	일차 복합 임상사건 발생_90일	45	151	30.0	39	153	25.0	0.4
			OR 1.15 (95% CI 0.45, 2.92)							
			주요 임상사건 발생_90일	15	35	43.0	15	38	39.0	0.76
4	de (2021)	소화기수술 (274/259)	주요 임상사건 발생	111	248	44.8	94	234	40.2	0.309
5	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 임상사건 발생	22	30	NR	15	30	NR	NR
6	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	임상사건 발생	15	60	25.0	29	60	48.3	0.013
7	Tang (2021)	소화기수술 (37/37)	수술 후 임상사건 전체 발생	7	37	18.9	15	37	40.5	0.042
8	Bahlmann	식도절제술	주요 임상사건 발생_5일	11	30	NR	5	30	NR	NR

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
9	Weinberg (2019)	(30/29) 간절제술 (24/24)	주요 임상사건 발생_30일	30	30	NR	14	30	NR	NR
			임상사건 발생	14	24	58.0	16	24	67.0	0.55
				OR 0.7 (95% CI 0.22, 2.26)						
10	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	임상사건 발생	7	43	16.3	16	43	37.2	0.028
11	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	임상사건 발생	9	30	30.0	8	30	26.7	NR
12	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	전체 임상사건 발생	12	20	0.6	28	20	1.4	0.02
13	Salzwedel (2013)	소화기수술 (79/81)	최소 1개 이상 임상사건 발생	21	79	26.6	36	81	44.4	0.028
14	Scheeren (2013)	혼합 (32/32)	최소 1개 이상 임상사건 발생	12	26	46.0	16	26	62.0	NS
15	Cecconi (2011)	고관절전치환술 (20/20)	수술 후 임상사건 발생	16	20	NR	20	20	NR	NR
			경미한 임상사건 발생	15	20	75.0	20	20	100.0	NR
			주요 임상사건 발생	1	20	5.0	5	20	0.0	NR
				RR 1.3 [‡] (95% CI 1.04, 1.72)						
16	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	임상사건 발생	18	60	30.0	35	60	58.3	0.0033
				RR 0.53 (95% CI 0.33, 0.84)						
17	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	임상사건 발생	6	30	20.0	15	30	50.0	0.03
비무작위 연구										
1	Taniguchi (2018)	식도절제술 (49/43)	전체 임상사건 발생 (수술 후 30일 이내 합병증 발생률)	14	46	30.4	14	43	32.6	1
2	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	임상사건 발생_90일	9	47	19.1	11	47	23.4	0.8
3	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	임상사건 발생	81	110	74.0	116	142	82.0	0.128
4	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	복합 임상사건발생_30일	14	30	46.7	22	35	62.9	0.145
5	Yu (2022)	부인과 종양수술 (120/129)	최소 1개 이상 임상사건 발생	63	120	52.5	85	129	65.9	0.032
				OR 0.572 (95% CI 0.34, 0.95)						
6	Ghoreifi (2021)	방광암수술 (119/192)	임상사건 발생_90일	92	119	77.4	136	192	70.8	0.5
7	Ramsingh (2021)	심장수술 (158/175)	임상사건 발생	35	NR	5.0	47	NR	7.0	0.424
				1.23 [§] (95% CI 0.76, 1.99)						
8	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	임상사건 발생	9	26	35.0	18	32	56.0	NR
				OR 0.41 (95% CI 0.14, 1.2), p = 0.1						
9	Giustiniano (2018)	간이식 (179/168)	임상사건 발생	20	172	11.1	36	168	21.4	0.0144
10	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	전체 임상사건 발생	18	43	0.4	23	45	0.51	0.402
간담체 수술										
11	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	경미한 임상사건 발생	10	71	14.1	12	76	15.8	0.77
			수술 관련 임상사건 발생	12	57	21.1	16	76	21.1	0.66
			비수술 관련 임상사건 발생	20	71	28.0	23	76	30.0	0.53
			간수술							
				경미한 임상사건 발생						
				수술 관련 임상사건 발생						
				OR 0.41 (95% CI 0.14, 1.2), p = 0.1						
췌장 수술										
12	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	경미한 임상사건 발생	5	21	23.8	6	23	26.1	0.86
			수술 관련 임상사건 발생	5	21	23.8	8	23	34.8	0.42
				OR 0.41 (95% CI 0.14, 1.2), p = 0.1						

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
13	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	임상사건 발생	30	47	64.0	67	98	68.0	0.71
				OR 0.82 (95% CI 0.39, 1.7), p = 0.71						
14	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	임상사건 발생	15	45	33.3	9	31	29.9	0.28
15	Ghneim (2013)	혼합 (35/35)	전체 임상사건 발생, 중앙값(IQR)	1.09 (0.9, 1)			0.94 (1.1, 1)			0.55

C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; IQR, interquartile range; n, 환자수(명) 또는 사건발생수(건); N, 전체 대상자수, 명; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio; RR, relative risk; 혼합, 다양한 수술받은 환자 포함

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

[‡]비교군 대비 중재군 결과의 효과크기로 반대방향으로 해석

[§]통계량 종류 제시하지 않음

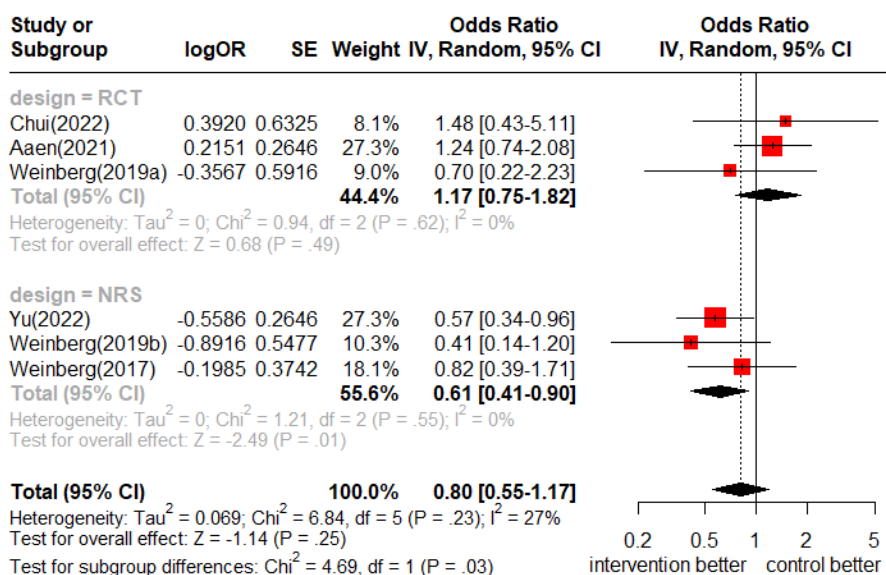
표 3.6 1인당 전체 임상사건 발생건수

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	1인당 발생건수	n	N	1인당 발생건수	
무작위배정 비교임상시험										
1	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	경미한 임상사건 발생	56	30	1.867	33	30	1.10	NR
2	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	전체 임상사건 발생	11	30	0.37	11	30	0.37	NR
3	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	전체 임상사건 발생	12	20	0.6	28	20	1.40	0.02
4	Salzwedel (2013)	소화기수술 (79/81)	전체 임상사건 발생	52	79	0.66	72	81	0.89	0.038
5	Cecconi (2011)	고관절 전치환술 (20/20)	전체 임상사건 발생	1	20	0.05	8	20	0.40	NR
6	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	전체 임상사건 발생 30일	34	60	0.57	77	60	1.28	NR
7	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	전체 임상사건 발생	17	30	0.57	49	30	1.63	0.001
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	전체 임상사건 발생	287	110	2.61	522	142	3.68	NR
2	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	전체 임상사건 발생	26	26	1.00	37	32	1.16	NR
				IRR 0.85 (95% CI 0.45, 1.59)						
3	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	전체 임상사건 발생	18	43	0.42	23	45	0.51	0.402
4	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	전체 임상사건 발생	77	47	1.63	209	98	2.13	0.04
				IRR 0.62 (95% CI 0.4, 0.94)						

C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; IRR, incidence rate ratio; n, 환자수(명) 또는 사건발생수(건); N, 전체 대상자수, 명; NR, not reported

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절



※ 문헌에서 제시한 오즈비 이용

그림 3.14 전체 임상사건 발생 메타분석

1.2.4.1.2.2 신장과 관련된 임상사건 발생

신장과 관련된 임상사건 발생(급성 신손상, 투석이 필요한 경우 등)은 RCT 22편 중 1편에서 중재군 발생률이 유의하게 낮았고 나머지 연구에서는 군간 유의한 차이가 없거나(13편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(8편). NRS는 13편 중 1편에서 중재군 발생률이 유의하게 낮았고 나머지 연구에서는 군간 유의한 차이가 없거나(10편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편)(표 3.7). 메타분석 결과 RCT (9편, 총1,402명)는 통합 RR 0.91 (95% CI 0.64, 1.28, I² = 0%)(그림 3.15), NRS (12편, 총 1,566명)는 통합 OR 0.73 (95% CI 0.44, 1.22, I² = 24%)(그림 3.16)으로 모두 군간 유의한 차이는 없었다.

표 3.7 신장 관련 임상사건 발생

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
RCT										
1	Chui (2022)	지주막하 출혈 (20/20)	급성 신부전_7일	0	21	0	0	19	0	NS
			급성 신부전_30일	0	21	0	0	19	0	NS
			급성 신부전_90일	0	21	0	0	19	0	NS
2	Froghi (2022)	간이식 30/30)	신장 관련 임상사건 발생_퇴원	16	30	53.3	16	30	53.3	1
			신장 관련 임상사건 발생_90일	5	28	17.9	7	28	25.0	0.937
			신장 관련 임상사건 발생_6개월	5	28	17.9	7	26	26.9	0.423
			경미한 신손상 또는 이상없음_3개월	20	30	67.0	22	30	73.0	NS

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
			일시적 신장투석필요 _3개월	7	30	23.0	7	30	23.0	NS
			장기적 신장투석 필요_3개월	0	30	0	1	30	3.0	NS
			신기능 손상 관련 이식 필요_1년	13	30	43.0	12	30	40.0	NS
3	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	신장 투석 필요	4	151	3.0	3	153	2.0	NR
4	de (2021)	소화기수술 (248/234)	급성 신손상	12	250	4.8	10	233	4.3	0.77
5	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 신손상	0	30	0	4	30	NR	NR
6	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	신장관련 임상사건 발생	1	56	1.7	2	57	3.5	1
7	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	급성 신손상	0	44	0	8	42	19.0	0.002
			주요 신손상_5일	0	30	0	0	30	0	NS
			주요 신손상_3일	0	30	0	0	30	0	NS
8	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	경미한 신기능 손상_5일	1	30	NR	0	30	0	NS
			경미한 신기능 손상_30일	4	30	NR	2	30	NR	NR
			수술 후 신기능 손상_48시간 (stage I)	3	100	NR	9	101	NR	NR
9	Sujatha (2019)	소화기수술 (102/102)	수술 후 신기능 손상_48시간 (stage II)	3	100	NR	1	101	NR	NR
			수술 후 신기능 손상_48시간 (stage III)	1	100	NR	0	101	0	NR
10	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	급성 신손상	4	24	17.0	4	24	17.0	>0.99
11	Elgandy (2017)	소화기수술 (43/43)	신기능 대치요법 필요한 환자 비율	2	43	4.6	4	43	9.3	0.397
12	Kapoor (2017)	심장수술 (66/76)	신부전 비율(이노제 투여후 회복)	4	66	6.1	6	76	7.9	0.335
13	Liang (2017)	일차성고혈압 +BPH (30/30)	폐뇨	2	30	NR	4	30	NR	0.671
14	Kapoor (2016)	심장수술 (60/60)	신기능 이상	1	60	NR	3	60	NR	NR
15	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	요배출량 <500ml/일	0	30	0	0	30	0	NS
			급성 신부전	0	30	0	0	30	0	NS
16	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	급성 신손상	20	20	NR	4	20	NR	NR
17	Peng (2014)	혼합 (40/40)	신기능 장애	1	40	2.5	3	40	7.5	0.615
			신부전	1	40	2.5	0	40	0	1
18	Zhang (2013)	폐엽절제술 (30/30)	급성 신부전	0	30	0	0	30	0	NS
19	Cecconi (2011)	고관절 전치환술 (20/20)	폐뇨, 급성 신부전	0	20	0	0	20	0	NS

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
20	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	급성 신부전 (투석 필요 없음)	2	60	NR	4	60	NR	NR
			신부전(투석 필요)	1	60	NR	1	60	NR	NR
21	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	요배출량 <500ml/일 또는 급성신부전으로 투석 필요	1	30	NR	5	30	NR	NR
22	Kapoor (2008)	심장수술 (13/14)	신기능 장애	1	13	NR	1	14	NR	NR
NRS										
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	급성 신손상	5	47	10.6	13	47	27.70	0.04
			KDIGO grade 1/2/3, n (%)	5/0/0(10.6/0/0)			12/1/0(25.5/2.1/0)			0.06
			급성 신손상에 대한 OR (95% CI)	0.3 (0.10, 0.96)			1			0.04
2	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	급성 신손상 (4일 시점)	2	110	2.0	9	142	6.0	0.119
3	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	신부전	6	30	20.0	10	35	28.6	0.424
4	Yu (2022)	부인과 종양수술 (120/129)	급성 신손상	3	120	2.5	3	129	2.3	1
5	Ramsingh (2021)	심장수술 (375/175)	급성 신손상	20	158	13.0	23	175	13.0	1
6	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	급성 신손상	4	26	15.4	1	32	3.1	0.16
7	Russo (2018)	부인과 종양수술 (22/22)	수술 후 급성 신손상	1	22	5.0	2	22	9.0	1
8	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	급성 신부전	1	43	NR	2	45	NR	>0.999
9	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	신장 관련 임상사건 발생	2	20	10.0	2	76	8.7	0.74
10	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	급성 신손상	1	48	2.1	0	56	0	NR
11	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	급성 신손상	3	47	6.0	11	98	11.0	0.39
12	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	급성 신부전	0	45	0.0	4	31	12.9	0.0133
13	Wang (2012)	간이식 (25/25)	급성 신손상으로 이식 실패 _수술 후 5일	1	25	4.0	1	25	4.0	1
			급성 신손상 없이 이식 실패 _수술 후 5일	0	25	0	0	25	0	NS

I, intervention group; C, control group; CI, confidence interval; KDIGO, kidney disease improving global outcomes; n, 환자수(명) 또는 사건발생수(건); N, 전체 대상자수, 명; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기준 검사를 통해 수액을 조절

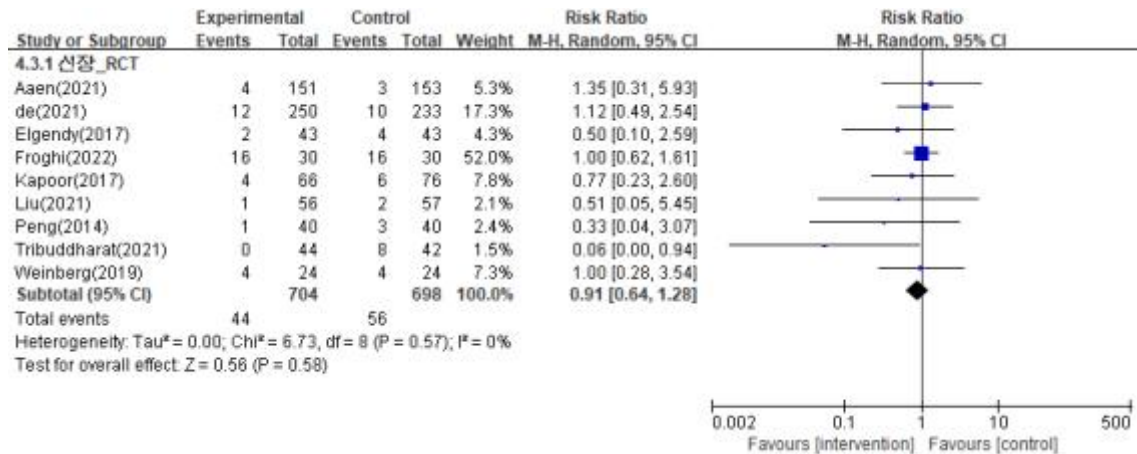


그림 3.15 신장 관련 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험연구)

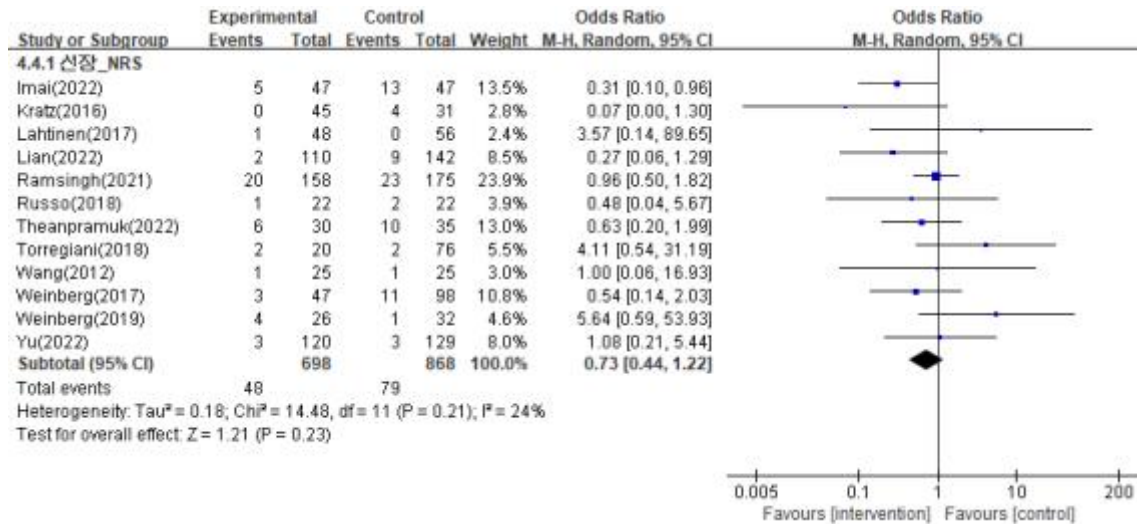


그림 3.16 신장 관련 임상사건 발생 메타분석(비무작위연구)

1.2.4.1.2.3 간 관련 임상사건 발생

간과 관련된 임상사건 발생은 RCT 3편 모두 군간 유의한 차이가 없었고, NRS는 4편 중 3편은 군간 유의한 차이가 없었고 1편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(표 3.8). 메타분석 결과 RCT (3편, 총 188명)는 통합 RR 0.73 (95% CI 0.30, 1.78, I² = 0%)(그림 3.17), NRS (3편, 총 406명)는 통합 OR 0.42 (95% CI 0.09, 2.01, I² = 15%)(그림 3.18)로 군간 유의한 차이가 없었다.

표 3.8 간 관련 임상사건 발생

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군 [*]			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	재이식	1	30	3.0	1	30	3.0	NS
			이식 실패_3개월	2	30	7.0	3	30	10.0	NS
			이식 실패_1년	0	30	0	0	30	0	NS
2	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	간부전	0	24	0	1	24	4.0	>0.99
3	Peng (2014)	혼합 (40/40)	간 기능장애	5	40	12.5	6	40	15.0	0.745
			간부전	1	40	2.5	0	40	0	1
비무작위 연구										
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	복수	0	51	0	3	76	NR	NR
2	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	허혈성 간염_4일	1	110	1.0	7	142	5.0	0.143
3	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	급성 간부전	0	26	0	2	32	6.2	0.49
4	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	간 관련 임상사건 발생	1	20	5.0	2	76	8.7	0.65

I, intervention group; C, control group; n, 환자수(명) 또는 사건발생수(건); N, 전체 대상자수, 명; NR, not reported; NS, not significant; STD, standard care

^{*}동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

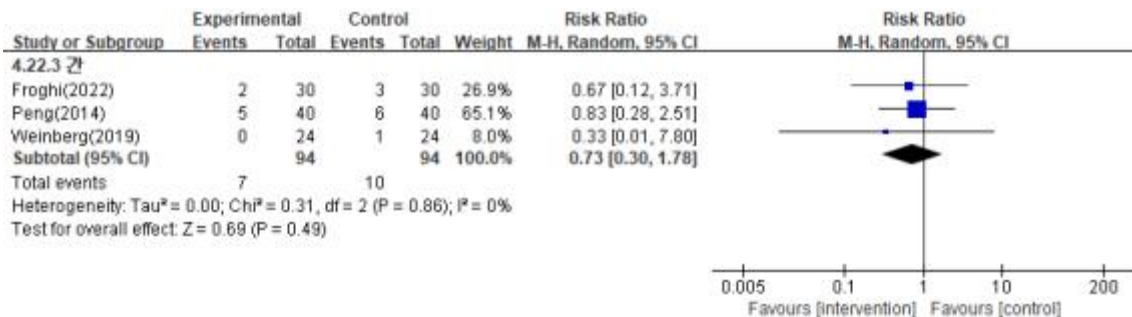


그림 3.17 간 관련 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

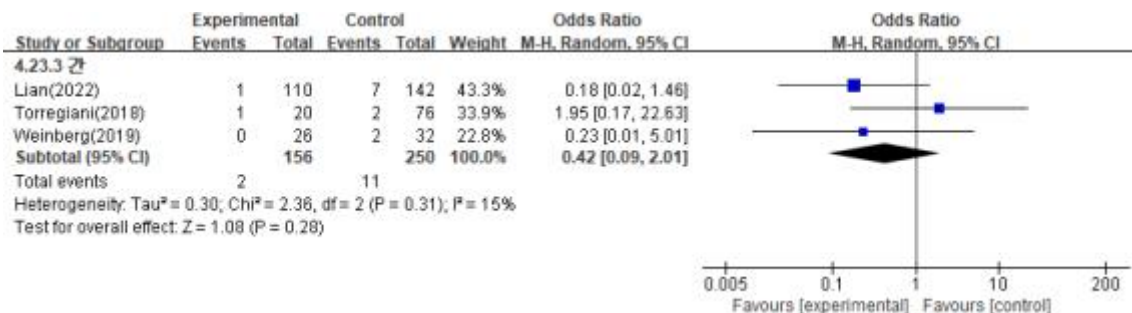


그림 3.18 간 관련 임상사건 발생 메타분석(비무작위 연구)

1.2.4.1.2.4 상처 감염 또는 상처 회복 지연과 관련된 임상사건 발생

상처 감염 또는 상처 회복 지연 등과 관련된 임상사건 발생은 RCT 13편 중 1편에서 중재군 발생률이 유의하게 낮았고, 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없거나(6편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(6편). NRS는 9편 중 1편은 중재군 발생률이 유의하게 낮았고, 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없거나(6편) 통계적 유의성을 보고하지 않았다(2편)(표 3.9). 메타분석 결과 RCT (13편, 총 1,544명)는 통합 RR 0.70 (95% CI 0.44, 1.11, $I^2 = 23\%$)(그림 3.19), NRS (9편, 총 1,402명)는 통합 OR 0.68 (95% CI 0.45, 1.04, $I^2 = 0\%$)(그림 3.20)로 군간 유의한 차이가 없었다.

표 3.9 상처 감염 및 상처 회복지연과 관련된 임상사건 발생

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	창상	퇴원	2	30	6.7	2	30	6.7	0.694
				90일	1	28	3.6	7	28	25.0	0.808
				6개월	1	28	3.6	0	26	0	0.519
2	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	창상 회복 관련 임상사건발생_90일	34	151	23.0	25	153	16.0	0.17	
3	de (2021)	소화기수술 (248/234)	창상 감염	창상 회복 지연 또는 탈장	20	247	8.1	17	233	7.3	0.74
				창상 회복 지연 또는 탈장	0	258	0	2	222	0.9	0.24
4	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 창상 문제	0	30	0	1	30	NR	NR	
5	Tang (2021)	소화기수술 (37/37)	절개부위 감염	2	37	5.4	5	37	13.5	0.233	
6	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	창상 감염 또는 표재성 창상 감염 또는 열개_5일	창상 열개_5일	0	30	0	0	30	0	NS
				창상 열개_30일	2	30	NR	0	30	0	NR
				표재성 창상 감염 또는 열개_5일	2	30	NR	0	30	0	NR
				표재성 창상 감염 또는 열개_30일	5	30	NR	5	30	NR	NR
7	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	창상 감염	창상 감염	3	24	13.0	5	24	21.0	0.44
				표재성 수술부위 감염	3	24	13.0	4	24	17.0	0.68
				심부 수술 부위 감염	0	24	0	1	24	4.0	>0.99
8	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	창상 회복 지연	2	43	4.6	7	43	16.3	NR	
9	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	창상 감염	2	30	NR	3	30	NR	NR	
10	Peng (2014)	혼합 (40/40)	창상 감염 관련 임상사건 발생	창상 열개, 감염 관련 임상사건 발생	0	40	0	1	40	2.5	1
				창상 열개, 감염 관련 임상사건 발생	0	40	0	0	40	0	1
11	Scheeren (2013)	혼합 (32/32)	수술 후 창상 감염	0	26	0	7	26	NR	0.01	
12	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	창상 감염/열개	2	60	NR	5	60	NR	NR	
13	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	창상 감염	3	30	NR	8	30	NR	NR	
비무작위 연구											
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	창상 감염	창상 감염	15	110	14.0	23	142	16.0	0.599
				표재성 수술 부위 감염	15	110	14.0	21	142	15.0	0.857
				심부 수술 부위 감염	5	110	4.0	11	142	8.0	0.436

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
2	Yu (2022)	부인과종양수술 (120/129)	수술 부위 감염	1	120	0.8	8	129	6.2	0.037
3	Ramsingh (2021)	심장수술 (375/175)	수술 부위 감염	3	158	2.0	4	175	2.0	1
4	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	표재성 수술 부위 감염	0	26	0	0	32	0	NS
			심부 수술 부위 감염	2	26	7.7	5	32	15.6	NR
5	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	창상 감염 (수술 합병증)	12	48	25.0	21	56	37.5	NR
			창상 혈종 (수술 합병증)	6	48	12.5	2	56	3.6	NR
6	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	창상 감염	13	47	28.0	29	98	30.0	0.7
			표재성 수술 부위 감염	10	47	21.0	22	98	22.0	NR
			심부 수술 부위 감염	3	47	6.0	7	98	7.0	NR
7	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	창상 감염	7	45	15.6	2	31	6.5	0.23
8	Munoz (2016)	비만수술 (63/52)	수술 부위 감염	4	63	6.3	9	52	17.3	NS
9	Ghneim (2013)	혼합 (35/35)	표재성 감염	5	35	14.3	8	35	22.9	0.36

C, control group; I, intervention group; n, 환자수(명) 또는 사건발생수(건); N, 전체 대상자수, 명; NR, not reported; NS, not significant; STD, standard care

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

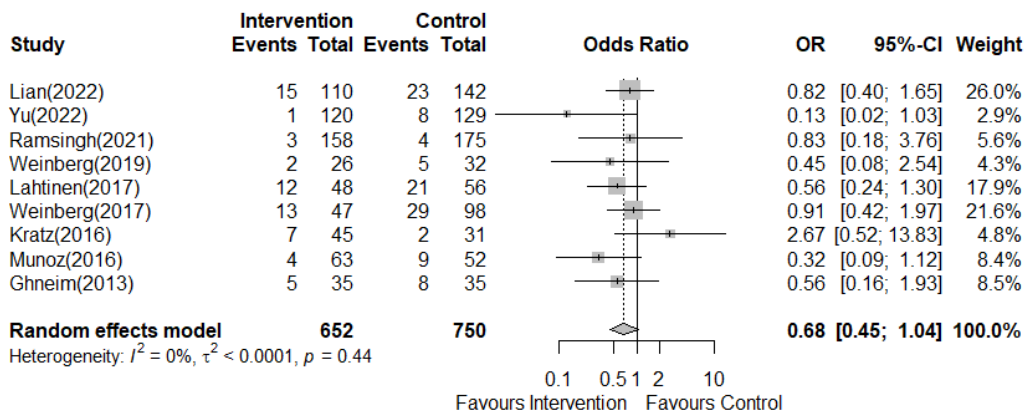


그림 3.19 상처치유 또는 상처 감염 관련 메타분석(비무작위 연구)

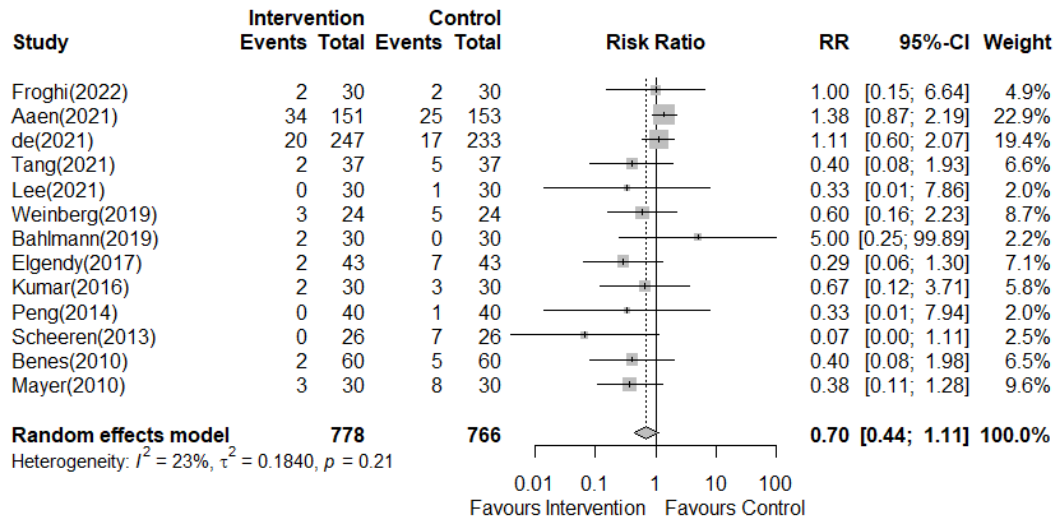


그림 3.20 상처치유 또는 상처 감염 관련 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

1.2.4.1.3 입원기간 및 중환자실 재원기간

입원기간은 RCT 27편 중 10편에서 중재군이 유의하게 짧았으며 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없거나 (16편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편). NRS는 16편 중 4편에서 중재군이 유의하게 짧았으며 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.10). 메타분석 결과 RCT (19편, 총 2,304명)는 통합 MD -1.14일 (95% CI -1.61, -0.66, $I^2 = 72\%$)로 중재군 입원기간이 유의하게 짧았으나 연구간 이질성은 높았다. NRS (14편, 총 1,948명)는 통합 MD -0.59일(95% CI -1.19, 0.00, $I^2 = 73\%$)로 중재군 입원기간이 짧은 경향을 보였으나 군간 유의한 차이는 없었고 연구간 이질성은 높았다(그림 3.21).

중환자실 재원기간은 RCT 20편 중 8편에서 중재군이 유의하게 짧았으며 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없거나(11편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편). NRS는 8편 중 1편에서 중재군이 유의하게 짧았고, 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.10). 메타분석 결과 RCT (17편, 총 1,816명)는 통합 MD -13.92시간(95% CI -19.45, -8.39, $I^2 = 95\%$)으로 중재군에서 유의하게 짧았으나 연구간 이질성은 높았다. NRS (6편, 총 757명)는 통합 MD 0.53시간(95% CI -3.7, 4.84, $I^2 = 50\%$)으로 군간 유의한 차이는 없었다(그림 3.22).

표 3.10 입원기간 및 중환자실 자원기간

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군†	p
RCT						
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	입원기간(일)	23.2 ± 18.1	20.5 ± 23.9	0.691
2	Fuest (2022)	혼합 (85/87)	ICU 자원기간(일)	1 [0, 1]	1 [0, 1]	0.396
				RD 0 (95% CI -1, 0)		
			입원기간(일)	10 [7, 16]	11 [8, 17]	0.414
				RD 1 (95% CI -2, 4)		
3	Tribuddharat (2022)	심장수술 (20/20)	ICU 자원기간(일)	1.7 ± 0.1	3.0 ± 1.0	<0.001
				MD -29.5 (95% CI -41.8, -17.2)		
			입원기간(일)	8.8 ± 1.2	10.2 ± 1.1	<0.001
				MD -1.1 (95% CI -2.1, -0.1)		
4	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	ICU 자원기간(시간)	18 [14, 40]	19 [15-20]	0.936
			입원기간(일)	14.5 [5, 60]	10 [3-26]	0.012
5	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	입원기간(수술부터 퇴원까지)(일)	6 [4, 8.5]	7 [4, 12]	0.04
6	de (2021)	소화기수술 (248/234)	PACU/ICU 자원기간(시간)	23 [19, 47]	22 [18, 46]	0.15
			입원기간(시간)	12 [9, 18]	12 [9, 16]	0.52
7	Gupta (2021)	두경부수술 (52/54)	입원기간	NR	NR	NS
8	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 입원기간(일)	7.9 [3.8]	8.1 [5.7]	0.925
9	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	수술 후 입원기간(일)	9.1 ± 2.8	9.7 ± 3.2	0.29
			ICU 입원 환자비율, n(%)	6 (10)	7 (11.7)	0.769
10	Prasad (2021)	척추수술 (15/15)	ICU 자원기간(시간)	19.43 [4.80]	24.64 [6.20]	0.009
			입원기간(일)	3.71 [0.73]	3.64 [0.74]	0.793
11	Tang (2021)	소화기수술 (37/37)	PACU 자원기간(분)	42.56 ± 13.84	61.64 ± 17.69	<0.001
			입원기간(일)	8.86 ± 3.67	11.29 ± 4.43	0.012
12	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	ICU 자원기간(시간)	48.9 ± 11.4	78.4 ± 39.4	<0.001
			입원기간(일)	9.9 ± 2.0	11.0 ± 2.8	0.038
13	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	ICU 자원기간(시간)	67 [44, 103]	42 [23, 67]	NR
			입원기간(일)	20 [15, 45]	18 [15, 25]	NR
14	Sujatha (2019)	소화기수술 (102/102)	ICU 입원이 필요한 환자 비율, n(%)	20 (20)	19 (18.8)	NS
			ICU 자원기간(일)	2 [1, 5]	2 [1, 3]	NS
			HDU 필요한 환자 비율, n(%)	62 (62)	63 (62.4)	NS
			HDU 자원기간(일)	2 [1, 3]	3 [2, 4]	NS
			입원기간(일)	14 [11,17]	14 [11,17]	NS
				MD 0.86 (95% CI 0.71, 1.1)		
15	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	입원기간(일)	7.0 [6.0, 8.0]	8.0 [6.0, 10.0]	0.17
16	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	ICU 자원기간(일)	2.3 ± 0.9	3.5 ± 1.4	0.001
			입원기간(일)	9.7 ± 1.9	12.2 ± 3.5	0.071
17	Kapoor (2017)	심장수술 (66/76)	ICU 자원기간(일)	2.53 ± 0.56	4.20 ± 0.82	<0.001
			입원기간(일)	5.61 ± 1.11	7.42 ± 1.48	<0.001
18	Liang (2017)	일차성고혈압+ BPH (30/30)	입원기간(일)	7.2 ± 1.3	8.5 ± 1.6	<0.05
19	Kapoor (2016)	심장수술 (60/60)	ICU 자원기간(일)	3.41 ± 0.75	3.74 ± 0.59	0.012
			입원기간(일)	7.17 ± 1.93	7.94 ± 1.64	0.025
20	Kumar (2016)	주요 복부수술환자 (30/30)	ICU 자원기간(일)	2.9 ± 1.15	5.4 ± 2.71	<0.001
			입원기간(일)	9.9 ± 2.68	11.96 ± 5.15	0.102

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군 [†]	p
21	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	입원기간(일)	8 [7, 13]	8 [6, 12]	0.73
22	Ramsingh (2013)	소화기수술 (18/20)	입원기간(일)	5.0 [3.75, 8.25]	7.5 [5.25, 10.75]	0.04
23	Salzwedel (2013)	소화기수술 (79/81)	PACU 재원기간(분)	180 [127.5]	180 [114]	0.516
			입원기간(일)	11 [8]	10 [11.8]	0.929
24	Scheeren (2013)	혼합 (32/32)	ICU 재원기간(시간)	30 ± 29	42 ± 52	NS
25	Zhang (2013)	폐엽절제술 (30/30)	입원기간(일)	4.5	5	NS
26	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	입원기간(일)	9 [8, 11.5]	10 [8, 16]	0.0937
			ICU 재원기간(일)	3 [2, 5]	3 [0.5, 5]	0.789
27	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	ICU 재원기간(시간)	39.6 ± 39.5	41.9 ± 43.5	0.7
28	Van (2010)	심장수술 (20/17)	입원기간(일)	18 [12, 26]	14 [13, 19]	0.74
29	Kapoor (2008)	심장수술 (13/14)	ICU 재원기간(일)	2.6 ± 0.9	4.9 ± 1.8	0.142
			입원기간(일)	5.8 ± 1.2	8.8 ± 2.1	0.161
NRS						
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	입원기간(일)	10 [9, 13]	12 [10, 17]	0.04
			수술 후 입원기간(일)	7 [6, 10]	9 [8, 11]	0.005
2	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	수술 후 ICU에서 일반병동으로 전실되는 환자 비율, n(%)	1 (1)	13 (9)	0.004
3	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	ICU 재원기간(일)	4 [2, 5]	4 [3, 5]	0.577
			입원기간(일)	10 [9, 11]	10 [9, 13]	0.201
4	Yu (2022)	부인과종양수술 (120/129)	입원기간(일)	14 [11, 17]	13 [11, 16]	0.706
			수술 후 입원기간(일)	MD -0.3 (95% CI -1.7, 1.1)		0.967
5	Ghoreifi (2021)	방광암수술 (119/192)	입원기간(일)	4 [3, 6]	4 [4, 5]	0.85
6	Ramsingh (2021)	심장수술 (375/175)	입원기간(일)	6 [6]	7 [5]	0.071
				1* (95% CI 0, 1)		
			ICU 재원기간(일)	4.00 [3.00]	6.19 [4.88]	<0.001
		2.11* (95% CI 1.87 to 2.93) [§]				
7	Kim (2019)	두경부수술 (31/30)	입원기간(일)	8.29 ± 1.49	8.17 ± 0.46	0.665
			ICU 재원기간(시간)	50.90 ± 16.90	42.8 ± 14.84	0.053
8	Giustiniano (2018)	간이식 (179/168)	입원기간(일)	9 [7, 65]	10 [7-45]	0.071
			ICU 재원기간(일)	1 [1, 50]	1 [1-14]	0.414
			1일 이상 ICU에 재원한 환자 비율, n(%)	12 (7)	16 (9.5)	0.124
		ICU 재원기간(일)	4 [2, 50]	2 [2-14]	0.254	
9	Russo (2018)	부인과종양수술 (22/22)	입원기간(일)	7 [6, 8]	12 [9, 16]	<0.001
10	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	입원기간(일)	6 [3, 12]	6 [6-22]	0.161
간담체 수술						
11	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	전체 입원기간(일)	13 [9, 20]	14 [8, 21]	0.58
			ICU 재원기간(일)	0 [0, 1]	0 [0, 2]	0.23
			간수술			
		전체 입원기간(일)	10 [8, 13.5]	10 [7, 15]	0.72	
		ICU 재원기간(일)	0 [0, 0.25]	0 [0, 1.5]	0.9	
혜장 수술						
			전체 입원기간(일)	19 [16, 36]	22 [16, 59]	0.18

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군†	p
			ICU 재원기간(일)	0 [0, 1.5]	2 [0, 4]	0.09
12	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	입원기간(일)	11.5 [9, 15]	14 [10, 21]	0.024
13	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	입원기간(일)	12 ± 8.4	18 ± 18.4	0.009
				IRR 0.72 (95% CI 0.55, 0.94)		0.017
14	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	ICU 재원기간(일)	22 [16, 29]	21 [16, 39]	0.828
			입원기간(일)	4.38 ± 3.6	6.87 ± 10.0	0.0964
15	Munoz (2016)	비만수술 (63/52)	입원기간(일)	18.13 ± 10.1	19.55 ± 13.9	0.31
16	Poso (2014)	두경부수술 (30/20)	입원기간(일)	3.44 (3, 3.89)	4.5 (3.84, 5.16)	<0.01
17	Ghneim (2013)	혼합 (35/35)	ICU 재원기간(일)	2.4 ± 2	1.7 ± 0.7	NS
			입원기간(일)	12.7 [7, 10]	15.2 [8.5, 14]	0.18
			입원기간(일)	18.5 [8.2, 17]	23.3 [15.18]	0.11

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; ICU, intensive care unit; IRR, incidence rate ratio; HDU, high dependency unit; IQR, interquartile range; MD, mean difference; N, 전체 대상자 수; NR, not reported; NS, not significant; PACU, postanesthesia care unit; RD, risk difference; STD, standard care

결과값: 평균 ± 표준편차, 평균(95%CI), 중앙값[범위 또는 IQR 또는 사분편차], 대상자 수(%)

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

‡효과크기 종류 언급없음

§결과 방향 반대로 해석(문헌에서는 비교군 대비 중재군의 효과크기를 계산함)

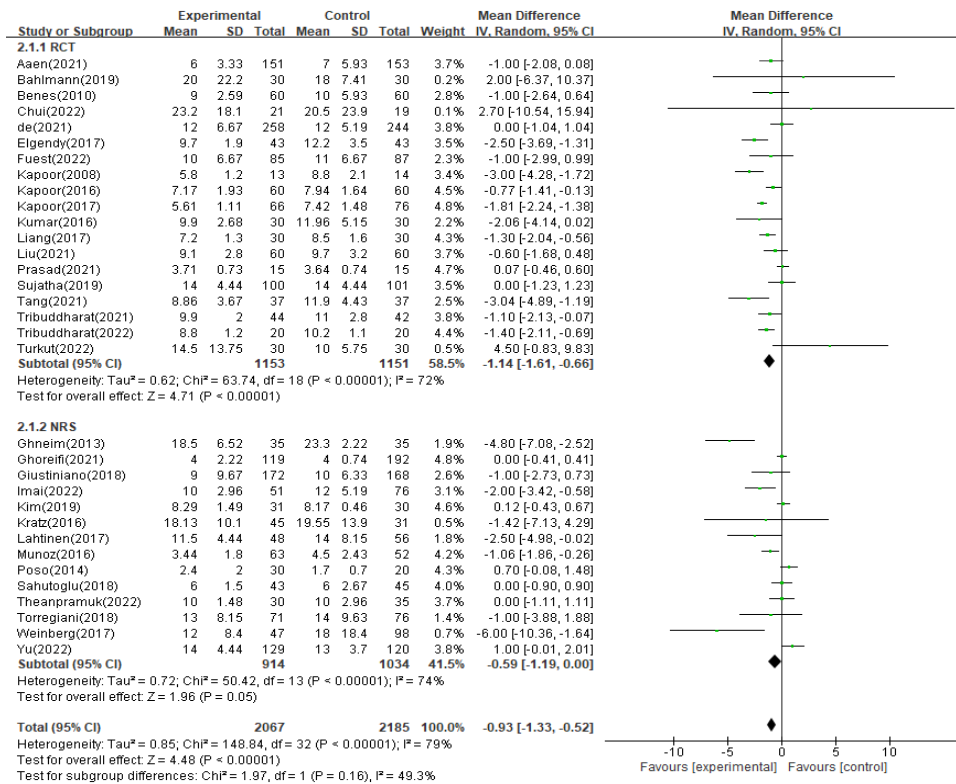


그림 3.21 입원기간(일) 메타분석

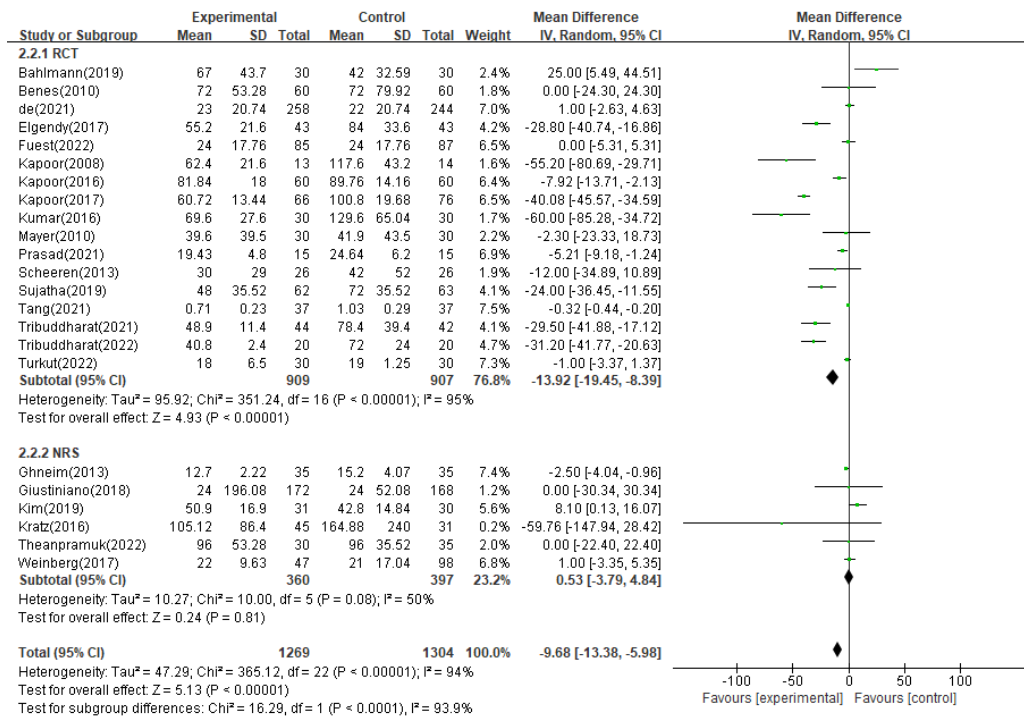


그림 3.22 중환자실 자원기간(시간) 메타분석

1.2.4.1.4 인공호흡기 유지기간

인공호흡기 유지기간은 RCT 10편 중 3편에서 중재군이 유의하게 짧았고 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다. NRS는 2편 모두 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.11). 메타분석 결과 RCT (9편, 총 673명)는 통합 MD -1.48시간 (95% CI -2.46, -0.49, I² = 58%)으로 중재군이 유의하게 짧았으며, NRS(2편, 총 808명)는 통합 MD -8.36시간 (95% CI -28.98, 12.26, I² = 57%)으로 군간 유의한 차이는 없었다(그림 3.23).

표 3.11 인공호흡기 유지기간

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군†	p	
RCT							
1	Tribuddharat (2022)	심장수술 (20/20)	인공호흡기 유지기간(시간)	15.2 ± 3.8	16.9 ± 6.4	0.316	
2	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	인공호흡기 유지기간(시간)	4 [0, 36]	3 [0, 15]	0.86	
3	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	인공호흡기 유지기간(시간)	13.9 ± 7.1	25.2 ± 27.9	0.001	
				MD -11.3 (95% CI -19.9, -2.7)			
4	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	인공호흡기 필요한 환자 비율	2 (4.6)	8 (18.5)	0.044	
				인공호흡기 유지기간(시간)	1.5 ± 0.5	2.3 ± 0.4	0.767
5	Kapoor (2017)	심장수술 (66/76)	인공호흡기 유지기간(시간)	15.85 ± 1.98	16.36 ± 3.84	0.336	
6	Kapoor	심장수술	인공호흡기 유지기간(시간)	18.05 ± 4.53	19.89 ± 3.96	0.025	

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군†	p
	(2016)	(60/60)				
7	Peng (2014)	혼합 (40/40)	인공호흡기 필요한 환자 비율	2 (5.0)	2 (5.0)	1
8	Scheeren (2013)	혼합 (32/32)	수술 후 인공호흡기 유지기간(시간)	2.4 ± 3.6	4.8 ± 10.4	NS
9	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	수술 후 인공호흡기 유지기간(시간)	4.8 ± 4.5	7.8 ± 10.0	0.14
10	Kapoor (2008)	심장수술 (13/14)	인공호흡기 유지기간(시간)	13.8 ± 3.2	20.7 ± 7.1	0.304
NRS						
1	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	인공호흡기 유지기간(시간)	16 [4, 17]	16 [13, 19]	0.454
2	Ghneim (2013)	혼합 (35/35)	인공호흡기 유지기간(일)	9.4 [5.2, 8]	10.3 [6.93, 9]	0.55

C, control group; I, intervention group; IQR, interquartile range; MD, mean difference; N, 전체 대상자 수; NR, not reported; NS, not significant; STD, standard care

결과값: 평균 ± 표준편차, 중앙값[범위 또는 IQR], 대상자 수(%)

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

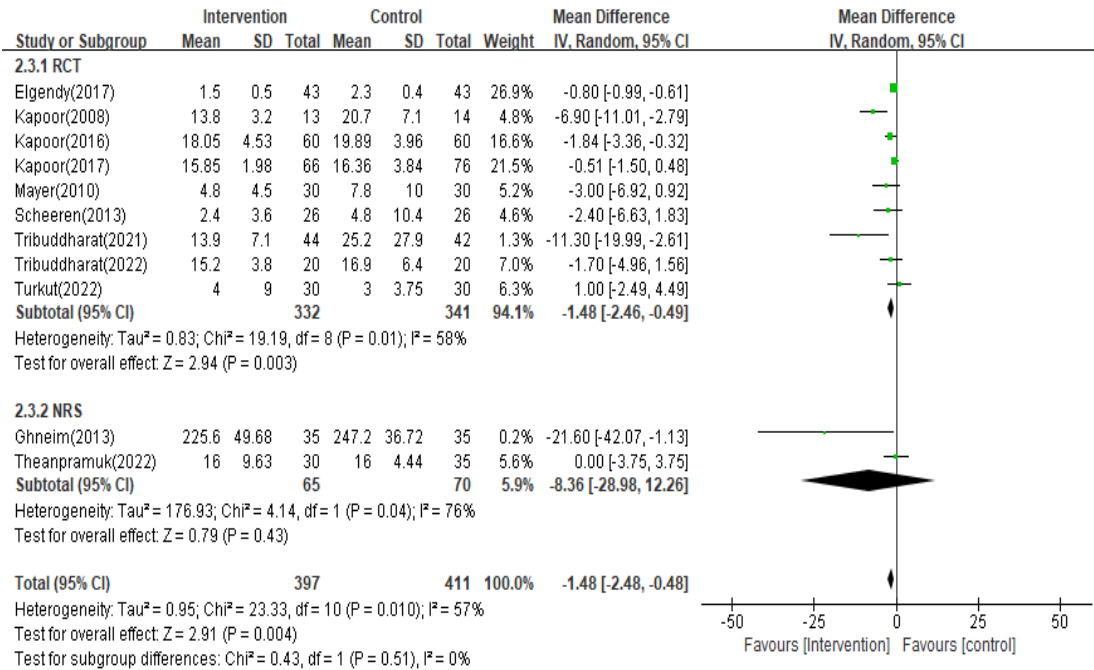


그림 3.23 인공호흡기 유지기간(시간) 메타분석

표 3.12 의료결과에의 영향 요약표

구분	질적 분석				양적 분석			
	무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구		무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구	
	연구 수	연구별 결과방향	연구 수	연구별 결과방향	연구 수	메타분석 결과	연구 수	메타분석 결과
사망률	19	1편: I favour, 16편: NS 2편: NR (문헌에서 통계량 제시)	8	7편: NS 1편: NR	15	통합 RR 0.81 (95% CI 0.59, 1.11), I ² = 0%	6	통합 OR 0.30 (95% CI 0.09, 0.94), I ² = 0%
	2	OR, 모두 유의하지 않음	1	OR, 유의하지 않음				
전체 사건발생	17	8편: I favour 6편: NS 3편: NR (문헌에서 통계량 제시)	15	4편: I favour 9편: NS 2편: NR		메타분석 수행하지 않음		메타분석 수행하지 않음
	5	OR 3편: NS RR 1편: I favour RR 1편: C favour IRR 1편: NS	4	OR 1편: I favour OR 2편: NS IRR 1편: I favour 언급없음 1편: NS *1편에서 OR, IRR 제시	3	통합 OR 1.17 (95% CI 0.75, 1.82), I ² = 0%	3	통합 0.61 (95% CI 0.41, 0.90), I ² = 27%
1인당 전체 임상사건 발생건수	8	3편: I favour 1편: NS 4편: NR	4	1편: I favour 1편: NS 2편: NR				
신장	22	1편: I favour 13편: NS 8편: NR (문헌에서 통계량 제시)	13	2편: I favour 10편: NS 1편: NR	9	통합 RR 0.91 (95% CI 0.64, 1.28), I ² = 0%	12	통합 OR 0.73 (95% CI 0.44, 1.22), I ² = 24%
	1	OR 1편: NS	3	OR 2편: NS NR 1편: NS				
간	3	NS	4	3편: NS 1편: NR	3	통합 RR 0.73 (95% CI 0.30, 1.78), I ² = 0%	3	통합 OR 0.42 (95% CI 0.09, 2.01), I ² = 15%
상처감염	13	1편: I favour 6편: NS 6편: NR	9	1편: I favour 6편: NS 2편: NR	13	통합 RR 0.70 (95% CI 0.44, 1.11), I ² = 23%	9	통합 OR 0.68 (95% CI 0.45, 1.04), I ² = 0%
입원기간	27	10편: I favour 16편: NS	16	4편: I favour, 12편: NS	19	통합 MD -1.14일 (95% CI -1.61, -0.66),	14	통합 MD -0.59일 (95% CI -1.19, 0.00),

구분	질적 분석				양적 분석					
	무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구		무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구			
	연구 수	연구별 결과방향	연구 수	연구별 결과방향	연구 수	메타분석 결과	연구 수	메타분석 결과		
	1편: NR (문헌에서 통계량 제시)									
	3	RD 1편: NS MD 1편: I favour MD 1편: NS	3	MD 1편: NS NR 1편: NS IRR 1편: I favour		$I^2=72%$		$I^2=74%$		
중환자실 재원기간	20편	8편: I favour 11편: NS 1편: NR	8	1편: I favour 7편: NS	17	통합 MD -13.92시간 (95% CI -19.45, -8.39), $I^2=95%$	6	통합 MD 0.53시간 (95% CI -3.79, 4.84), $I^2=50%$		
	(문헌에서 통계량 제시)									
	2	RD 1편: NS MD 1편: I favour	1	NR 1편: I favour						
인공호흡기 유지기간	10	3편: I favour 7편: NS	2	2편: NS	9	통합 MD -1.48시간 (95% CI -2.46, -0.49), $I^2=58%$	2	통합 MD -8.36시간 (95% CI -28.98, 12.26), $I^2=76%$		
	(문헌에서 통계량 제시)									
	1	MD 1편: I favour								

C favour, 비교군에서 임상사건이 덜 발생하거나 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간이 더 짧음; CI, confidence interval; I favour, 중재군에서 임상사건이 덜 발생하거나 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간이 더 짧음; IRR, incidence rate ratio; MD, mean difference; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio; RD, risk difference; RR, risk ratio

1.2.4.2 참고표준검사와의 차이

참고표준검사와의 차이는 75편에서 제시하였으며, 지표별로 CO 60편, CI 17편이었다. 결과는 bias, LOA 및 PE에 대해 분석하였다.

1.2.4.2.1 전체

bias는 54편에서 CO 기준 $-1.7 \text{ L/min} \sim 2.7 \text{ L/min}$ 이었으며, 이 외 1편(De et al., 2011)에서는 중환자실에 있는 패혈증 환자 58명 대상에서 -10.3 L/min 이었다. CI 기준 19편에서는 $-1.78 \text{ L/min/m}^2 \sim 1.3 \text{ L/min/m}^2$ 이었다. 메타분석 결과 CO 기준(36편, 총 1,006명) 통합 MD -0.15 (95% CI $-0.38, 0.09$, $I^2 = 48\%$), CI 기준(11편, 총 110명) 통합 MD -0.06 (95% CI $-0.62, 0.51$, $I^2 = 85\%$)로 연구간 이질성은 CO 중등도, CI는 높음이었다.

LOA는 CO 기준으로 34편(총 865명)에서 95% 신뢰구간 하한값은 $-5.6 \text{ L/min} \sim 2.1 \text{ L/min}$, 상한값은 $-1.3 \sim 6.5 \text{ L/min}$ 이었다. CI 기준으로 10편(총 259명)에서는 95% CI 하한값 $-4.56 \text{ L/min/m}^2 \sim 0.05 \text{ L/min/m}^2$, 상한값 $0.12 \text{ L/min/m}^2 \sim 4.1 \text{ L/min/m}^2$ 이었다.

PE는 52편에서 $15 \sim 82.5\%$ 이었으며, 이 중 단일 평균값을 제시한 48편(총 1,260명)에 대한 전체 평균값은 50.65%, 중앙값은 53.5%로 범위는 $20\% \sim 82.5\%$ 이었다.

표 3.13 참고표준검사와의 차이 요약표

구분	질적 분석		양적 분석	
	문헌 수	결과	문헌 수	결과
Bias	CO	54편 $-1.7 \sim 2.7 \text{ L/min}$	36편	통합 MD -0.15 (95% CI $-0.38, 0.09$), $I^2 = 48\%$
		1편 ICU의 패혈증 환자 대상: -10.3 L/min		
	CI	19편 $-1.78 \sim 1.3 \text{ L/min/m}^2$	5편	통합 MD -0.06 (95% CI $-0.62, 0.51$), $I^2 = 85\%$
LOA	CO	34편 $-5.6 \sim 2.1 / -1.3 \sim 6.5$		
	CI	10편 $-4.56 \sim 0.05, 0.12 \sim 4.1$		
PE		52편 $15 \sim 82.5\%$		
		48편 평균 50.65%, SE 2.20%, SD 15.26		

CI, cardiac index 또는 confidence interval; CO, cardiac output; ICU, intensive care unit; LOA, limit of agreement; MD, mean difference; PE, percentage error; SD, standard deviation; SE, standard error

평가결과

표 3.14 참고표준검사와의 차이(bias 및 LOA)

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사 특징	사용장비	지표	측정시점	bias±SE(or 95% CI)	LOA(범위)	
1	Ordonez(2023)	심장수술환자(10)	CCO	ProAQT	CI	수술 후	0.45	-1.65, 2.3	
2	Wu(2023)	심장수술환자(34)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술 과정	전체	1.46 ± 2.43	-3.31, 6.23
							without IABP	0.54 ± 1.51	-2.42, 3.5
							with IABP	1.89 ± 2.66	-3.32, 7.1
3	Halemani(2022)	간이식(60)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	-0.44 ± 0.4213	NR	
4	Murata(2022)	간이식 환자(32)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정	1.62	-3.04, 6.27	
5	Oh(2022)	심장수술환자(30)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정	-0.94 (95% CI -1.35, -0.52)	-3.64, 1.77	
6	Ylikauma(2022)	심장수술환자(20)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정	0.01 (95% CI -0.05, 0.06)	-1.27, 1.29	
7	Milam(2021)	심장수술환자(44)	ICO	Flotrac(NR)	CO	수술과정	-0.09 ± 1.27	-2.58, 2.4	
8	Eisenried(2019)	심장수술환자(20)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술 전	0.69	-2.5, 3.8	
						수술 후	-0.09	-3.6, 3.4	
9	Kusaka(2019)	심장수술환자(30)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술과정	-0.41 ± 0.72	-1.85, 1.03	
10	Maeda(2019)	심장수술환자(22)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정	0.26	-0.83, 1.35	
11	Lamia(2018)	심장수술환자(21)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술후	-0.4	±2.27	
12	Lin(2018)	심장수술환자(32)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술전	0.16 ± 1.18	-2.15, 2.47	
						수술 후	0.48 ± 1.25	-1.97, 2.94	
13	Asamoto(2017)	혼합(21)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	-0.54	-3.59, 2.7	
14	Biais(2017)	간이식(30)	CCO	ProAQT	CI	수술과정	0.8	-2.2, 3.8	
15	Lee(2017)	간이식(25)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정	요골동맥 카테터	-1.17	±2.92
							대퇴동맥 카테터	-0.71	±3.55
16	Cho(2016)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술과정	0.05	-1.47, 1.37	
17	Eiferman(2016)	혼합(14)	CCO	Flotrac(NR)	CO	ICU	-0.675 ± 2.06	NR	
18	Ganter(2016)	패혈증(47)	ICO	Flotrac(V3)	CO	ICU	0 ± 0.1225	-2.14, 2.14	
19	Kim(2016)	심장수술(24)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	0.2 ± 0.4765	-1.87, 2.39	
20	Montenij(2016)	심장수술(22)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	전체	-0.69 (95% CI -1, -0.36)	-2.9, 1.5
							수액 주입 전	-0.68 (95% CI -1.1, -0.3)	-2.5, 1.1
							수액 주입 후	-0.7 (95% CI -1.1, -0.32)	-2.5, 1.1
21	Shih(2016)	간이식(40)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정	0.51 ± 1.64	NR	
22	Terada(2016)	신이식(15)	ICO	Flotrac(V3)	CO	전체	0.04	NR	
23	Tomasi(2016)	간이식(13)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	-0.55	-2.31, 1.21	

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사 특징	사용장비	지표	측정시점	bias ± SE(or 95% CI)	LOA(범위)	
24	Montenij(2015)	대동맥류(22)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	0.54	-3, 4	
					CI	수술과정	0.17 ~ 0.91	NR	
25	Suehiro(2015a)	심장수술(23)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술전	-0.66	-2.55, 1.23	
26	Suehiro(2015b)	하향대동맥치환술 (16)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	0.05	NR	
27	Tejedor (2015)	비만수술(8)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술전	전체	1.6 ± 0.6865	NR
							앞은 상태	1.8 ± 0.6973	NR
							누운 상태	1.3 ± 0.6865	NR
28	Wacharasint (2014)	심장수술(50)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	0.7 ± 1.36	-2.5, 3.9	
29	Desebbe(2013)	심장수술(25)	NR	Flotrac(V3)	CO	수술과정	0.2	-3.3, 2.9	
30	Marque(2013)	패혈증(18)	CCO	Flotrac(V3)	CI	ICU	전체	-0.1 ± 2.1	NR
							안정기	-0.1 ± 1.4	NR
31	Slagt(2013)	패혈증(19)	ICO	Flotrac(V3)	CO	ICU	1.7 ± 2.4	-3, 6.5	
32	Lu(2012)	심장수술(50)	CCO	Flotrac(V1)	CI	수술과정	전체	0.26 ~ 0.48	0.05, 0.12
							전체	-0.8	-5.6, 4
33	Su(2012)	간이식(28)	CCO	Flotrac(V3)	CO	전체	Child-Pugh A	0.6	-2.9, 4.2
							Child-Pugh B	-0.8	-4.8, 3.2
							Child-Pugh C	-1.7	-6.7, 3.4
							전체	0.22	-3.13, 3.58
34	Tsai(2012)	간이식(20)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정	Child-Pugh A and B	-0.23 ± 1.59	-3.34, -2.89
							수술전	요골동맥 카테터	-0.2
35	Vasdev(2012)	심장수술(40)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술후	대퇴동맥 카테터	0.07	-0.86, 1
							요골동맥 카테터	-0.07	-1.36, 1.21
							대퇴동맥 카테터	0.21	-0.86, 1.27
36	Akiyoshi(2011)	간이식(20)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술전	0.89 ± 1.35	-1.76, 3.54	
				Flotrac(V1)	CO	수술전	1.73 ± 1.09	-0.41, 3.87	
37	Biancofiore(2011)	간이식(21)	ICO	Flotrac(V3)	CI	수술과정	0.4 (95% CI 0.2, 0.5)	-1.9, 2.7	
38	De(2011)	패혈증(58)	ICO	Flotrac(V3)	CO	ICU	0.2 (95% CI -3.7, 4.2)	NR	
				Flotrac(V1)	CO		-10.4 (95% CI -15.4, -5.3)	NR	
39	Haenggi(2011)	심정지 환자(8)	CCO	Flotrac(V1)	CO	심폐소생	저체온	0.23 ± 0.66	-1.06, 1.51

평가결과

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사 특징	사용장비	지표	측정시점		bias ± SE(or 95% CI)	LOA(범위)
						수술후	정상체온		
40	Jo(2011)	심장수술(50)	CCO	Flotrac(V1)	CI	수술후	정상체온	0.77 ± 0.72	-0.64, 2.18
41	Saraceni(2011)	중환자실(21)	ICO	Flotrac (V 1.07) Flotrac (V 1.10)	CO		수술과정	-0.07	0.67
42	Teng(2011)	심장수술(31)	ICO	Flotrac(NR)	CO		ICU	-0.18	-4.9, 4.54
43	Vetrugno(2011)	심장수술(20)	ICO CCO ICO CCO ICO CCO	Flotrac(V1)	CO	수술후	수술중	-0.97	-4.63, 2.69
44	Cecconi(2010)	중환자실(29)	ICO	Flotrac(V1)	CO		수술후	2.7	±5.4
45	Hadian(2010)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V1)	CO		전체	-0.5 ± 0.86	95% CI -2.22, 1.22
46	Hamm(2010)	심장수술(9)	CCO ICO	Flotrac(V1)	CO		수술중	-0.06 ± 0.92	95% CI -1.91, 1.78
47	Hofer(2010)	심장수술(26)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정	수술후	-0.41 ± 0.88	95% CI -2.17, 1.34
48	Jeong(2010)	심장수술(30)	CCO	Flotrac(V1)	CO		수술후	0.18 ± 0.95	95% CI -1.73, 2.08
49	Krejci(2010)	간이식(20)	ICO	Flotrac(V1)	CI		수술후	-0.56 ± 0.85	95% CI -2.26, 1.14
50	Schramm(2010)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정	수술후	-0.36 ± 0.88	95% CI -2.12, 1.4
51	Slagt(2010)	패혈증(4) 패혈증(5)	ICO	Flotrac (V1.07) Flotrac (V1.10)	CO		ICU	-1.1	-4.8, 4.6
52	Biais(2009)	간이식(69)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술후	중재검사 참고표준 검사	-0.43	±3.37*
							중재검사 참고표준 검사	-0.1 ± 1.1	4.4*
							중재검사 참고표준 검사	-0.1 ± 1.2	4.6*
							중재검사 참고표준 검사	0.2 ± 2.1	NR
							중재검사 참고표준 검사	0.2 ± 2	NR
							중재검사 참고표준 검사	-0.23 (범위 -1.4, 0.9)	-2.5, 2
							중재검사 참고표준 검사	-1.78	-4.56, 0.99
							중재검사 참고표준 검사	0.35 ± 1.88	NR
							중재검사 참고표준 검사	0.11 ± 1.8	NR
							중재검사 참고표준 검사	-1.6 ± 1.6	-4.8, 1.5
							중재검사 참고표준 검사	-1.2 ± 1.1	-3.5, 1
							중재검사 참고표준 검사	6.2 (5.5-7.7)*	NR
							중재검사 참고표준 검사	6.3 (5.5-8.2)*	NR
							중재검사 참고표준 검사	5.6 (5.2-6.7)*	NR
							중재검사 참고표준 검사	5.8 (5.2-6.9)*	NR

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사 특징	사용장비	지표	측정시점	bias ± SE(or 95% CI)	LOA(범위)	
검사									
53	Biancofiore (2009)	간이식(31)	ICO	Flotrac(V1)	CI	수술과정	-1.3 ± 0.4469	-1.5, 4.1	
54	Chakravarthy (2009)	심장수술(20)	CCO	Flotrac(NR)	CI	수술과정 및 수술후	0.18 ± 0.06	-0.84, 0.79	
55	Eleftheriadis (2009)	심장수술(16)	ICO	Flotrac(NR)	CO	수술전	0.4	-1.3, 2.1	
56	Jung(2009)	심장수술(15)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CI	수술과정	-0.093 ± 0.485	NR	
57	Marque(2009)	심장수술(29)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술후	전체 안정기	-0.1 ± 1.2 0.1 ± 0.9	NR NR
58	Ostergaard (2009)	심장수술(27)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술전	-0.511 (95% CI -0.89, -0.12)	-2.37, 1.36	
59	Senn(2009)	심장수술(50)	ICO	Flotrac (V1.03)	CO	수술후	-0.1 ± 2.1	NR	
				Flotrac (V1.07)	CO		-0.3 ± 1.1	NR	
60	Biais(2008a)	간이식(40)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술후	중재검사-초기	5.8 (5.3-6.5)*	NR
							참고표준검사-초기	6.0 (5.3-7.2)*	NR
							중재검사 -수액주입 후	6.6 (6.2-7.3)*	NR
							참고표준검사 -수액 주입 후	7.3 (6.4-8.0)*	NR
61	Biais(2008b)	간이식(20)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술 과정	전체	-0.9 ± 0.5908	-1.8, 3.5
							Child-Pugh A	-0.025 ± 0.34	-0.64, 0.69
							Child-Pugh A	0.43 ± 1.1	-1.7, 2.6
62	Della(2008)	간이식(18)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정	0.95 ± 1.41	-1.88, 3.77	
			CCO				1.29 ± 1.28	-1.27, 3.86	
63	Mehta(2008)	심장수술(12)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정	0.26 ± 0.66	NR	
64	Staier(2008)	심장수술(30)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CO	수술전후	-0.26 ~ 0.24	NR	
65	Zimmermann (2008)	심장수술(30)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CO	수술과정	-0.13 ± 1.53	-3.13, 2.86	

평가결과

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사 특징	사용장비	지표	측정시점	bias ± SE(or 95% CI)	LOA(범위)	
66	Breukers(2007)	심장수술(20)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CO	수술후	-0.14 ± 1	-2.14, 1.87	
67	Cannesson (2007)	심장수술(11)	ICO	Flotrac(NR)	CO	수술과정	0.27 ± 0.4317	NR	
68	Chakravarthy (2007)	심장수술(15)	CCO	Flotrac(NR)	CO	수술과정	0.15 ± 0.04	NR	
69	Lorsomradee (2007a)	심장수술(20)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술 전	심장수술환자	-3%	95% CI -59%, 53%
						수술 후		-1%	95% CI -51%, 50%
						수술 전	AS	-5%	95% CI -34%, 24%
						수술 후		1%	95% CI -28%, 30%
						수술 전	AI	-32%	95% CI -4%, 68%
						수술 후		-2%	95% CI -35%, 32%
수술 전후	IABP	-14%	95% CI -84%, 57%						
70	Lorsomradee (2007b)	심장수술(36)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술전후	0.12	-3.25, 3.49	
						수술전	-0.21	-2.97, 2.55	
						수술후	0.01	-3.79, 3.81	
71	McGee(2007)	패혈증(84)	ICO	Flotrac(NR)	CO	ICU(69명 수술환자, 나머지 ICU)	0.2 ± 1.28	-2.36, 2.75	
72	Opdam(2007)	심장수술(6)	ICO, CCO	Flotrac(NR)	CI	수술후	전체	0.21	-0.81, 1.23
							ICO	-0.0057	-1.20, 1.19
							CCO	0.2436	-0.74, 1.22
							요골동맥 카테터	-0.0244	-0.52, 0.57
							대퇴동맥 카테터	0.0057	-1.20, -1.24
73	Prasser(2007)	중환자실(20)	ICO	Flotrac(V1)	CO	ICU	0.02 (95% CI -0.4, 0.44)	-2.9, 2.94	
74	Sander(2006)	심장수술(30)	ICO	Flotrac(NR)	CO	전체	0.6	-2.2, 3.4	

AS, aortic stenosis; AI, aortic insufficiency; CCO, continuous cardiac output; CI, cardiac index 또는 confidence interval; CO, cardiac output; Flotrac(NR), Flotrac 장비를 이용하였으며 버전은 구체적으로 언급하고 있지 않음; IABP, intra-aortic balloon pump; ICO, intermittent cardiac output; ICU, intensive care unit; IQR, interquartile range; LOA, limit of agreement; NR, not reported; PAC(NR), 폐동맥카테터를 이용한 열회석법, intermittent인지 continuous인지 구체적 방법 제시하지 않음; PEEP, positive end-expiratory pressrue; SE, standard error; ZEEP, zero end-expiratory pressrue

*중앙값(IQR)

CO 단위, L/min; CI 단위: L/min/m²

표 3.15 참고표준검사와의 차이(PE)

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사	사용장비	지표	측정시점	PE, %	
1	Ordonez(2023)	심장수술(10)	CCO	ProAQT	CI	수술 후	82.5	
2	Wu(2023)	심장수술(34)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정중	전체	72.98
							without IABP	51.19
							with IABP	75.62
3	Halemani(2022)	간이식(60)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	44.67-68.08	
4	Murata(2022)	간이식(32)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정 중	54.36	
5	Oh(2022)	심장수술(30)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정 중	66.1 (95% CI 52.4, 85.8)	
6	Ylikauma(2022)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정 중	56.8 (95% CI 44.4, 69.2)	
7	Milam(2021)	심장수술(44)	ICO	Flotrac(NR)	CO	수술과정 중	53	
8	Eisenried(2019)	심장수술(20)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술 전	69.7	
						수술 후	59.3	
9	Kusaka(2019)	심장수술(30)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술과정 중	37.1	
10	Maeda(2019)	심장수술(22)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정 중	49.5	
11	Lamia(2018)	심장수술(21)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술 후	40	
12	Lin(2018)	심장수술(32)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술 전	61.82	
						수술 후	51.8	
13	Asamoto(2017)	혼합(21)	ICO	Flotrac(V3)	CI	수술과정 중	74.4	
14	Biais(2017)	간이식(30)	CCO	ProAQT	CI	수술과정 중	65 (95% CI 60, 71)	
15	Lee(2017)	간이식(25)	ICO	Flotrac(V4)	CI	수술과정 중 요골동맥 카테터	64.4	
						수술과정 중 대퇴동맥 카테터	74.2	
16	Cho(2016)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술과정 중	33.8	
17	Ganter(2016)	패혈증(47)	ICO	Flotrac(V3)	CO	ICU	34.5 (95% CI 25.5 to 44.5)	
18	Kim(2016)	심장수술(24)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	41.7	
19	Montenij(2016)	심장수술(22)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	전체	55 (95% CI 45, 66)
							수액주입 전	48 (95% CI 34, 62)
							수액주입 후	43 (95% CI 30, 56)
20	Shih(2016)	간이식(40)	CCO	Flotrac(V4)	CO	수술과정 중	42.2	
21	Terada(2016)	신이식(15)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술 후	42.5	
22	Tomasi(2016)	간이식(13)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	55	

평가결과

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사	사용장비	지표	측정시점	PE, %	
23	Montenij(2015)	대동맥류(22)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	58 (범위, 49-68)	
24	Suehiro(2015a)	심장수술(23)	ICO	Flotrac(V4)	CO	수술 전	55.4	
25	Suehiro(2015b)	하향대동맥치환술(16)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술 전	46.9	
26	Tejedor(2015)	비만수술(8)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술 전	1.8 ± 0.6973	
27	Desebbe(2013)	심장수술(25)	PAC(NR)	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	65.5	
28	Marque(2013)	패혈증(18)	CCO	Flotrac(V3)	CI	ICU	전체	64
							안정기	46
29	Slagt(2013)	패혈증(19)	ICO	Flotrac(V3)	CO	ICU	전체	75
							Child-Pugh A	61
30	Su(2012)	간이식(28)	CCO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 및 수술 후	Child-Pugh B	64
							Child-Pugh C	78
							전체	54.93
31	Tsai(2012)	간이식(20)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술과정 중	Child-Pugh A and B	56.52
							전체	22
32	Vasdev(2012)	심장수술(40)	ICO	Flotrac(V3)	CO	수술 전	요골동맥 카테터	20
							전체	20
							수술 후	23
							수술 전	20
							수술 후	19
33	Akiyoshi(2011)	간이식(20)	ICO	Flotrac (V1, V3)	CO	수술전	Flotrac(V3)	37.5
							Flotrac(V1)	30.3
34	Biancofiore(2011)	간이식(21)	ICO	Flotrac(V3)	CI	수술과정 중	52 (95% CI 49, 55)	
35	De(2011)	패혈증(58)	ICO	Flotrac (V1, V3)	CO	ICU	Flotrac(V3)	30.4
							(95% CI 23.6, 37.2)	
							Flotrac(V1)	28.6
						(95% CI 20, 37.2)		
36	Haenggi(2011)	심정지 환자(8)	CCO	Flotrac(V1)	CO	심폐소생술 후	저체온	34
						정상체온		24
37	Jo(2011)	심장수술(50)	CCO	Flotrac(V1)	CI	수술과정 중	26.9	
38	Vetrugno(2011)	심장수술(20)	ICO, CCO	Flotrac(V1)	CO	수술과정 중	전체	±37.00
							전체	±37.80
							ICU	±40.87

연번	제1저자(연도)	연구대상(N)	참고표준검사	사용장비	지표	측정시점		PE, %
						수술과정 중	CCO	±41.48
						수술 후	ICO	±34.43
						수술 후	CCO	±34.87
39	Youn(2011)	심장수술(50)	CCO	Flotrac(V1)	CI	수술과정중		26.9
40	Cecconi(2010)	중환자실(29)	ICO	Flotrac(V1)	CO	ICU		55
41	Hadian(2010)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술후 ICU		59
42	Hamm(2010)	심장수술(9)	ICO, CCO	Flotrac(V1)	CO	수술과정 및 수술 후	CCO	46
							ICO	48
43	Jeong(2010)	심장수술(30)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술과정중		57
44	Krejci(2010)	간이식(20)	ICO	Flotrac(V1)	CI	수술과정중		68.5
45	Schramm(2010)	심장수술(20)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정중	요골동맥 카테터	76
							대퇴동맥 카테터	69
46	Slagt(2010)	패혈증(9)	ICO	Flotrac(V1)	CO	ICU	Flotrac(V1.07)	48
							Flotrac(V1.10)	32
47	Biancofiore(2009)	간이식(31)	ICO	Flotrac(V1)	CI	수술과정 중		54
48	Jung(2009)	심장수술(15)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CI	수술과정 중		38.6-56.8
49	Ostergaard(2009)	심장수술(27)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술 전		48
50	Senn(2009)	심장수술(50)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술 후 ICU	Flotrac(V1.03)	37.5
							Flotrac(V1.07)	21.6
							전체	43
51	Biais(2008b)	간이식(20)	CCO	Flotrac(V1)	CO	수술과정 및 ICU	Child-Pugh A	15
							Child-Pugh B	40
							Child-Pugh C	40
52	Della(2008)	간이식(18)	ICO, CCO	Flotrac(V1)	CO	수술과정 및 수술 후	ICO	25.6
							CCO	29.4
53	Mehta(2008)	심장수술(12)	ICO	Flotrac(V1)	CO	수술과정 중		29
54	Staier(2008)	심장수술(30)	PAC(NR)	Flotrac(NR)	CO	수술전 후		36-56
55	Sander(2006)	심장수술(30)	ICO	Flotrac(NR)	CO	전체		54

CCO, continuous cardiac output; CI, cardiac index 또는 confidence interval; CO, cardiac output; IABP, intra-aortic balloon pump; ICO, intermittent cardiac output; ICU, intensive care unit; NR, not reported; PAC, pulmonary artery catheter; PAC(NR), 폐동맥카테터를 이용한 열희석법, intermittent인지 continuous인지 구체적 방법 제시하지 않음; PE, percentage error

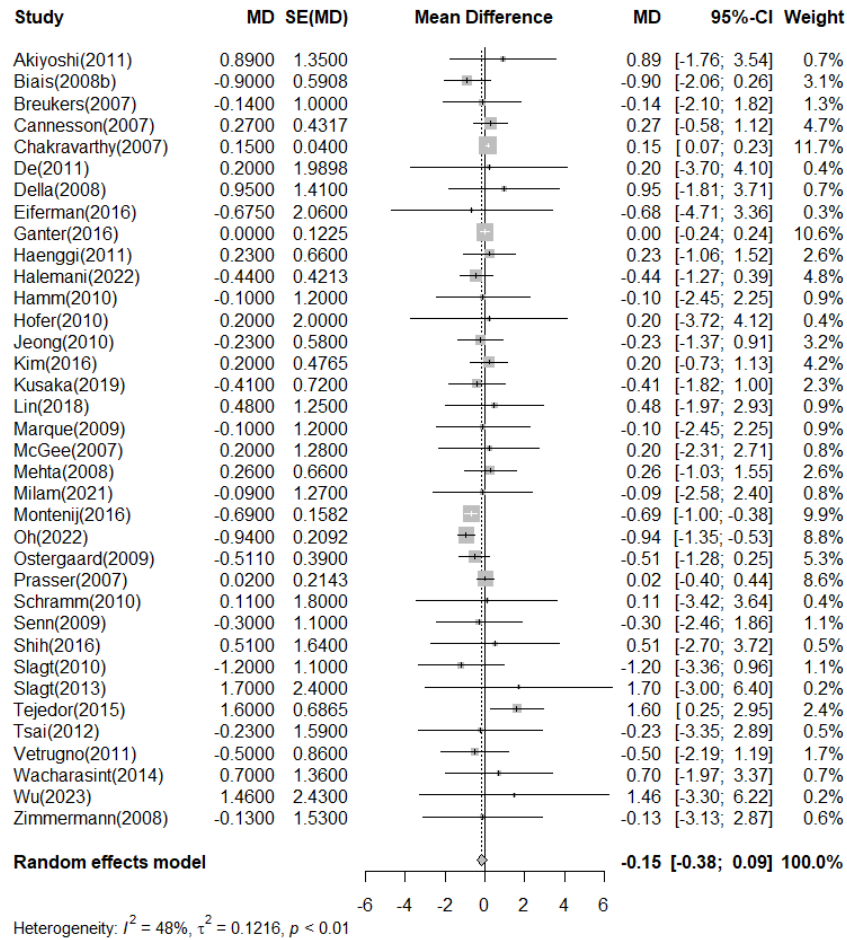


그림 3.24 참고표준검사와의 차이(cardiac output, bias)

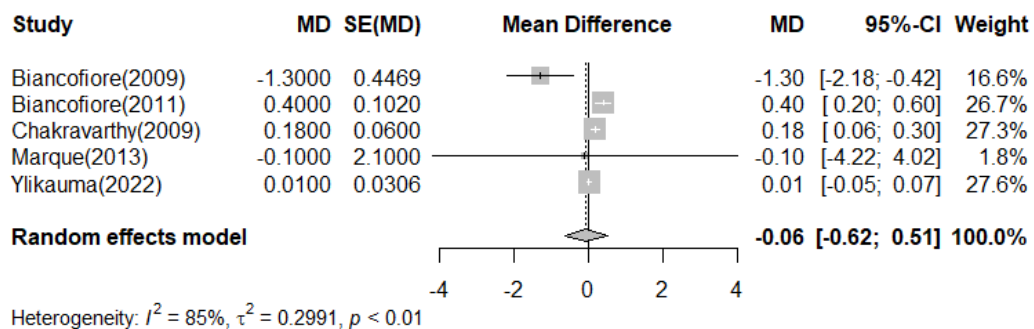


그림 3.25 참고표준검사와의 차이(cardiac index, bias)

1.2.4.2.2 하위군 분석

참고표준검사 특징, 장비버전, 연구대상자, 측정시점에 따른 bias 결과(CO 기준)는 다음과 같다.

참고표준검사 특징별 bias는 ICO 기준(23편) 통합 MD -0.02 (95% CI -0.34, 0.30, $I^2 = 17\%$), CCO 기준(13편) 통합 MD -0.24 (95% CI -0.63, 0.16, $I^2 = 62\%$)로 ICO 기준이었을 때 bias가 더 작았으나 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p = 0.40$).

장비버전별 bias는 Flotrac V1 기준(16편) 통합 MD -0.15 (95% CI -0.44, 0.15, $I^2 = 37\%$), Flotrac V3 기준(10편) 통합 MD 0.02 (95% CI 0.5, 0.54, $I^2 = 59\%$), Flotrac V4 기준(5편) 통합 MD -0.66 (95% CI -1.30, -0.01, $I^2 = 0\%$)로 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p = 0.26$)

연구대상자별 bias는 간이식 환자(6편) 통합 MD -0.39 (95% CI -1.00, 0.22, $I^2 = 0\%$), 심장수술 환자(21편) 통합 MD -0.24 (95% CI -0.55, 0.07, $I^2 = 64\%$), 심정지 환자(1편) MD 0.23 (95% CI -1.06, 1.52), 중환자실 환자(1편) MD 0.02 (95% CI -0.40, 0.44), 패혈증 환자(5편) 통합 MD -0.01 (95% CI -0.24, 0.23, $I^2 = 0\%$), 비만수술 환자(1편) MD 1.60 (95% CI 0.25, 2.95)으로 패혈증 환자에서 bias가 가장 작게 나타났으나 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p = 0.12$)

측정시점별 bias는 수술 전(4편) 통합 MD 0.42 (95% CI -0.77, 1.61, $I^2 = 60\%$), 수술 중(20편) 통합 MD -0.29 (95% CI 0.61, 0.04, $I^2 = 66\%$), 수술 후(3편) 통합 MD 0.22 (95% CI -0.53, 0.97, $I^2 = 0\%$), ICU(8편) 통합 MD 0.00 (95% CI -0.21, 0.20), 심폐소생술 후(1편) MD 0.23 (95% CI -1.06, 1.52), 수술과정을 포함한 전체(1편) MD -0.50 (95% CI -2.19, 1.19)로 ICU에 있을 때 bias가 가장 작았으며, 그룹 간 유의한 차이는 없었다($p = 0.58$).

표 3.16 하위군 분석(bias) 요약표

bias		문헌수	메타분석 결과	하위그룹 간 차이, p
참고표준검사별	ICO	23	통합 MD -0.02 (95% CI -0.34, 0.30), $I^2 = 17\%$	0.40
	CCO	13	통합 MD -0.24 (95% CI -0.63, 0.16), $I^2 = 62\%$	
장비별	V1	16	통합 MD -0.15 (95% CI -0.44, 0.15), $I^2 = 37\%$	0.26
	V3	10	통합 MD 0.02 (95% CI -0.50, 0.54), $I^2 = 59\%$	
	V4	5	통합 MD -0.66 (95% CI -1.30, -0.01), $I^2 = 0\%$	
연구대상자별	간이식	6	통합 MD -0.39 (95% CI -1.00, 0.22), $I^2 = 0\%$	0.12
	심장수술	21	통합 MD -0.24 (95% CI -0.55, 0.07), $I^2 = 64\%$	
	심정지	1	MD 0.23 (95% CI -1.06, 1.52)	
	중환자실	1	MD 0.02 (95% CI -0.40, 0.44)	
	패혈증	5	통합 MD -0.01 (95% CI -0.24, 0.23), $I^2 = 0\%$	
	비만수술	1	MD 1.60 (95% CI 0.25, 2.95)	
측정시점별	전체	1	MD -0.50 (95% CI -2.19, 1.19)	0.58
	수술 중	20	통합 MD -0.29 (95% CI -0.61, 0.04), $I^2 = 66\%$	
	수술 전	4	통합 MD 0.42 (95% CI -0.77, 1.61), $I^2 = 60\%$	
	수술 후	3	통합 MD 0.22 (95% CI -0.53, 0.97), $I^2 = 0\%$	
	ICU	8	통합 MD -0.00 (95% CI -0.21, 0.20)	
	심폐소생술 후	1	MD 0.23 (95% CI -1.06, 1.52)	

CCO, continuous cardiac output; CI, confidence interval; ICO, intermittent cardiac output; ICU, intensive care unit; MD, mean difference

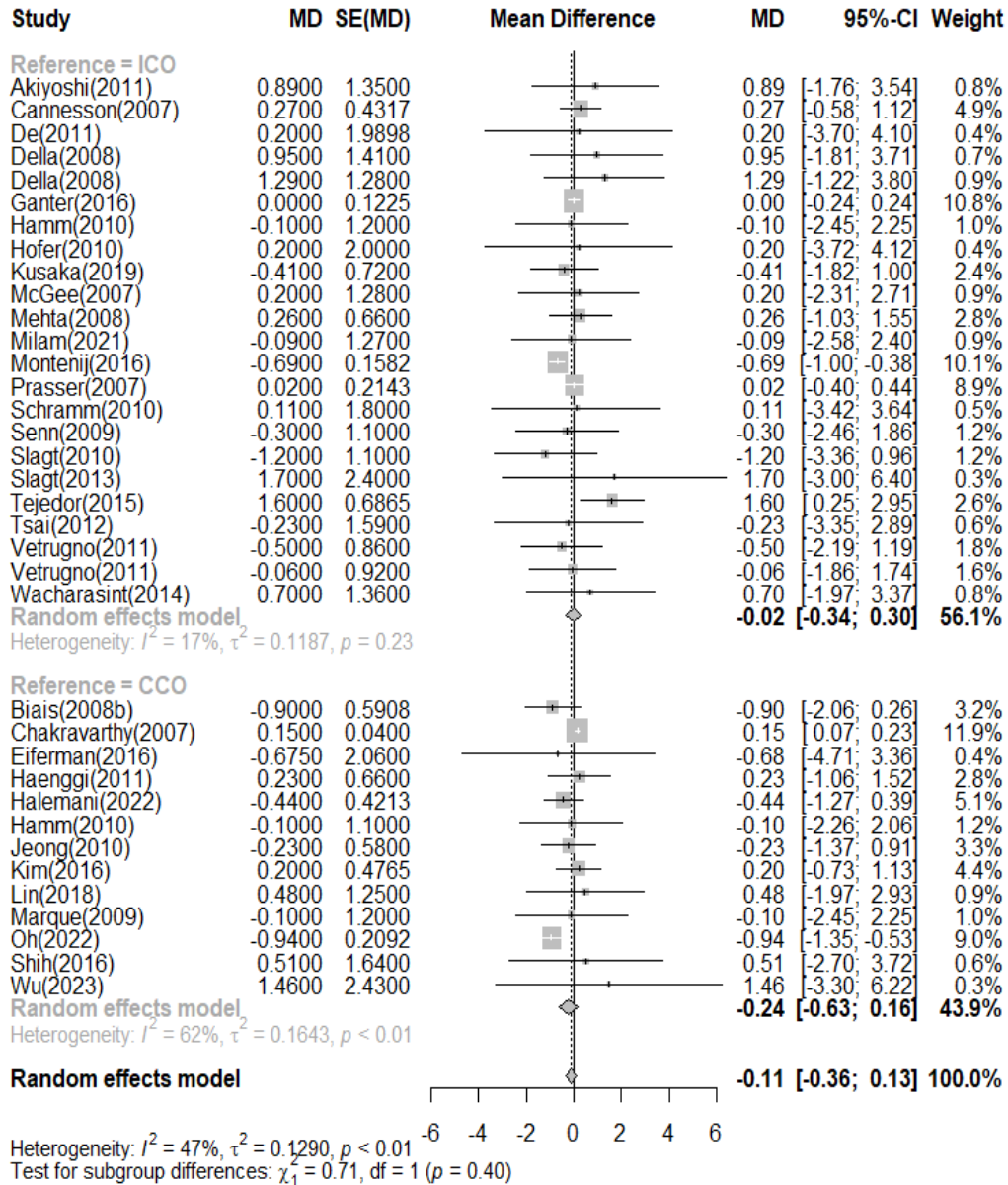


그림 3.26 하위군 분석(bias, 참고표준검사 특징별)

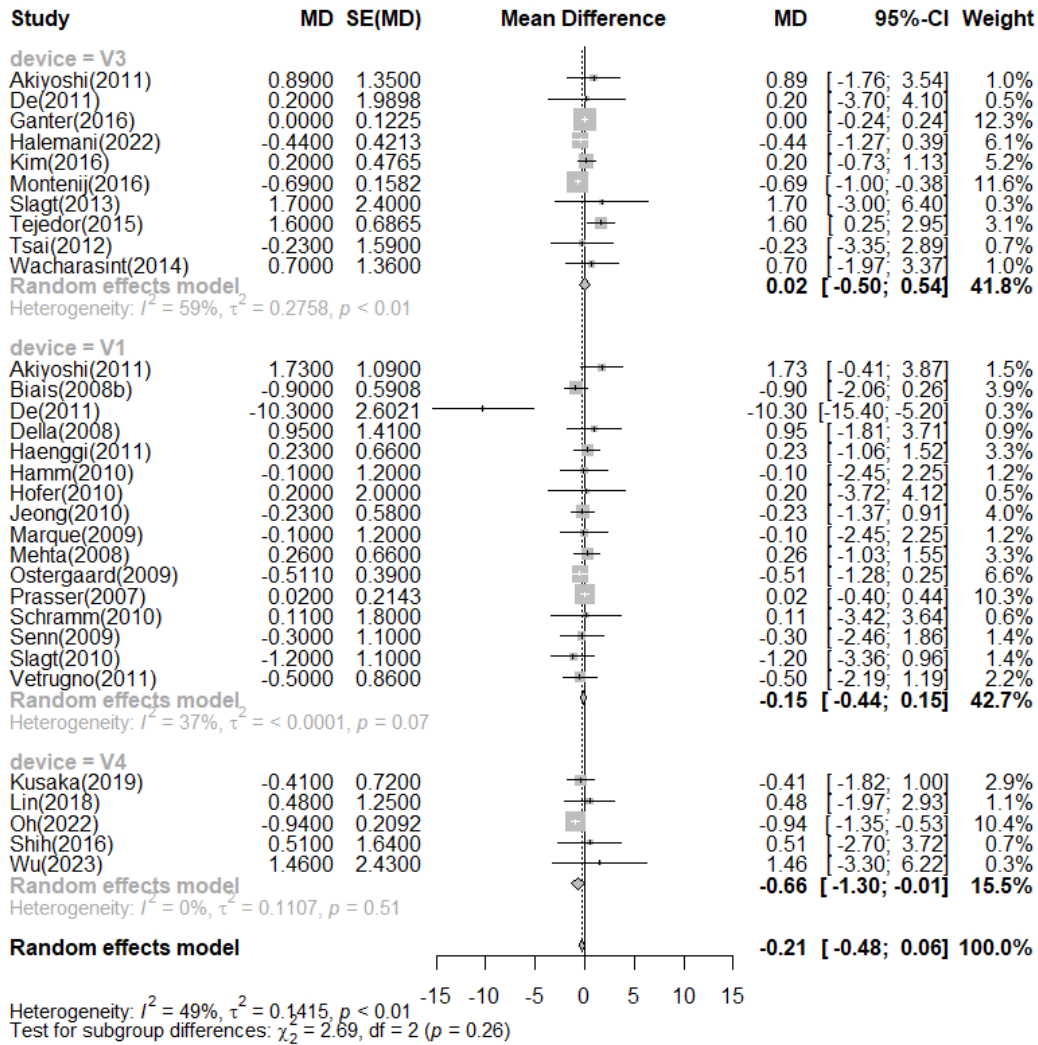


그림 3.27 하위군 분석(bias, 장비버전별)

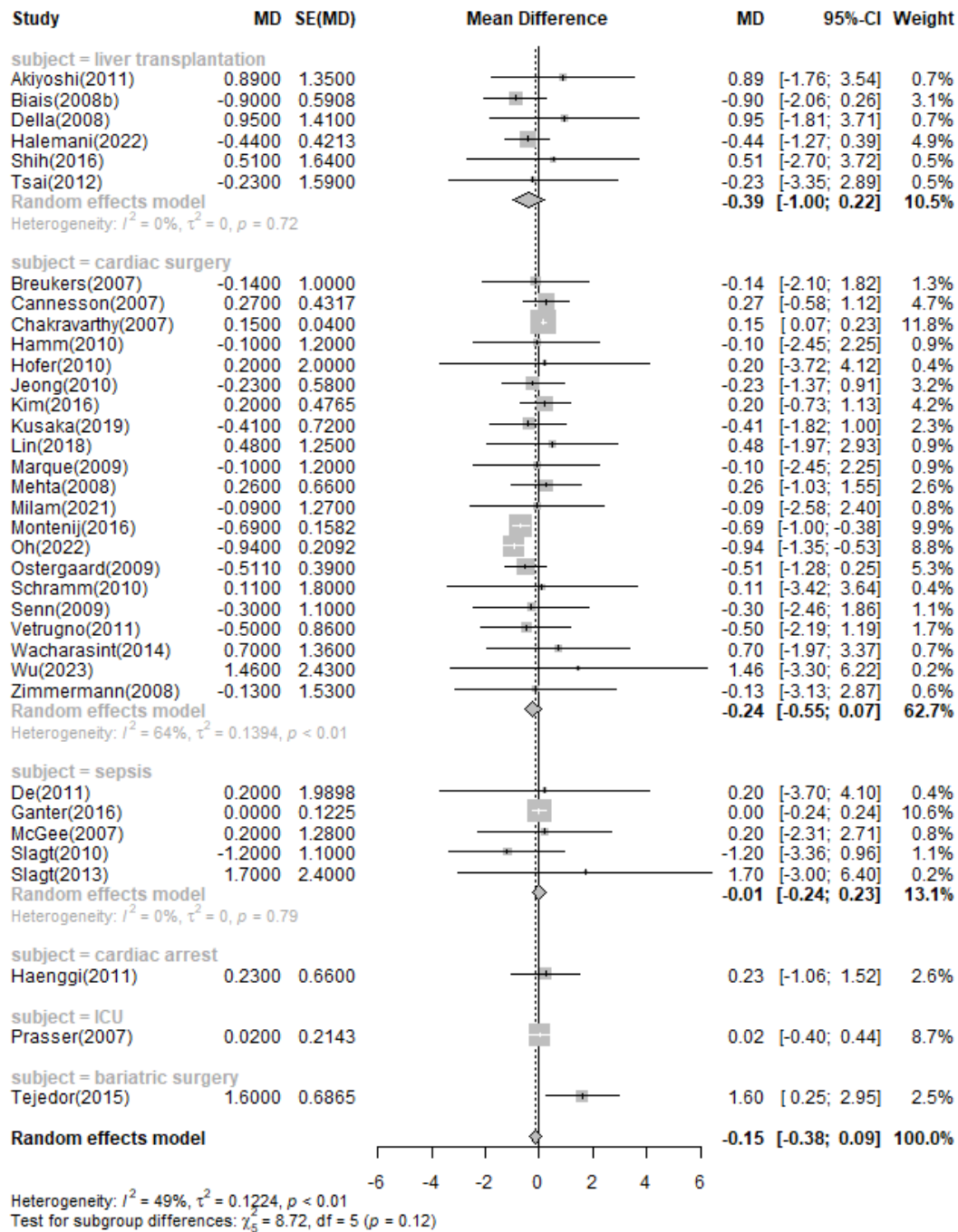


그림 3.28 하위군 분석(bias, 연구대상자별)

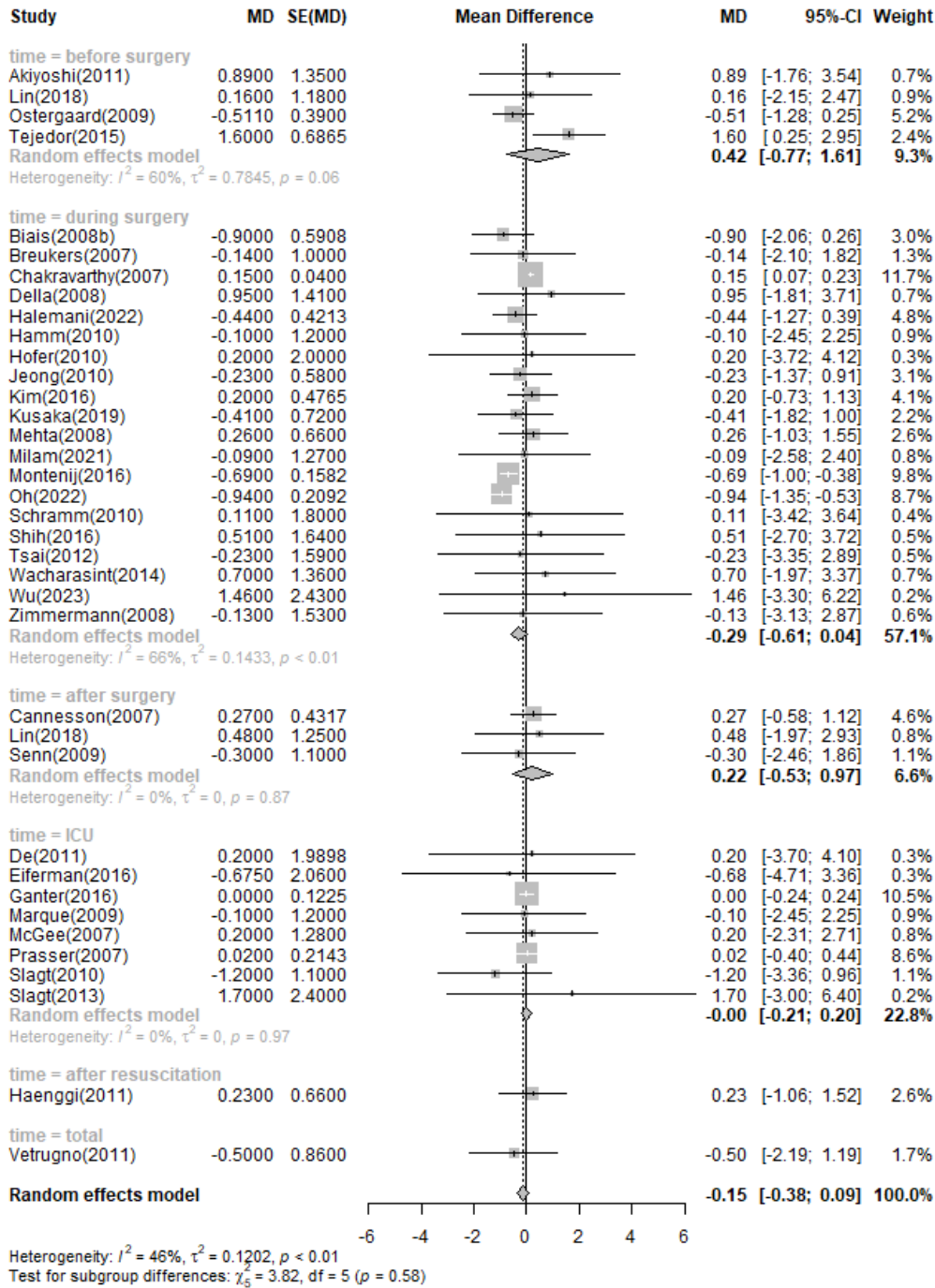


그림 3.29 하위군 분석(bias, 측정 시점별)

1.3 경제성

1.3.1 선택문헌 특성

동맥압에 기초한 심기능 측정의 경제성 분석 연구는 총 4편이었다. 연구국가는 중국, 프랑스, 이탈리아, 체코 각각 1편씩이었다. 이 중 모형을 이용한 경제성 분석 연구는 1편(Legrand et al., 2015)으로 고위험 복부수술 환자를 대상으로 분석적 결정모형을 이용하여 점증적 비용 효과비(incremental cost-effectiveness ratios, 이하 'ICER')로 보고하였고 할인율은 5%로 적용하였다. 모형을 이용하지 않고 비용 비교를 보고한 연구는 3편으로 RCT 2편, NRS 1편이었으며, 동맥압에 기초한 심기능 측정으로 수액조절을 수행한 중재군과 기존 방법으로 수액조절을 수행한 비교군 간 입원 비용 또는 총 비용 등을 비교하였다(표 3.17).

표 3.17 경제성 문헌의 특성

연번	연구 유형	제1저자 (연도)	국가	대상	중재군* (사용장비) (N)	비교군† (N)	결과지표	할인율
모형 이용								
1	경제성	Legrand (2015)	프랑스	중등도 고위험 복부수술	Flotrac (NR)	CCA	ICER ^{‡§}	5%
단순 비용 비교								
1	RCT	Liu (2021)	중국	위장관 수술	Flotrac V4(60)	STD (60)	병원비용	NR
2	NRS	Torregiani (2018)	이탈리아	간담체 수술	Flotrac V1(71)	STD (76)	비용 [§] 비교	NR
3	RCT	Benes (2014)	체코	복강내 수술	Flotrac V1(60)	STD (60)	총 비용 비교	고려안함

CCA, conventional clinical assessment; ICER, incremental cost-effectiveness ratios; N, 대상자수; NR, not reported; NRS, non randomized study; RCT, randomized controlled trial; STD, standard care

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

‡분석적 결정모형 이용

§약물, 수술절차, 입원, 진단검사 4가지 항목 비용 비교

1.3.2 경제성 분석결과

Legrand 등(2015)는 RCT에 대한 메타분석을 통해 효율성 결과를 도출하고, 분석적 결정모형(analytical decision model)을 이용하여 병원 사망률 및 주합병증 회피 관련 ICER를 확인하였다(표 3.18). 그 결과 중재군이 비교군에 비해 효과적이고 비용이 적게 들었다.

중재군과 비교군 간 비용을 비교한 3편(Liu et al., 2021; Torregiani et al., 2018; Benes et al., 2014) 중 1편에서는 수술 중 및 모니터링 시 중재군의 비용이 높았고, 수술 후 검사나 절차에 있어서는 비교군의 비용이 유의하게 높았으며, 총 비용은 유의한 차이가 없었다. 전체 수술 후 관리에 소요되는 총 비용의

절감이 중재검사 및 수술 중 모니터링에 필요한 투자 비용을 상쇄할 수 있는 경향을 보여준다고 보고하였다. 나머지 2편에서는 중재군과 비교군 간 병원 비용에 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.19).

표 3.18 경제성 분석결과(분석적 결정모델 이용)

제1저자(연도)	지표	ED+CCA vs CCA	APPWA+CCA vs CCA	ED+CCA vs APPWA+CCA
Legrand(2015)	Major complication avoided			
	Incremental cost(€)	-159.3	-398.1	238.8
	Incremental effectiveness	0.072	0.129	-0.057
	ICER	Dominant	Dominant	Dominated
	Death avoided			
	Incremental cost(€)	-159.3	-398.1	238.8
	Incremental effectiveness	0.021	0.018	0.003
	ICER	Dominant	Dominant	79,600

APPWA, arterial pulse pressure waveform analysis; CCA, conventional clinical assessment; ED, esophageal doppler; ICER, incremental cost -effectiveness ratios

표 3.19 경제성 분석결과(비용비교)

제1저자(연도)	연구 결과																																																																				
	<ul style="list-style-type: none"> 전체 수술 후 관리에 소요되는 총 비용의 절감 양상은 GDT 및 수술 중 모니터링에 필요되는 투자비용을 상쇄할 수 있는 경향을 보여줌 																																																																				
Benes(2014)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>중재군*</th> <th>비교군†</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전체</td> <td>2,877 ± 2,336</td> <td>3,331 ± 3,238</td> <td>0.596</td> </tr> <tr> <td>수술 중</td> <td>986 ± 351</td> <td>830 ± 469</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>마취</td> <td>493 ± 157</td> <td>540 ± 184</td> <td>0.094</td> </tr> <tr> <td>모니터링</td> <td>296 ± 0</td> <td>20 ± 0</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>수액주입</td> <td>37 ± 17</td> <td>32 ± 17</td> <td>0.173</td> </tr> <tr> <td>수혈</td> <td>160 ± 241</td> <td>237 ± 336</td> <td>0.264</td> </tr> <tr> <td>수술 후</td> <td>1,891 ± 2,170</td> <td>2,501 ± 3,152</td> <td>0.177</td> </tr> <tr> <td>환자 간호</td> <td>505 ± 486</td> <td>912 ± 1429</td> <td>0.125</td> </tr> <tr> <td>임상검사/절차</td> <td>68 ± 177</td> <td>212 ± 593</td> <td>0.023</td> </tr> <tr> <td>생화학적 검사</td> <td>205 ± 138</td> <td>263 ± 271</td> <td>0.702</td> </tr> <tr> <td>미생물학적 진단 및 항생제 투여</td> <td>99 ± 151</td> <td>236 ± 535</td> <td>0.365</td> </tr> <tr> <td>방사선 검사</td> <td>34 ± 66</td> <td>40 ± 68</td> <td>0.944</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>100 ± 122</td> <td>161 ± 262</td> <td>0.570</td> </tr> <tr> <td>입원 비용</td> <td>1,386 ± 1,736</td> <td>1,589 ± 1,863</td> <td>0.459</td> </tr> <tr> <td>중환자실 자원 비용</td> <td>1,173 ± 1,736</td> <td>1,240 ± 1,752</td> <td>0.977</td> </tr> <tr> <td>병동 자원 비용</td> <td>213 ± 108</td> <td>349 ± 467</td> <td>0.082</td> </tr> </tbody> </table> <p>화폐단위: Euro 기준</p>		중재군*	비교군†	p	전체	2,877 ± 2,336	3,331 ± 3,238	0.596	수술 중	986 ± 351	830 ± 469	0.001	마취	493 ± 157	540 ± 184	0.094	모니터링	296 ± 0	20 ± 0	0.0001	수액주입	37 ± 17	32 ± 17	0.173	수혈	160 ± 241	237 ± 336	0.264	수술 후	1,891 ± 2,170	2,501 ± 3,152	0.177	환자 간호	505 ± 486	912 ± 1429	0.125	임상검사/절차	68 ± 177	212 ± 593	0.023	생화학적 검사	205 ± 138	263 ± 271	0.702	미생물학적 진단 및 항생제 투여	99 ± 151	236 ± 535	0.365	방사선 검사	34 ± 66	40 ± 68	0.944	기타	100 ± 122	161 ± 262	0.570	입원 비용	1,386 ± 1,736	1,589 ± 1,863	0.459	중환자실 자원 비용	1,173 ± 1,736	1,240 ± 1,752	0.977	병동 자원 비용	213 ± 108	349 ± 467	0.082
		중재군*	비교군†	p																																																																	
	전체	2,877 ± 2,336	3,331 ± 3,238	0.596																																																																	
	수술 중	986 ± 351	830 ± 469	0.001																																																																	
	마취	493 ± 157	540 ± 184	0.094																																																																	
	모니터링	296 ± 0	20 ± 0	0.0001																																																																	
	수액주입	37 ± 17	32 ± 17	0.173																																																																	
	수혈	160 ± 241	237 ± 336	0.264																																																																	
	수술 후	1,891 ± 2,170	2,501 ± 3,152	0.177																																																																	
	환자 간호	505 ± 486	912 ± 1429	0.125																																																																	
	임상검사/절차	68 ± 177	212 ± 593	0.023																																																																	
	생화학적 검사	205 ± 138	263 ± 271	0.702																																																																	
	미생물학적 진단 및 항생제 투여	99 ± 151	236 ± 535	0.365																																																																	
	방사선 검사	34 ± 66	40 ± 68	0.944																																																																	
	기타	100 ± 122	161 ± 262	0.570																																																																	
	입원 비용	1,386 ± 1,736	1,589 ± 1,863	0.459																																																																	
	중환자실 자원 비용	1,173 ± 1,736	1,240 ± 1,752	0.977																																																																	
병동 자원 비용	213 ± 108	349 ± 467	0.082																																																																		
Liu (2021)	<ul style="list-style-type: none"> 중재군과 비교군 간 병원 비용 비교시 군간 유의한 차이 없었음 																																																																				

제1저자(연도)		연구 결과		
	중재군*	비교군†	p	
대상자 수				
ITT 분석	60	60		
Per protocol 분석	55	57		
병원 비용 (RMB)				
ITT 분석	57,599 ± 16,363	62,802 ± 19,891	0.120	
Per protocol 분석	56,845 ± 16,446	60,571 ± 16,579	0.235	

ITT, intention to treat; RMB, Renminbi(중국화폐 단위)

- 효과성 결과(수술 후 임상사건 발생, 재원기간 등)에서는 중재군과 비교군 간 유의한 차이 없었음
- 약물, 수술, 입원, 검사 비용에 있어서도 중재군과 비교군 간 유의한 차이가 없었음

Torregiani(2018)

	중재군*	비교군†	p
간담체 수술			
대상자 수, 명	71	76	
약물비용	46 (31 - 181)	55 (6.5 - 401)	0.15
수술비용	1,706 (1,138 - 2,275)	1,517 (1,042 - 2,275)	0.53
입원 비용	4,940 (3,420 - 7,980)	5,700 (3,040 - 9,405)	0.44
검사비용	1,868 (1,335 - 2,803)	2,019 (1,201 - 3,068)	0.58
간 수술			
대상자 수, 명	50	53	
약물비용	35.5 (28.7 - 67.7)	64.5 (25.5 - 64.5)	0.3
수술비용	1,422 (948 - 1,990)	11.38 (916 - 1,896)	0.5
입원 비용	3,990 (3,325 - 5,700)	3,800 (3,040 - 6,080)	0.74
검사비용	1,489 (1,201 - 1,976)	1,468 (1,082 - 2,233)	0.72
췌장 수술			
대상자 수, 명	21	23	
약물비용	61 (46 - 596)	15 (0 - 982)	0.34
수술비용	2,086 (1,706 - 2,465)	2,275 (1,517 - 2,654)	0.89
입원 비용	7,220 (6,270 - 11,590)	9,120 (6,840 - 16,340)	0.13
검사비용	2,669 (2,304 - 4,307)	3,070 (2,336 - 4,861)	0.18

IQR, interquartile range

화폐단위, Euro 기준; 결과값, 중앙값(IQR)

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

IV

결과요약 및 결론

1. 평가결과 요약

동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자의 상태를 평가하기 위해 기존에 거치된 동맥 카테터에 센서와 모니터를 연결하여 연속적으로 심박출량을 감시하는 기술이다. 2008년 비급여로 등재된 기술로 내부 모니터링 결과 의료기술재평가를 통해 안전성 및 효과성에 대한 최신 근거 마련의 필요성이 확인되어 재평가대상 안전 주제로 발굴되었으며, 우선순위 심의를 통해 재평가 대상으로 선정되었다. 2022년 제11차 의료기술재평가위원회(2022.11.11.)는 동 기술의 안전성 및 효과성에 대해 총 9인(순환기내과 2인, 흉부외과 2인, 호흡기내과(중환자의학) 2인, 마취통증의학과 2인, 근거기반의학 1인)으로 구성된 소위원회에서 체계적 문헌고찰을 통해 평가하도록 심의하였고, 2023년 제8차 의료기술재평가위원회(2023.8.11.)에서 최종심의하였다.

체계적 문헌고찰 결과 선택된 문헌은 총 129편이었다. 연구유형은 RCT 32편, NRS 20편, 진단적 코호트 연구 75편, 경제성 연구 4편으로 이 중 2편은 임상적 효과성과 경제성 모두 보고하였다. 의료결과의 영향을 보고한 연구대상자는 대부분 수술 환자로 소화기 수술(31%)과 심장수술(13%)이 가장 많은 비율을 차지하였다.

비뚤림위험 평가결과 RCT는 무작위배정 순서 생성 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 41%, 배정 순서 은폐 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 25%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 6.3%, 기타 비뚤림위험 '높음'이 12.5%로 평가하였다. NRS는 대상군 비교가능성 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 30%, 교란변수 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 5%, '불확실'이 55%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림위험 '높음'이 10%로 평가하였다. 진단적 코호트 연구는 연구대상 선정 영역에서 비뚤림위험 '불확실'이 14.7%였으며, 그 외 나머지 항목은 비뚤림위험을 '낮음'으로 평가하였다.

1.1 안전성

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대해 안전성을 보고한 문헌은 8편으로 장비와 관련된 합병증이나 심각한 이상반응은 없었다.

1.2 효과성

동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 효과성은 의료결과의 영향과 참고표준검사와의 차이로 평가하였다. 의료결과의 영향은 52편에서 사망률, 임상사건 발생(전체, 신장, 간 및 상처감염 관련), 입원기간, 중환자실

재원기간, 인공호흡기 유지기간을 주요 지표로 평가하였다. 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 이용하여 수액을 조절한 중재군과 기존 검사를 이용하여 수액을 조절한 비교군 간 비교시 사망률은 RCT에서는 유의한 차이가 없었으나 NRS(6편, 총 734명)에서 중재군에서 유의하게 낮았다(통합 OR 0.30, 95% CI 0.09, 0.94, $I^2 = 0\%$). 전체 임상사건 발생은 RCT에서는 유의한 차이가 없었으나 NRS(3편, 총 484명)는 중재군이 유의하게 낮았다(통합 OR 0.61, 95% CI 0.41, 0.90, $I^2 = 27\%$). 그 외에 신장, 간 관련 임상사건 발생 및 상처 감염은 RCT, NRS 모두 군간 유의한 차이가 없었다. 입원기간(18편, 총 2,304명), 중환자실 재원기간(16편, 총 1,816명), 인공호흡기 유지기간(9편, 총 673명)은 RCT에서 중재군이 유의하게 짧았으나 NRS에서는 그룹간 유의한 차이가 없었다.

참고표준검사와의 차이는 75편에서 폐동맥 카테터를 이용한 심기능 측정(열회석법 이용)과의 차이를 통해 확인하였다. 메타분석 결과 bias는 CO 기준 36편(총 1,006명)에서 통합 MD -0.15 (95% CI -0.38, 0.09, $I^2 = 48\%$), CI 기준 5편(총 110명)에서 통합 MD -0.06 (95% CI -0.62, 0.51, $I^2 = 85\%$)로 이질성은 CO는 중등도, CI는 높게 나타났다. LOA는 CO 기준으로 34편(총 865명)에서 95% 신뢰구간 하한값은 -6.7 ~ -0.41 L/min, 상한값은 -2.89 ~ 7.1 L/min이었으며, CI 기준으로 10편(총 259명)에서 95% CI 하한값 -4.56 ~ 0.05 L/min/m², 상한값 -1.2 ~ 4.1 L/min/m²이었다. PE는 48편(총 1,260명)에서 전체 평균값은 50.7%, 중앙값은 53.5%로 범위는 20 ~ 82.5%이었다.

1.3 경제성

경제성 결과지표를 보고한 문헌은 총 4편으로 연구국가는 중국, 프랑스, 이탈리아, 체코 각각 1편씩이었다. 이 중 분석적 결정모델을 이용한 연구는 1편으로 병원 사망률 및 주합병증 회피 관련 ICER를 확인한 결과 동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행한 중재군이 기존 모니터링 비교군에 비해 더 비용효과적인 것으로 보고하였다. 중재군과 비교군 간 병원 비용을 비교한 3편으로 이 중 1편은 전체 수술 후 관리에 소요되는 총 비용의 절감 양상이 확인되어 중재검사 및 수술 중 모니터링에 필요한 투자 비용을 상쇄할 수 있는 경향을 보여준다고 보고하였다. 나머지 2편에서는 중재군과 비교군 간 병원 비용에 군간 유의한 차이가 없었다.

2. 결론

동맥압에 기초한 심기능 측정 소위원회는 현재 평가결과에 근거하여 다음과 같이 제안하였다.

동맥압에 기초한 심기능 측정검사는 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 환자 상태를 평가하기 위해 사용 시 안전성에 문제가 없어 안전한 기술로 판단하였다. 효과성은 선택문헌 대부분에서 수술 중 혈액학적으로 불안정할 수 있는 환자에서 동 검사가 사망률과 전체 임상사건 발생을 감소시키고 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 데 도움이 되는 것으로 보고하여, 혈액학적 모니터가 필요한 수술환자에게 효과적인 의료기술로 판단하였다. 경제성은 경제성 결과를 보고한 선행연구의 임상상황과 국내 임상상황이 달라 해당 연구결과만으로 동맥압에 기초한 심기능 측정에 대한 경제성을 확인하기는 어렵다고 판단하였다.

2023년 제8차 의료기술재평가위원회(2023.8.11.)에서는 소위원회 결론을 검토하여 다음과 같이 심의 의결하고 권고등급을 결정하였다.

소위원회는 동맥압에 기초한 심기능 측정을 안전한 기술로 판단하였고 선택문헌 대부분에서 수술 중 혈액역학적으로 불안정할 수 있는 환자에서 동 검사가 사망률과 전체 임상사건 발생을 감소시키고 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 데 도움이 되는 것으로 보고하여, 혈액역학적 모니터가 필요한 수술 환자에게 효과적인 의료기술로 판단하였다.

이에 의료기술재평가위원회는 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상상황에서 혈액역학적 모니터가 필요한 수술 환자에게 심기능 측정 및 감시를 목적으로 사용 시 동맥압에 기초한 심기능 측정을 '권고함'으로 심의하였다.



1. 건강보험심사평가원. 건강보험요양급여비용 2023년 2월판.
2. 건강보험심사평가원[인터넷].C2017. 제도정책. 보험인정기준. 자료실, MEDICAL DEVICE PRICE LIST [2022년 10월 1일 인용]. URL: <https://www.hira.or.kr/rc/insu/insuadtcrrt/InsuAdtCrtrList.do?pgmid=HIRAA030069000400&WT.gnb=보험인정기준>.
3. 권혜연, 장지영, 배금석, 심홍진. 혈역학 감시의 일반적 원칙. J Acute Care Surg. 2017;7:2-8.
4. 김수영, 최미영, 김현정, 이유경, 박동아, 유수연 등. 임상진료지침 실무를 위한 핸드북 Version 2.0. 한국보건의료연구원, 대한의학회. 2022.서울.
5. 보건의료빅데이터개방시스템[인터넷]. C2015. 진료행위(검사/수술 등) 통계. 진료행위(검사/수술등) 통계 [2023년 6월 11일 인용]. URL:<http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapMfrnIntrsDiagBhvInfo.do>
6. 식품의약품안전처 의료기기 전자민원창구[인터넷]. URL: <https://emed.mfds.go.kr/#!/CECAB01F010>
7. 요양기관업무포털[인터넷]. 심사기준종합서비스. 수가정보[2023년 6월 11일 인용]. URL:<https://biz.hira.or.kr/index.do?sso=ok>.
8. 요양기관업무포털[인터넷]. 의료기준관리. 행위평가신청. 고시항목조회. [2022년 10월 24일 인용]. URL: <https://biz.hira.or.kr/index.do?sso=ok>.
9. 일본 후생성 홈페이지[인터넷]. URL:<http://www.mhlw.go.jp/>
10. 김수영, 박동아, 서현주, 신승수, 이수정 등. 한국보건의료연구원. 의료기술평가방법론 체계적 문헌고찰. 한국보건의료연구원. 2020.p162-163.
11. American medical association. CPT 2021. Professional edition.
12. Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottencaeu V, Vallet A, Cochard JF, Revel P, et al. Cardiac output measurement in patients undergoing liver transplantation: pulmonary artery catheter versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis. Anesthesia & Analgesia. 2008b;106(5):1480-6, table of contents.
13. Carl M, Alms A, Braun J, Dongas A, Erb J, Goetz A, et al. S3 guidelines for intensive care in cardiac surgery patients: hemodynamic monitoring and cardiocirculatory system. Ger Med Sci. 2010;8:12.
14. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C et al., Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med. 2014 ;40(12):1795-815.
15. Frank O. Die Grundform des arteriellen Pulses. Z Biol.1899;37:483-526.
16. Grensemann J. Cardiac Output Monitoring by Pulse Contour Analysis, the Technical Basics of Less-Invasive Techniques. Front Med (Lausanne). 2018;5(64):1-6.
17. Hozo SP, Djulbegovic B, Hozo I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. BMC Med Res Methodol. 2005;5(13):1-10.
18. Ochagavía A, Baigorri F, Mesquida J, Ayuela JM, Ferrándiz A, García X, et al. Hemodynamic

- monitoring in the critically patient. Recommendations of the Cardiological Intensive Care and CPR Working Group of the Spanish Society of Intensive Care and Coronary Units. *Med Intensiva*. 2014 ;38(3):154-69.
19. Park CM. Noninvasive hemodynamic monitoring. In: Proceedings of the 1st Korean Society of Surgical Critical Care Symposium; 2011. Sep 17; Seoul; ROKa; Press; 2011.17-21.
 20. Porhomayon, J, Zadeii, G, Congello S, Nader ND. Applications of minimally invasive cardiac output monitors. *Int J Emerg Med*.2012;5:1-9.
 21. Schlöglhofer T, Gilly H, Schima H. Semi-invasive measurement of cardiac output based on pulse contour: a review and analysis. *Can J Anaesth*.2014;61(5):452-79.
 22. Singh Y, Villaescusa JU, da Cruz EM, Tibby SM, Bottari G, Saxena R et al., Recommendations for hemodynamic monitoring for critically ill children-expert consensus statement issued by the cardiovascular dynamics section of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 2020;24(1):620.
 23. Slagt C, Malagon I, Groeneveld AB. Systematic review of uncalibrated arterial pressure waveform analysis to determine cardiac output and stroke volume variation. *Br J Anaesth*. 2014 ;112(4):626-37.
 24. Tribuddharat S, Sathitkarnmanee T, Ngamsangsirisup K, Nongnuang K. Efficacy of Intraoperative Hemodynamic Optimization Using FloTrac/EV1000 Platform for Early Goal-Directed Therapy to Improve Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft with Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Controlled Trial. *Med Devices (Auckl)*. 2021;14:201-9.
 25. Tribuddharat SS, T.Ngamsaengsirisup, K.Sornpirom, S. Efficacy of early goal-directed therapy using FloTrac/EV1000 to improve postoperative outcomes in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery: a randomized controlled trial. *Journal Of Cardiothoracic Surgery*. 2022;17(1):196.

1. 의료기술재평가위원회

의료기술재평가위원회는 총 19명의 위원으로 구성되어 있으며, 동맥압에 기초한 심기능 측정의 안전성 및 효과성 평가를 위한 의료기술재평가위원회는 총 2회 개최되었다.

1.1 2022년 제11차 의료기술재평가위원회

- 회의일시: 2022년 11월 11일
- 회의내용: 평가계획서 및 소위원회 구성 안 심의

1.2 2023년 제8차 의료기술재평가위원회

1.2.1 의료기술재평가위원회분과(서면)

- 회의일시: 2023년 7월 28일 ~2023년 8월 2일
- 회의내용: 최종심의 사전검토

1.2.2 의료기술재평가위원회

- 회의일시: 2023년 8월 11일
- 회의내용: 최종심의 및 권고결정

2. 소위원회

동맥압에 기초한 심기능 측정 소위원회는 순환기내과 2인, 흉부외과 2인, 호흡기내과(중환자의학) 2인, 마취통증의학과 2인, 근거기반의학 1인 이상 총 9인의 전문의로 구성하였다. 소위원회 활동 현황은 다음과 같다.

2.1 제1차 소위원회

- 회의일시: 2023년 2월 7일
- 회의내용: 평가계획서 논의

2.2 제2차 소위원회

- 회의일시: 2023년 4월 7일
- 회의내용: 문헌선택 결과보고, 자료분석 계획논의

2.3 제3차 소위원회

- 회의일시: 2023년 6월 27일
- 회의내용: 결과합성 확인 및 결론방향 논의

3. 문헌 검색 전략

3.1 국외 데이터베이스

3.1.1 Ovid MEDLINE(R) ALL (1946~ 현재까지)

(검색일: 2023.02.07.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
index test	1	((pulse or arterial) adj3 cardiac output).mp	3,286
	2	(pulse contour adj2 (analysis or method*)).mp	624
	3	transpulmonary thermodilution.mp	615
	4	(ProAQT OR PICCO OR EV1000 OR Volumeview OR Vigileo OR Flotrac OR Pulsioflex).mp	988
	5	1 OR 2 OR 3 OR 4	4,790
경제성평가	6	((cost or economic) AND (analysis or effectiveness or evaluation)).mp	437,718
	7	goal directed therapy.mp	1,201
	8	((fluid or hemodynamic) AND optimiz*).mp	14,511
	9	7 OR 8	15,588
	10	6 AND 9	588
종합	11	5 OR 10	5,375
동물연구제외	12	animals/	7,229,715
	13	humans/	21,035,803
	14	12 AND 13	2,173,750
	15	12 NOT 14	5,055,965
	16	11 NOT 16	3,698
최종			3,698

3.1.2 Embase (1974 to 2023 Feb 3) .

(검색일: 2023.02.07.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
index test	1	((pulse or arterial) adj3 cardiac output).mp	4,110
	2	(pulse contour adj2 (analysis or method*)).mp	1,045
	3	transpulmonary thermodilution.mp	1,104
	4	(ProAQT OR PICCO OR EV1000 OR Volumeview OR Vigileo OR Flotrac OR Pulsioflex).mp	2,384
	5	1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5	7,252

구분	연번	검색어	검색결과(건)
경제성평가	6	((cost or economic) AND (analysis or effectiveness or evaluation)).mp	711,312
	7	goal directed therapy.mp	2,269
	8	((fluid or hemodynamic) AND optimiz*).mp	21,661
	9	7 OR 8	23,716
	10	6 AND 9	847
종합	11	5 OR 10	8,086
동물연구제외	12	animals/	1,370,725
	13	humans/	18,294,129
	14	12 AND 13	326,964
	15	12 NOT 14	1,043,761
	16	11 NOT 15	7,864
회색문헌 제외	17	conference.pt	5,445,069
	18	16 NOT 17	5,873
최종			5,873

3.1.3 Cochrane Library Trials (CENTRAL)

(검색일: 2023.02.07.)

연번	검색어	검색결과(건)
1	(pulse index or pulse indicator) and (cardiac output) and continuous	161
2	transpulmonary thermodilution	83
3	Volumeview or EV1000 or PICCO OR Vigileo OR Flotrac OR ProAQT OR Pulsioflex	414
4	Pulse contour and (analysis or method*)	189
5	1 OR 2 OR 3 OR 4	717
6	(cost or economic) and (analysis or effectiveness or evaluation)	60,591
7	goal directed therapy	1827
8	(fluid or hemodynamic) AND optimiz*	1279
9	7 OR 8	2950
10	6 AND 9	510
11	5 OR 10	1,210
12	회색문헌* 제외, Trials로 제한	404
최종		404

*CT.gov, ICTRP에서 검색한 문헌 제외

3.2 국내 데이터 베이스

(검색일: 2023.02.07.)

데이터베이스	연번	검색어	검색결과(건)	비고
KoreaMed	1	("picco"[ALL]) OR ("vigileo"[ALL]) OR ("ev1000"[ALL]) OR ("volumeview"[ALL]) OR ("proaqt"[ALL]) OR ("pulsioflex"[ALL])	13	advanced search
	2	((("cardiac output"[ALL]))) AND ("pulse"[ALL])	31	
	3	("transpulmonary thermodilution"[ALL])	2	
한국의학논문데이터베이스 (KMbase)	1	PICCO OR Vigileo OR EV1000 OR Volumeview OR ProAQT OR Pulsioflex	34	국내발표논문
	2	(cardiac output) AND pulse	48	
	3	transpulmonary thermodilution	4	
	4	동맥파형	3	
	5	동맥압 AND 심박출량	29	
	6	동맥압 AND 파형	6	
	7	열회석법	26	
한국학술정보(KISS)	1	PICCO OR Vigileo OR EV1000 OR Volumeview OR ProAQT	46	상세검색 이용, 학술지로 제한
	2	(cardiac output) AND pulse	24	
	3	transpulmonary thermodilution	0	
	4	동맥파형 AND 심박출량	0	
	5	동맥압 AND 심박출량	16	
	6	동맥압 AND 파형	14	
	7	열회석법	13	
한국교육학술정보원 (RISS)	1	PICCO OR Vigileo OR EV1000 OR Volumeview OR ProAQT	196	상세검색 이용 국내학술논문
	2	(cardiac output) AND pulse	65	
	3	transpulmonary thermodilution	3	
	4	동맥파형 AND 심박출량	1	
	5	동맥압 AND 심박출량	17	
	6	동맥압 AND 파형	7	
	7	열회석법	23	
사이언스온 (ScienceON)	1	"PICCO"	9	상세검색 이용
	2	"Vigileo"	7	

데이터베이스	연번	검색어	검색결과(건)	비고
	3	"EV1000"	41	국내논문
	4	"Volumeview"	1	
	5	"ProAQT"	1	
	6	"cardiac output" AND "pulse"	30	
	7	"transpulmonary thermodilution"	2	
	8	"동맥파형"	9	
	9	"동맥압" AND "심박출량"	21	
	10	"동맥압" AND "파형"	8	

4. 비뚤림위험 평가 및 자료추출 양식

4.1 비뚤림위험 평가

-RoB

연번(Ref ID)		
1저자(출판연도)		
영역	비뚤림위험	사유
Adequate sequence generation (무작위배정순서 생성)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Allocation concealment (배정순서 은폐)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Blinding of participants and personnel (연구 참여자, 연구자에 대한 눈가림)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Blinding of outcome assessment (결과평가에 대한 눈가림)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Incomplete outcome data addressed (불충분한 결과자료)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Free of selective reporting (선택적 보고)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Other bias : Cointervention (그 외 비뚤림)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
Other bias : Funding (그 외 비뚤림)	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	

- RoBANS ver 2.0

연번(Ref ID)		
1저자(출판연도)		
영역	비뚤림위험	사유
대상군 비교 가능성	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
대상군 선정	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
교란변수	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
노출 측정	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
평가자의 눈가림	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
결과 평가	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
불완전한 결과자료	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	
선택적 결과 보고	<input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실	

QUADAS-2

연번(Ref ID):	
1저자(출판연도):	
평가기준	평가결과
영역 1: 환자선택	
비뚤림위험	
환자 선택 방법을 기술하십시오:	
1 대상군은 연속적 표본 또는 무작위 표본이었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
2 환자-대조군 설계를 피하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
3 해당연구는 부적절한 배제를 피하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
환자군 선택에서 비뚤림이 초래될 수 있는가?	위험: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
적용성에 대한 우려	
포함된 환자군(사전 검사, 증상, 중재검사의 사용목적 그리고 세팅)을 기술하십시오:	
포함된 환자군과 임상상황이 문헌고찰의 핵심질문에 적합하지 않을 우려가 있는가?	우려: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
영역 2: 중재검사(들)	
만약 한 개 이상의 중재검사가 사용된 경우, 각각의 검사에 대해 완성하십시오.	
비뚤림위험	
중재검사에 대해 기술하고, 그것이 어떻게 수행되고 해석되었는지 기술하십시오:	
1 중재검사 결과는 참고표준 검사 결과에 대한 정보 없이 해석되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
2 임계치가 사용되었을 경우, 이는 사전에 명시되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
중재검사의 수행 또는 해석과정에서 비뚤림이 초래될 수 있는가?	위험: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
적용성에 대한 우려	
중재검사와 검사의 수행, 결과 해석이 문헌고찰의 핵심질문과 상이할 우려가 있는가?	우려: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
영역 3: 참고표준 검사	
비뚤림위험	
참고표준에 대해 기술하고 그것이 어떻게 수행되고 해석되었는지 기술하십시오:	
1 참고표준 검사는 대상 질병상태를 정확히 구분할 것 같은가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
2 참고표준 검사 결과는 중재검사 결과에 대한 정보 없이 해석되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실

참고표준 검사와 검사의 수행 또는 결과해석에서 비뚤림이 초래될 수 있는가?	위험: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
적용성에 대한 우려	
참고표준에 의해 정의된 대상 질병상태가 문헌고찰의 핵심질문에 적합하지 않을 우려가 있는가?	우려: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실
영역 4: 연구진행과 시점	
비뚤림위험	
중재검사나 참고표준 검사를 받지 않은 환자들 또는 (흐름도에서 언급된) 2X2 표에서 제외된 환자들을 기술하십시오: 중재검사(들)와 참고표준 검사 사이의 시간 간격과 그 사이에 시행된 중재법을 기술하십시오:	
1 중재검사(들)와 참고표준 검사 사이에 적절한 시간 간격이 있었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
2 모든 환자들은 참고표준 검사를 받았는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
3 환자들은 동일한 참고표준 검사를 받았는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
4 모든 환자가 분석에 포함되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 불확실
연구진행 과정에서 비뚤림이 초래될 수 있는가?	위험: <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 높음 <input type="checkbox"/> 불확실

4.2 자료추출 양식

의료결과의 영향_자료추출 양식

연번(Ref ID)	
1저자(출판연도)	
연구특성	<ul style="list-style-type: none"> 연구수행국가* 연구설계:
연구대상	<ul style="list-style-type: none"> 연구대상: <ul style="list-style-type: none"> - 대상특징 - 대상자 수
중재군	<ul style="list-style-type: none"> 중재군명 대상자수 의료기기 사용지표 비교군명
비교군	<ul style="list-style-type: none"> 대상자수 사용지표
연구결과-안전성	<ul style="list-style-type: none"> 안전성 결과
연구결과-효과성	<ul style="list-style-type: none"> 효과성 결과
비고	

* 제 1저자 기준

참고표준검사와의 차이_자료추출 양식

연번(Ref ID)	
1저자(출판연도)	
연구특성	<ul style="list-style-type: none"> 연구수행국가* 연구설계:
연구대상	<ul style="list-style-type: none"> 연구대상: <ul style="list-style-type: none"> - 대상특징 - 대상자 수
참고표준검사	<ul style="list-style-type: none"> 참고표준검사명 <ul style="list-style-type: none"> - 특징
중재검사	<ul style="list-style-type: none"> 중재검사명

연번(Ref ID)	
1저자(출판연도)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 의료기기(장비명) • 사용지표
연구결과-안전성	<ul style="list-style-type: none"> • 안전성 결과
연구결과-효과성	<ul style="list-style-type: none"> • 효과성 결과
비고	
* 제 1저자 기준	

경제성_자료추출양식

연번(Ref ID)	
1저자(출판연도)	
연구특성	<ul style="list-style-type: none"> • 연구수행국가*
연구방법	<ul style="list-style-type: none"> • 연구대상 • 연구방법
연구결과	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성 연구 결과
* 제 1저자 기준	

5. 세부 임상사건 발생 비교 결과

동맥압에 기초한 심기능 측정의 효과성 결과에서 의료결과의 영향 중 세부 장기별, 주요 사건별 임상사건 발생은 중재군 혹은 비교군(중심정맥압, 평균 동맥압 등 기존 검사를 통해 수액 조절)이 더 낮거나 군간 유의한 차이가 없는 결과가 혼재되어 있으며 상세내용은 다음과 같다.

비뇨기와 관련된 임상사건 발생은 RCT 7편 중 3편은 군간 유의한 차이가 없었고, 4편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다. NRS는 3편 모두 군간 유의한 차이가 없었다(표 5.1).

감염과 관련된 임상사건 발생은 RCT 7편 중 2편에서 중재군이 유의하게 낮았고 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없거나(3편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(2편). NRS는 1편에서 군간 유의한 차이가 없었다(표 5.2).

패혈증과 관련된 임상사건 발생은 RCT 7편 모두 군간 유의한 차이가 없거나(2편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았으며(5편), NRS는 8편 모두 군간 유의한 차이가 없거나(7편), 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편)(표 5.2).

출혈과 관련된 임상사건 발생은 RCT 8편 모두 군간 유의한 차이가 없거나(4편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았으며(4편), NRS는 2편 중 1편은 중재군이 유의하게 낮았고 나머지 1편은 군간 유의한 차이가 없었다(표 5.3).

혈전과 관련된 임상사건 발생은 RCT 4편 중 3편은 군간 유의한 차이가 없었고, 1편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다. NRS는 3편 중 1편은 군간 유의한 차이가 없었고, 2편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(표 5.3).

뇌 관련 임상사건 발생은 RCT 5편 중 3편은 군간 유의한 차이가 없었고 2편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다. NRS는 2편 중 1편은 군간 유의한 차이가 없었고 1편은 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(표 5.4).

소화기 관련 임상사건 발생은 RCT 15편의 경우 군간 유의한 차이가 없거나(10편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(5편). NRS는 6편 중 2편은 중재군에서 유의하게 낮았고 나머지 연구에서는 군간 유의한 차이가 없거나(4편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(1편)(표 5.5).

신경 관련 임상사건 발생은 RCT 9편 중 1편에서 비교군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(6편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(3편). NRS는 5편 중 1편은 중재군에서 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(3편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편)(표 5.6).

심장 관련 임상사건 발생은 RCT 23편 중 3편에서 비교군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(15편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(9편). NRS는 10편 중 1편은 중재군이, 1편은 비교군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(7편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(1편)(표 5.7).

오심, 구토는 RCT 5편 중 2편은 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(2편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(1편). NRS는 3편 중 1편은 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없었다(2편)(표 5.8).

호흡기 관련 임상사건 발생은 RCT 21편 중 3편이 중재군에서 유의하게 낮았고, 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(16편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(10편). NRS는 10편 중 1편이 중재군에서 유의하게 낮았고 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(9편) 차이에 대한 통계적 유의성에 대해 보고하지 않았다(1편)(표 5.9).

기타 임상사건 발생은 RCT 15편에서 군간 유의한 차이가 없거나(10편), 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(7편). NRS는 6편 중 1편에서 중재군이 유의하게 낮았고, 나머지는 군간 유의한 차이가 없거나(5편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편)(표 5.10).

표 5.1 비뇨기 감염 관련 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	de (2021)	소화기수술 (248/234)	UTI	14	100	14.0	5.6	93	6.0	0.87
2	Liang (2017)	일차성고혈압+BPH (30/30)	UTI	1	30	3.3	1	30	3.3	1
3	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	UTI	1	30	NR	0	30	0	NR
4	Cecconi (2011)	고관절전치환술 (20/20)	UTI	3	20	NR	5	20	NR	NR
5	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	UTI	3	60	NR	13	60	NR	NR
6	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	UTI	0	30	0	0	30	0	NS
7	Van (2010)	심장수술 (20/17)	수술 후 UTI 및 호흡기 감염	0	20	0	1	17	NR	NR
			UTI	1	20	NR	0	17	0	NR
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	UTI(4일 시점)	1	110	1.0	2	100	2.0	0.999
2	Yu (2022)	부인과종양수술 (120/129)	UTI	4	120	3.3	6	129	4.7	0.751
3	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	UTI	3	45	6.7	1	31	3.2	0.51

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; I, intervention group; NR, not reported; UTI, urinary tract infection

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.2 감염 및 패혈증 관련 임상사건 발생 비교

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군 ⁺			비교군 ⁺			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	흉부 감염_7일	1	21	NR	1	19	NR	0.942
			기타 감염 관련 사건발생_7일	3	21	NR	0	19	0	0.087
			흉부 감염_30일	1	21	NR	1	19	NR	0.942
			기타 감염 관련 사건발생_30일	5	21	NR	1	19	NR	0.101
			흉부 감염_90일	1	21	NR	1	19	NR	0.942
			기타 감염 관련 사건발생_90일	5	21	NR	1	19	NR	0.101
2	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	퇴원	14	30	46.67	11	30	36.67	0.432
			감염_90일	5	28	17.86	15	28	53.57	0.898
			6개월	5	28	17.86	7	26	26.92	0.423
3	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	감염 관련 임상사건 발생	2	30	6.70	0	30	0	0.492
4	de (2021)	소화기수술 (248/234)	중증 패혈증	20	247	8.10	12	235	5.10	0.2
5	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	감염	5	55	8.33	13	57	22.80	0.048
6	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	패혈증	0	44	0	1	42	2.40	0.303
7	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	패혈증_5일	2	30	NR	0	30	0	NR
			패혈증_30일	4	30	NR	2	30	NR	NR
			기타 경미한 감염_5일	6	30	NR	2	30	NR	NR
			기타 경미한 감염_30일	10	30	NR	5	30	NR	NR
8	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	복부 패혈증	1	43	2.30	3	43	7.00	NR
9	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	복강내 패혈증	2	30	NR	2	30	NR	NR
10	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	패혈증	0	20	0	1	20	NR	NR
11	Salzwedel (2013)	소화기수술 (79/81)	감염 관련 임상사건 발생	13	79	NR	26	81	NR	0.023
			장 수술받은 환자 중 감염이 있는 환자 비율	8	79	NR	18	81	NR	0.01
12	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	패혈증	1	60	NR	8	60	NR	NR
			복강내 감염	1	60	NR	4	60	NR	NR
			카테터 관련 혈행 감염	1	60	NR	8	60	NR	NR
			욕창 감염	1	60	NR	3	60	NR	NR
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	패혈증	9	110	8.00	17	142	12.00	0.406
2	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	패혈증	1	30	3.30	4	35	11.40	0.222
3	Yu (2022)	부인과중양수술 (120/129)	균혈증	0	120	0	1	129	0.80	1
4	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	패혈증	2	26	7.70	4	32	12.50	0.68

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
5	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	패혈증	2	48	4.20	5	56	8.93	NR
6	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	패혈증	7	47	15.00	12	98	12.00	0.79
7	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	패혈증	2	45	4.40	2	31	6.50	0.7
			카테터 패혈증	1	45	2.20	1	31	3.20	0.79
8	Ghneim (2013)	혼합 (35/35)	심부 감염 (복강내 농양)	12	35	34.30	9	35	25.70	0.43
9	Wang (2012)	간이식 (25/25)	패혈증	0	25	0.00	1	25	4.00	1

C, control group; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.3 출혈, 혈전 및 혈액응고 관련 임상사건 발생 비교

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	혈액학적 임상사건 발생	퇴원	16	30	53.3	17	30	56.7	0.795
				90일	4	28	14.3	5	28	17.9	0.686
				6개월	4	28	14.3	5	26	19.2	0.451
2	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	생명을 위협하는 출혈 생명을 위협하는 혈전 색전성 임상사건	3	151	2.0	4	153	3.0	NR	
				2	151	1.0	1	153	1.0	NR	
3	de (2021)	소화기수술 (248/234)	심부정맥혈전증	2	248	0.8	2	222	0.9	1	
				주요 출혈_5일	0	30	0	0	30	0	NS
				주요 출혈_30일	1	30	NR	0	30	0	NR
4	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	경미한 심부정맥혈전증_5일 경미한 응혈 장애_5일 경미한 심부정맥혈전증_30일 경미한 응혈장애_30일	0	30	0	0	30	0.0	NR	
				6	30	NR	4	30	NR	NR	
				0	30	0	0	30	0	NS	
				7	30	NR	5	30	NR	NR	
				0	30	0	0	30	0	NS	
5	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	수혈이 필요한 상태	4	24	17.0	3	24	13.0	0.68	
6	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	수술 후 출혈(보존적 요법 필요) 수술 후 출혈(재개복 필요) 수술 후 출혈(전체)	2	43	4.6	1	43	2.3	0.557	
				1	43	2.3	1	43	2.3	1	
				3	43	7.0	2	43	4.6	0.645	
7	Liang (2017)	일차성고혈압 +BPH (30/30)	수술 후 출혈	2	30	NR	4	30	NR	0.671	
8	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	출혈	5	20	NR	2	20	NR	NR	
9	Peng (2014)	혼합 (40/40)	심부정맥혈전증	0	40	0	1	40	2.5	1	
10	Cecconi (2011)	고관절전치환 술 (20/20)	경미한 빈혈(수혈 필요)	7	20	NR	18	20	NR	NR	
11	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	혈전성 뇌졸중(TIA 포함)	0	60	0	1	60	NR	NR	
			심부정맥혈전증	0	60	0	1	60	NR	NR	

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
			이식으로 인한 혈전증	1	60	NR	3	60	NR	NR
12	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	수술 후 중증 출혈	0	30	NR	2	30	NR	NR
비무작위 연구										
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	심부정맥혈전증	0	51	0	3	76	NR	NR
			문맥색전증	3	51	NR	0	76	0	NR
2	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	수혈 필요(4일 시점)	8	110	7.0	23	142	16.0	0.035
3	Yu (2022)	부인과중양수술 (120/129)	심부정맥 혈전증	1	120	0.8	2	129	1.6	1
			수술 후 수혈 필요	6	120	5.0	7	129	5.4	0.88
4	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	심부정맥혈전증	1	48	2.1	0	56	0	NR

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; TIA, transient ischemic attack

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.4 뇌 관련 임상사건발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	초음파검사/방사선검사상 뇌혈관 연속_7일	9	21	NR	8	19	NR	0.962
			증상이 있는 뇌혈관 연속_7일	3	21	NR	3	19	NR	0.894
			재출혈/출혈성 뇌졸중_7일	3	21	NR	1	19	NR	0.342
			허혈성 뇌졸중_7일	1	21	NR	1	19	NR	0.942
			초음파검사/방사선검사상 뇌혈관 연속_30일	11	21	NR	9	19	NR	0.752
			증상이 있는 뇌혈관 연속_30일	5	21	NR	4	19	NR	0.835
			재출혈/출혈성 뇌졸중_30일	3	21	NR	2	19	NR	0.72
			허혈성 뇌졸중_30일	3	21	NR	1	19	NR	0.342
			초음파검사/방사선검사상 뇌혈관 연속_90일	11	21	NR	9	19	NR	0.752
			증상이 있는 뇌혈관 연속_90일	5	21	NR	4	19	NR	0.835
재출혈/출혈성 뇌졸중_90일	3	21	NR	2	19	NR	0.72			
허혈성 뇌졸중_90일	3	21	NR	1	19	NR	0.342			
2	de (2021)	소화기수술 (248/234)	CVA	1	258	0.4	1	244	0.4	1
3	Gupta (2021)	두경부수술 (52/54)	발작 에피소드	1	52	NR	0	54	0	NR
4	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	뇌졸중 5일	0	30	0	0	30	0	NS
			30일	0	30	0	0	30	0	NS
5	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	뇌졸중	0	30	0	1	30	NR	NR
비무작위 연구										
1	Ramsingh (2021)	심장수술 (375/175)	뇌졸중	2	158	1.0	7	175	4.0	0.179
				3.24 [†] (95% CI 0.6, 32.42)						

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
2	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	뇌졸중	0	48	0	1	56	1.8	NR

C, controup group; CI, confidence interval; CVA, cerebrovascular accident; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; NS, not significant

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

[‡]효과크기 종류에 대한 언급없음

표 5.5 소화기 관련 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	위장관 관련 임상사건	퇴원	19	30	63.00	19	30	63.33	1
				90일	14	28	50.00	12	28	42.86	0.906
				6개월	14	28	50.00	11	26	42.31	0.571
2	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	장폐색_90일 위장관 천공	116	151	77.00	115	153	75.00	NR	
				35	151	23.00	38	153	25.00	NR	
3	de (2021)	소화기수술 (248/234)	기타 위장관 관련 임상사건	17	246	6.90	15	234	6.40	0.99	
				장폐색 지속	12	60	20.00	4.8	56	8.50	0.1
4	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 복강내 감염 수술 후 장폐색 소화불량	1	30	NR	1	30	NR	NR	
				1	30	NR	1	30	NR	NR	
				1	30	NR	0	30	0	NR	
5	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	소화기 관련 임상사건	6	55	10.00	10	57	17.50	0.316	
6	Tang (2021)	소화기수술 (37/37)	염증성 장폐색 담낭염	2	37	5.41	3	37	8.11	0.643	
				1	37	2.70	3	37	8.11	0.304	
				장폐색_5일	0	30	0	0	30	0	NS
7	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	경미한 마비성 장폐색_5일 경미한 마비성 장폐색_30일	0	30	0	0	30	0	NS	
				6	30	NR	3	30	NR	NR	
				2	24	8.00	2	24	8.00	>0.99	
8	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	위 배출능 지연	OR 1(95%CI 0.13, 7.75)							
				1	24	4.00	2	24	8.00	0.56	
				OR 0.48(95%CI 0.04, 5.66)							
9	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	장 누출(Intestinal leakage)	1	43	2.30	0	43	0	0.256	
				1	24	4.00	1	24	4.00	>0.99	
				OR 1(95%CI 0.06, 16.97)							
10	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	복부 감염 마비성 장폐색	0	30	0	0	30	0	NS	
				2	30	NR	2	30	NR	NR	
11	Peng (2014)	혼합 (40/40)	위장관 출혈	0	40	0	0	40	0	1	
12	Salzwedel (2013)	소화기수술 (79/81)	복부 관련 임상사건	22	79	NR	29	81	NR	0.328	
13	Cecconi (2011)	고관절전치 환술 (20/20)	복부 감염 관련 임상사건	0	20	0	1	20	NR	NR	
14	Benes	소화기수술	위장관 출혈	0	60	0	0	60	0	NS	

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p
				n	N	%	n	N	%	
15	(2010)	(60/60)	위장관 폐쇄	0	60	0	0	60	0	NS
			췌장염	2	60	NR	0	60	0	NR
			간기능 부전(경증)	0	60	0	0	60	0	NS
	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	복부 감염	1	30	NR	4	30	NR	NR
			장폐색	1	30	NR	2	30	NR	NR
			위장관 출혈	1	30	NR	0	30	0	NR
비무작위 연구										
1	Imai (2022)	간절제술 (24/24)	담도루	5	51	NR	8	76	NR	NR
2	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	췌장루	9	110	8.00	38	142	27.00	0.0001
			위 배출능 지연	10	110	9.00	21	142	15.00	0.183
			담즙 누출	1	110	1.00	6	142	4.00	0.141
			급성 췌장염_4일	5	110	4.00	1	142	1.00	0.089
			위장관 출혈_4일	1	110	1.00	7	142	5.00	0.143
3	Yu (2022)	부인과종양 수술 (120/129)	장폐색	4	120	3.30	3	129	2.30	0.714
			설사	6	120	5.00	11	129	8.50	0.27
4	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	위 배출능 지연	2	26	7.70	4	32	12.50	0.68
			담즙 누출	1	26	3.80	2	32	6.20	>0.99
			급성 췌장염	0	47	0	1	98	1.00	0.99
			수술 후 췌장루	7	47	15.00	12	98	12.00	0.79
5	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	위 배출능 지연	OR 0.8(95%CI 0.37, 1.77)					0.56	
			담즙 누출	OR 0.48(95%CI 0.05, 4.46)					0.99	
			위장관 출혈	OR 0.23(95%CI 0.03, 1.91)					0.27	
			장문합 불충분	0	45	0.00	5	31	16.10	0.0053

C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

[†]주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.6 신경 관련 임상사건 발생 비교

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군 [†]			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	mRS 0-3	7일	9	21	NR	11	19	NR	0.342
				30일	14	21	NR	15	19	NR	0.385
				90일	16	21	NR	15	19	NR	0.835
2	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	신경학적 임상사건	퇴원	8	30	26.00	10	30	33.33	0.573
				90일	5	28	17.86	1	28	3.57	0.001
				6개월	5	28	17.86	3	26	11.54	0.396
				섬망	RD -5.4(95%CI -16.8, 6.1)					0.47	
3	Fuest (2022)	혼합 (85/87)	섬망(CAM으로 검사)	RD -5(95%CI -16, 5)					0.44		
				섬망(차트 리뷰로 확인)	RD -1(95%CI -8, 6)					1	
				섬망(worst-case imputation)	RD -5(95%CI -17, 7)					0.496	
				섬망(차트 리뷰로 확인)	5	85	6.00	6	87	7.00	

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
			섬망 기간(일), 중양값(IQR)		1(1, 2)		2(1, 3)		RD 1(95%CI -1, 2)	0.265
			섬망 중증도(CAM-S로 검사), 중양값(IQR)		0(0, 1)		0(0, 2)		RD 0(95%CI 0,	0.120
			MMSE 변화량, 중양값(IQR)		0(-1, 1)		0(-1, 1)		RD 0(95%CI -1, -1)	0.948
4	Saka (2021)	척추수술 (29/30)	수술 후 섬망	3	29	10.00	2	30	7.00	NR
5	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	섬망_5일	2	30	NR	0	30	0	NR
			섬망_30일	6	30	NR	0	30	0	NR
6	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	섬망	1	24	4.00	3	24	13.00	OR 0.3(95%CI 0.03, 3.16)
7	Liang (2017)	일차성고혈압 +BPH (30/30)	섬망	2	30	NR	5	30	NR	0.424
8	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	섬망	10	20	NR	3	20	NR	NR
9	Peng (2014)	혼합(40/40)	수술 후 인지기능 장애	1	40	2.50	1	40	2.50	1
			혼수상태	1	40	2.50	0	40	0	1
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	수술 후 섬망_4일	3	110	3.00	21	142	15.00	0.001
2	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	신경학적 임상사건 발생	5	30	16.70	7	35	20.00	0.492
3	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	수술 후 섬망	3	26	11.50	1	32	3.10	0.31
4	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	섬망	9	48	18.80	14	56	25.00	NR
5	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	수술 후 섬망	7	47	15.00	12	98	12.00	OR 1.25(95%CI 0.46, 3.43)

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CAM, confusion assessment method; CAM-S, confusion assessment method score; I, intervention group; MMSE, mini-mental state exam; mRS, modified rankin score; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; OR, odds ratio; RD, risk difference

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.7 심장 관련 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	AMI	7일	0	21	0	0	19	0	NS
				30일	0	21	0	0	19	0	NS
				90일	0	21	0	0	19	0	NS
2	Froghi(2022)	간이식 (30/30)	심혈관 관련 임상사건	퇴원	12	30	40.00	12	30	40.00	1
				90일	1	28	3.57	5	28	17.86	0.524
				6개월	1	28	3.57	8	26	30.77	0.009
3	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	LCOS	9	30	30.00	13	35	37.10	0.366	

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
4	Tribuddharat (2022)	심장수술 (20/20)	AF with RVR	1	20	5.00	4	20	20.00	0.342
			VT/VF	0	20	0	2	20	10.00	0.487
			On IABP	0	20	0	2	20	10.00	0.487
5	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	고혈압 에피소드	9	30	30.00	14	30	46.70	0.184
			저혈압 에피소드	5	30	16.70	4	30	13.30	1
			리듬 장애	9	30	30.00	3	30	10.00	1
6	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	심정지(생존자)	1	151	2.00	2	153	2.00	NR
7	de (2021)	소화기수술 (248/234)	심정지	3	258	1.20	5	244	2.10	0.49
			AMI	3	258	1.20	3	244	1.30	1
			부정맥	20	133	15.00	8.1	127	6.40	0.48
8	Gupta (2021)	두경부수술 (52/54)	저혈압, 빈맥	0	52	0	3	54	NR	NR
			심방세동	0	52	0	1	54	NR	NR
			심근경색	2	52	NR	2	54	NR	NR
			순환 지연	1	52	NR	5	54	NR	NR
9	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 심혈관 관련 임상사건	1	30	NR	0	30	0	NR
10	Liu(2021)	소화기수술 (60/60)	심혈관 관련 임상사건	6	55	10.00	9	57	15.80	0.448
11	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	AF with RVR	1	44	2.30	14	42	33.30	<0.001
			VF	0	44	0	1	42	2.40	0.303
			SVT	0	44	0	1	42	2.40	0.303
			심인성 쇼크	0	44	0	2	42	4.80	0.143
			Post-bypass IABP	0	44	0	1	42	2.40	0.303
12	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	심근경색_5일	0	30	0	0	30	0	NS
			서맥/심실 부정맥_5일	1	30	NR	0	30	0	NR
			저혈압_5일	4	30	NR	0	30	0	NR
			심근경색_30일	0	30	0	1	30	NR	NR
			서맥/심실 부정맥_30일	3	30	NR	0	30	0	NR
			저혈압_30일	5	30	NR	0	30	0	NR
			경미한 부정맥_5일	5	30	NR	6	30	NR	NR
			경미한 부정맥_30일	7	30	NR	7	30	NR	NR
13	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	부정맥	2	24	8.00	4	24	17.00	0.39
				OR 0.45(95%CI 0.07, 2.76)						
14	Elgendy (2017)	소화기수술 (43/43)	AMI	0	43	0	3	43	7.00	0.078
15	Liang (2017)	일차성고혈압+B PH (30/30)	저혈압	2	30	NR	9	30	NR	0.02
			부정맥	1	30	NR	1	30	NR	1
			심부전	0	30	0	0	30	0	1
16	Kapoor (2016)	심장수술 (60/60)	IABP support	1	60	NR	3	60	NR	NR
17	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	부정맥	0	30	0	0	30	0	NS
			저혈압	0	30	0	0	30	0	NS
			심근경색	0	30	0	0	30	0	NS
18	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	심근경색	5	20	NR	3	20	NR	NR
			부정맥	10	20	NR	3	20	NR	NR
			저혈압	3	40	7.50	2	40	5.00	0.432
19	Peng (2014)	혼합 (40/40)	부정맥	1	40	2.50	0	40	0	1
			심부전	0	40	0	0	40	0	1
			경미한 저혈압 (환자 기준)	19	20	95.00	9	20	0	NR
				RR 2.1(95%CI 1.3, 3.5)						
				<0.0001						

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
21	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	경미한 저혈압 (사건 기준)	13	20	NR	44	20	NR	NR
			빈맥성 부정맥 (약물치료 필요)	0	20	0	4	20	NR	NR
			관상동맥증후군	0	20	0	2	20	NR	NR
			주요 심장 관련 임상사건(환자 기준)	0	20	0	5	20	NR	NR
			부정맥(생명에 위협되지 않음)	3	60	NR	5	60	NR	NR
			부정맥 (생명에 위협됨)	0	60	0	0	60	0	NS
			심부전/폐부종	3	60	NR	6	60	NR	NR
			AMI	0	60	0	1	60	NR	NR
			부정맥	2	30	NR	3	30	NR	NR
			저혈압	2	30	NR	9	30	NR	NR
22	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	AMI	0	30	0	2	30	NR	NR
			IABP가 필요한 낮은 심박출량	1	13	NR	1	14	NR	1
			심실세동	0	13	0	1	14	NR	1
23	Kapoor (2008)	심장수술 (13/14)	심방세동	0	13	0	1	14	NR	1
			심방세동	0	13	0	1	14	NR	1
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	부정맥(4일)	2	110	2.00	12	142	8.00	0.026
2	Theanpramuk (2022)	심장수술 (30/35)	부정맥	6	30	20.00	14	35	40.00	0.082
3	Yu (2022)	부인과중양수술 (120/129)	부정맥	1	120	0.80	2	129	1.60	1
			저혈압	0	120	0	2	129	1.60	0.499
			심근 허혈	0	120	0	1	129	0.80	1
4	Kim (2019)	두경부수술 (31/30)	CH 기간(분)	197.26±45.59			159.0±35.56			0.001
5	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	심근경색	0	26	0	1	32	3.10	>0.99
			부정맥	0	26	0	2	32	6.20	0.49
6	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	심장 관련 임상사건	4	43	NR	1	45	NR	0.198
7	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	심장 관련 임상사건	4	20	20.00	3	76	13.00	0.54
8	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	AMI	4	48	8.30	1	56	1.80	NR
			부정맥	5	48	10.40	1	56	1.80	NR
9	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	심근경색	0	47	0	1	98	1.00	0.99
			부정맥	5	47	11.00	8	98	8.00	0.76
10	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	관상동맥증후군	1	45	2.20	0	31	0.00	0.41

AF, atrial fibrillation; AMI, acute myocardial infarction; BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CH, controlled hypotension time; CI, confidence interval; I, intervention group; IABP, intra-aortic balloon pump; LCOS, low cardiac output syndrome; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; OR, odds ratio; RR, relative risk; RVR, rapid ventricular response rate; SVT, supraventricular tachycardia; VT, ventricular tachycardia; VF, ventricular fibrillation

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기준 검사를 통해 수액을 조절

표 5.8 오심, 구토 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
무작위배정 비교임상시험										
1	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	오심 및 구토	2	24	8.0	1	24	4.0	0.56
				OR 2.09(95%CI 0.18, 24.73)						
2	Liang (2017)	일차성고혈압+BPH (30/30)	오심 및 구토	1	30	NR	8	30	NR	0.026
3	Peng (2014)	혼합 (40/40)	오심	5	40	12.5	8	40	20.0	0.363
			구토	2	40	5.0	5	40	12.5	0.432
4	Zhang (2013)	폐엽절제술 (30/30)	오심 및 구토	6*	30	NR	12	30	NR	<0.05
5	Cecconi (2011)	고관절전치환술 (20/20)	수술 후 오심 및 구토	4	20	20.0	9	20	0	NR
			환자 1인당 오심 발생 수	0	20	0	0	20	0	NR
비무작위 연구										
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	오심_4일	21	110	19.0	23	142	16.0	0.617
			구토_4일	18	110	16.0	16	142	11.0	0.267
2	Yu (2022)	부인과중양수술 (120/129)	수술 후 오심 및 구토	50	120	41.7	62	129	48.1	0.311
3	Munoz (2016)	비만수술 (63/52)	수술 후 오심 및 구토	9	63	14.3	25	52	48.0	<0.001

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; n, 사건 발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; OR, odds ratio

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

표 5.9 호흡기 관련 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p	
				n	N	%	n	N	%		
무작위배정 비교임상시험											
1	Chui (2022)	지주막하출혈 (20/20)	폐부종/ARDS	7일	0	21	0	0	19	0	NS
				30일	0	21	0	0	19	0	NS
				90일	0	21	0	0	19	0	NS
2	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	폐 관련 임상사건	퇴원	19	30	63.33	14	30	46.67	0.194
				90일	1	28	3.57	4	28	14.29	0.626
				9개월	1	28	3.57	3	26	11.54	0.277
3	Tribuddharat (2022)	심장수술 (20/20)	흉막 삼출	2	20	10.00	3	20	15.00	1	
			폐울혈	0	20	0	1	20	5.00	1	
			ARDS	0	20	0	2	20	10.00	0.487	
4	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	산소요구 지속	14	30	46.70	23	30	76.70	0.017	
				MD -0.2(95%CI -6, 5.6)							
5	Aaen (2021)	소화기수술 (151/153)	인공호흡기 요구도	5	151	3.00	5	153	3.00	NR	
			심폐 관련 임상사건, 90일 시점	32	151	21.00	34	153	22.00	0.83	
				OR 0.94(95%CI 0.55, 1.62)							
6	de (2021)	소화기수술 (248/234)	급성 폐부종	0	258	0	5	244	2.10	0.03	
			인공호흡기 지속	8	250	3.20	6	231	2.60	0.67	
			폐색전증	7	250	2.80	2	222	0.90	0.18	
			폐렴	41	248	16.50	29	234	12.40	0.2	
			호흡부전	15	250	6.00	16	235	6.80	0.72	
7	Gupta (2021)	두경부수술 (52/54)	수술 후 폐 관련 임상사건	2	52	NR	2	54	NR	NR	
8	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 인공호흡기 관련 임상사건	2	30	NR	0	30	0	NR	

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
9	Liu (2021)	소화기수술 (60/60)	호흡기 관련 임상사건	5	55	8.33	9	57	15.80	0.284
10	Tribuddharat (2021)	심장수술 (44/42)	인공호흡기 관련 폐렴	0	44	0	2	42	4.80	0.143
			급성 폐손상	0	44	0	1	42	2.40	0.303
			ARDS	0	44	0	6	42	14.30	0.009
			폐색전증_5일	0	30	0	0	30	0	NS
			폐부종/호흡부전/폐렴_5일	3	30	NR	3	30	NR	NR
			폐색전증_30일	0	30	0	0	30	0	NS
			폐부종/호흡부전/폐렴_30일	8	30	NR	6	30	NR	NR
11	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	폐울혈_5일	0	30	0	0	30	0	NS
			무기폐_5일	8	30	NR	4	30	NR	NR
			폐렴_5일	0	30	0	2	30	NR	NR
			흉막 삼출_5일	10	30	NR	7	30	NR	NR
			폐울혈_30일	0	30	0	0	30	0	NS
			무기폐_30일	10	30	NR	4	30	NR	NR
			폐렴_30일	4	30	NR	5	30	NR	NR
			흉막 삼출_30일	19	30	NR	12	30	NR	NR
			심폐 관련 임상사건	9	24	37.50	13	24	54.00	0.25
			OR 0.51(95%CI 0.16, 1.61)							
12	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	ARDS	1	24	4.00	1	24	4.00	>0.99
			OR 1(95%CI 0.06, 16.97)							
			폐렴	1	24	4.00	2	24	8.00	0.56
			OR 0.48(95%CI 0.04, 5.66)							
			무기폐	4	24	17.00	3	24	13.00	0.68
OR 1.4(95%CI 0.28, 7.06)										
13	Liang (2017)	일차성고혈압+B PH (30/30)	폐 감염	1	30	NR	5	30	NR	0.195
			폐부종	0	30	0	0	30	0	1
14	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	폐렴	0	30	0	0	30	0	NS
			폐색전증	0	30	0	0	30	0	NS
			호흡기계 지지>24시간	1	30	NR	1	30	NR	NR
15	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	폐렴	5	20	NR	1	20	NR	NR
			호흡부전	0	20	0	1	20	NR	NR
16	Peng (2014)	혼합 (40/40)	급성폐손상/ARDS	1	40	2.50	0	40	0	1
			폐 감염 관련 임상사건	4	40	10.00	3	40	7.50	1
17	Zhang (2013)	폐엽절제술 (30/30)	재삽관	0	30	0	0	30	0	NS
			기관지루	0	30	0	0	30	0	NS
			무기폐	0	30	0	0	30	0	NS
			폐 감염	3	30	NR	4	30	NR	NS
18	Cecconi (2011)	고관절전치환술 (20/20)	폐 감염	0	20	0	0	20	0	NS
			폐 색전증	1	20	NR	1	20	NR	NR
			폐렴	4	60	NR	8	60	NR	NR
19	Benes (2010)	소화기수술 (60/60)	폐 색전증	0	60	0	0	60	0	NS
			급성 폐손상/ARDS	0	60	0	0	60	0	NS
			인공호흡기 유지 필요	3	60	NR	6	60	NR	NR
			인공호흡기 유지 발생	2	60	NR	4	60	NR	NR
			폐 감염	1	30	NR	3	30	NR	NR
20	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	폐색전증	0	30	0	0	30	0	NS
			호흡 지지 필요 >24시간 또는	2	30	NR	3	30	NR	NR

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
인공호흡기 중단 실패										
			폐부종	0	30	0	2	30	NR	NR
21	Van (2010)	심장수술 (20/17)	폐 감염 진단	2	20	NR	0	17	0	NR
비무작위 연구										
			심폐 관련 임상사건_4일	20	110	18.00	37	142	26.00	0.172
			ARDS_4일	1	110	1.00	5	142	4.00	0.236
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	폐렴_4일	5	110	4.00	7	142	5.00	0.998
			무기폐_4일	4	110	4.00	11	142	8.00	0.192
			폐울혈_4일	8	110	7.00	11	142	8.00	0.998
			심인성 폐부종_4일	1	110	1.00	3	142	2.00	0.634
2	Yu (2022)	부인과중양수술 (120/129)	폐 감염	3	120	2.50	0	129	0	0.11
			폐 색전증	1	120	0.80	1	129	0.80	1
3	Ramsingh (2021)	심장수술 (375/175)	호흡부전	10	158	6.00	14	175	8.00	0.673
				1.28(95%CI 0.51, 3.34)†						
4	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	폐 색전증	3	26	11.50	0	32	0	0.08
			무기폐/홍막삼출	2	26	7.70	3	32	9.40	>0.99
5	Russo (2018)	부인과중양수술 (22/22)	수술 후 폐부종	1	22	5.00	4	22	18.00	0.34
			호흡기계 관련 임상사건	9	43	NR	17	45	NR	0.104
6	Sahutoglu (2018)	폐엽절제술 (43/45)	무기폐	5	43	NR	9	45	NR	0.385
			폐렴	2	43	NR	5	45	NR	0.435
			저산소증	4	43	NR	1	45	NR	0.198
7	Torregiani (2018)	소화기수술 (71/76)	호흡기계 관련 임상사건	4	20	20.00	4	76	20.00	0.43
8	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	폐렴	15	48	31.30	20	56	35.70	NR
			폐색전증	0	48	0	1	56	1.80	NR
			폐부종	5	48	10.40	2	56	3.60	NR
			ARDS	1	47	2.00	4	98	4.00	0.99
				OR 0.48(95%CI 0.05, 4.46)						
			폐렴	2	47	4.00	13	98	13.00	0.09
				OR 0.28(95%CI 0.06, 1.27)						
9	Weinberg (2017)	소화기수술 (47/98)	무기폐	1	47	2.00	13	98	13.00	0.035
				OR 0.14(95%CI 0.02, 1.06)						
			비심인성 폐부종	1	47	2.00	4	98	4.00	0.99
				OR 0.48(95%CI 0.05, 4.46)						
			심인성 폐부종	0	47	0	12	98	12.00	0.0087
				OR 0.07(95%CI 0, 1.26)						
10	Kratz (2016)	소화기수술 (45/31)	폐렴	3	45	6.70	3	31	9.70	0.63

ARDS, acute respiratory distress syndrome; BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

‡효과크기 종류에 대한 구체적 언급 없음

표 5.10 기타 임상사건 발생 비교

연번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			P		
				n	N	%	n	N	%			
무작위배정 비교임상시험												
1	Froghi (2022)	간이식 (30/30)	통증	퇴원	13	30	43.33	15	30	50.00	0.605	
				90일	6	28	21.43	6	28	21.43	0.203	
				6개월	6	28	21.43	2	26	7.69	0.15	
2	Fuest (2022)	혼합 (85/87)	NRS, 중앙값[IQR]	2.0(0.9, 3.0)			2.3(1.1, 3.3)			0.173		
				RD 0.29(95%CI -0.25, 0.85)								
3	Turkut (2022)	두경부수술 (30/30)	고탄산혈증	5	30	16.70	4	30	13.30	1		
4	de (2021)	소화기수술 (248/234)	문합부위 누출	15	250	6.00	14	233	6.00	0.98		
5	Gupta (2021)	두경부수술 (52/54)	피판술 관련 임상사건	0	52	0	4	54	NR	NR		
			피판술 관련 안좋은 의료결과	1	52	1.90	5	54	9.20	0.207		
			피판술 실패	1	52	NR	2	54	NR	NR		
6	Lee (2021)	소화기수술 (30/30)	수술 후 고열(>38℃)	20	30	NR	12	30	NR	0.069		
			수술 후 문합부위 누출	1	30	NR	0	30	0	>0.999		
7	Tang (2021)	소화기수술 (37/37)	문합부위 누출	2	37	5.41	4	37	10.81	0.394		
8	Bahlmann (2019)	식도절제술 (30/29)	문합부위 누출_5일	1	30	NR	1	30	NR	NR		
			림프액누출_5일	0	30	0	1	30	NR	NR		
			문합부위 누출_30일	5	30	NR	2	30	NR	NR		
			림프액 누출_30일	2	30	NR	2	30	NR	NR		
9	Sujatha (2019)	소화기수술 (102/102)	문합부위 누출	1	100	NR	11	101	NR	NR		
			전해질 불균형	11	24	27.00	8	24	62.00	0.377		
10	Weinberg (2019)	간절제술 (24/24)	저칼륨혈증	7	24	29.00	3	24	13.00	0.165		
			저마그네슘혈증	2	24	8.00	2	24	8.00	>0.99		
			저인산혈증	2	24	8.00	3	24	13.00	0.64		
			내분비계 이상	3	24	13.00	1	24	4.00	0.32		
							OR 1.69(95%CI 0.53, 5.44)					
							OR 2.88(95%CI 0.65, 12.87)					
11	Liang (2017)	일차성고혈압+BPH (30/30)	고열 및 기침	3	30	10	8	30	26.67	0.095		
12	Kumar (2016)	소화기수술 (30/30)	복부 문합부위 누출	0	30	0	1	30	NR	NR		
13	Funk (2015)	대동맥류수술 (20/20)	황문근융해증	0	20	0	1	20	NR	NR		
14	Peng (2014)	혼합 (40/40)	자가통증조절 요구, 중앙값(IQR)	0(0-2)			0(0-2)			0.719		
15	Mayer (2010)	소화기수술 (30/30)	복부 문합부위 누출	1	30	NR	3	30	NR	NR		
비무작위 연구												
1	Lian (2022)	소화기수술 (110/142)	전해질 불균형_4일	12	110	11.00	31	142	22.00	0.028		
			저칼륨혈증_4일	9	110	8.00	18	142	13.00	0.307		
			저나트륨혈증_4일	1	110	1.00	9	142	6.00	0.046		
			저마그네슘혈증_4일	5	110	4.00	7	142	5.00	0.998		
			저인산혈증_4일	1	110	1.00	7	142	5.00	0.143		
			고칼륨혈증_4일	1	110	1.00	4	142	3.00	0.391		

연 번	제1저자 (연도)	대상자특징 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
			고나트륨혈증_4일	1	110	1.00	2	100	2.00	0.999
			내분비계 장애_4일	2	110	2.00	3	142	2.00	0.634
			체액 과부하_4일	1	110	1.00	3	142	2.00	0.634
2	Yu (2022)	부인과종양수술 (120/129)	문합부위 누공	0	19	0	2	20	10.00	0.487
			림프낭종	0	120	0	4	129	3.10	0.123
3	Weinberg (2019)	간절제술 (26/32)	치료가 필요한 전해질 장애	4	26	15.40	2	32	6.20	0.39
4	Russo (2018)	부인과종양수술 (22/22)	문합부위 누공	1	22	4.00	5	22	23.00	0.19
5	Taniguchi (2018)	식도절제술 (49/43)	문합부위 누공	9	46	19.60	8	43	18.60	1
6	Lahtinen (2017)	두경부수술 (48/56)	부분 피판술 실패	2	48	4.20	3	56	5.40	NR
			전체 피판술 실패	3	48	6.30	5	56	8.90	NR

BPH, benign prostatic hypertrophy; C, control group; CI, confidence interval; I, intervention group; IQR, interquartile range; n, 사건발생 대상자수; N, 전체 대상자수; NR, not reported; NRS, numeric rating scale; OR, odds ratio; RD, risk difference

*동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절

†주로 중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등을 포함한 기존 검사를 통해 수액을 조절

6. 최종 선택문헌

연번	서지정보
1	Aaen AA, Voldby AW, Storm N, Kildsig J, Hansen EG, Zimmermann-Nielsen E, et al. Goal-directed fluid therapy in emergency abdominal surgery: a randomised multicentre trial. <i>British Journal of Anaesthesia</i> . 2021;127(4):521-31.
2	Akiyoshi K, Kandabashi T, Kaji J, Yamaura K, Yoshimura H, Irita K, et al. Accuracy of arterial pressure waveform analysis for cardiac output measurement in comparison with thermodilution methods in patients undergoing living donor liver transplantation. <i>Journal of Anesthesia</i> . 2011;25(2):178-83.
3	Asamoto M, Orii R, Otsuji M, Bougaki M, Imai Y, Yamada Y. Reliability of cardiac output measurements using LiDCOrapid TM and FloTrac/Vigileo TM across broad ranges of cardiac output values. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2017;31(4):709-16.
4	Bahlmann H, Halldestam I, Nilsson L. Goal-directed therapy during transthoracic oesophageal resection does not improve outcome: Randomised controlled trial. <i>European Journal of Anaesthesiology</i> . 2019;36(2):153-61.
5	Benes J, Chytra I, Altmann P, Hluchy M, Kasal E, Svitak R, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: results of prospective randomized study. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2010;14(3):R118.
6	Benes J, Zatloukal J, Simanova A, Chytra I, Kasal E. Cost analysis of the stroke volume variation guided perioperative hemodynamic optimization – an economic evaluation of the SVVOPT trial results. <i>BMC Anesthesiology</i> . 2014;14:40.
7	Biais M, Mazocky E, Stecken L, Pereira B, Sesay M, Rouillet S, et al. Impact of Systemic Vascular Resistance on the Accuracy of the Pulsioflex Device. <i>Anesthesia & Analgesia</i> . 2017;124(2):487-93.
8	Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Revel P, Sztark F. Uncalibrated pulse contour-derived stroke volume variation predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing liver transplantation. <i>British Journal of Anaesthesia</i> . 2008a;101(6):761-8.
9	Biais M, Nouette-Gaulain K, Cottenceau V, Vallet A, Cochard JF, Revel P, et al. Cardiac output measurement in patients undergoing liver transplantation: pulmonary artery catheter versus uncalibrated arterial pressure waveform analysis. <i>Anesthesia & Analgesia</i> . 2008b;106(5):1480-6.
10	Biais M, Nouette-Gaulain K, Quinart A, Rouillet S, Revel P, Sztark F. Uncalibrated stroke volume variations are able to predict the hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury or acute respiratory distress syndrome after liver transplantation. <i>Anesthesiology</i> . 2009;111(4):855-62.
11	Biancofiore G, Critchley LA, Lee A, Bindi L, Bisa M, Esposito M, et al. Evaluation of an uncalibrated arterial pulse contour cardiac output monitoring system in cirrhotic patients undergoing liver surgery. <i>British Journal of Anaesthesia</i> . 2009;102(1):47-54.
12	Biancofiore G, Critchley LAH, Lee A, Yang XX, Bindi LM, Esposito M, et al. Evaluation of a new software version of the FloTrac/Vigileo (version 3.02) and a comparison with previous data in cirrhotic patients undergoing liver transplant surgery. <i>Anesthesia and Analgesia</i> . 2011;113(3):515-22.
13	Breukers RM, Sepehrkhoy S, Spiegelberg SR, Groeneveld AB. Cardiac output measured by a new arterial pressure waveform analysis method without calibration compared with thermodilution after cardiac surgery. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2007;21(5):632-5.
14	Cannesson M, Attouf Y, Rosamel P, Joseph P, Bastien O, Lehot JJ. Comparison of FloTrac cardiac output monitoring system in patients undergoing coronary artery bypass grafting with pulmonary artery cardiac output measurements. <i>European Journal of Anaesthesiology</i> . 2007;24(10):832-9.
15	Cecconi M, Dawson D, Casaretti R, Grounds RM, Rhodes A. A prospective study of the accuracy and precision of continuous cardiac output monitoring devices as compared to intermittent thermodilution. <i>Minerva Anestesiologica</i> . 2010;76(12):1010-7.
16	Cecconi M, Fasano N, Langiano N, Divella M, Costa MG, Rhodes A, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during elective total hip arthroplasty under regional anaesthesia. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2011;15(3):R132.
17	Chakravarthy M, Patil TA, Jayaprakash K, Kalligudd P, Prabhakumar D, Jawali V. Comparison of

연번	서지정보
	simultaneous estimation of cardiac output by four techniques in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery—a prospective observational study. <i>Annals of Cardiac Anaesthesia</i> . 2007;10(2):121-6.
18	Chakravarthy M, Rajeev S, Jawali V. Cardiac index value measurement by invasive, semi-invasive and non invasive techniques: a prospective study in postoperative off pump coronary artery bypass surgery patients. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2009;23(3):175-80.
19	Cho YJ, Koo CH, Kim TK, Hong DM, Jeon Y. Comparison of cardiac output measures by transpulmonary thermodilution, pulse contour analysis, and pulmonary artery thermodilution during off-pump coronary artery bypass surgery: a subgroup analysis of the cardiovascular anaesthesia registry at a single tertiary centre. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2016;30(6):771-82.
20	Chui J, Craen R, Dy-Valdez C, Alamri R, Boulton M, Pandey S, et al. Early goal-directed therapy during endovascular coiling procedures following aneurysmal subarachnoid hemorrhage: A pilot prospective randomized controlled study. <i>Journal of Neurosurgical Anesthesiology</i> . 2022;34(1):35-43.
21	De Backer D, Marx G, Tan A, Junker C, Van Nuffelen M, Huter L, et al. Arterial pressure-based cardiac output monitoring: a multicenter validation of the third-generation software in septic patients. <i>Intensive Care Medicine</i> . 2011;37(2):233-40.
22	de Waal EEC, Frank M, Scheeren TWL, Kaufmann T, de Korte DJD, Cox B, et al. Perioperative goal-directed therapy in high-risk abdominal surgery. A multicenter randomized controlled superiority trial. <i>Journal of Clinical Anesthesia</i> . 2021;75:1-9.
23	Della Rocca G, Costa MG, Chiarandini P, Bertossi G, Lugano M, Pompei L, et al. Arterial pulse cardiac output agreement with thermodilution in patients in hyperdynamic conditions. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2008;22(5):681-7.
24	Desebbe O, Henaine R, Keller G, Koffel C, Garcia H, Rosamel P, et al. Ability of the third-generation FloTrac/Vigileo software to track changes in cardiac output in cardiac surgery patients: a polar plot approach. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2013;27(6):1122-7.
25	Eiferman DS, Davido HT, Howard JM, Gerckens J, Evans DC, Cook CH, et al. Two Methods of Hemodynamic and Volume Status Assessment in Critically Ill Patients: A Study of Disagreement. <i>Journal of Intensive Care Medicine</i> . 2016;31(2):113-7.
26	Eisenried A, Klarwein R, Ihmsen H, Wehrfritz A, Tandler R, Heim C, et al. Accuracy and Trending Ability of the Fourth-Generation FloTrac/EV1000 System in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis Before and After Surgical Valve Replacement. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2019;33(5):1230-6.
27	Eleftheriadis S, Galatoudis Z, Didilis V, Bougioukas I, Schon J, Heinze H, et al. Variations in arterial blood pressure are associated with parallel changes in FlowTrac/Vigileo-derived cardiac output measurements: a prospective comparison study. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2009;13(6):1-5.
28	Elgendy MA, Esmat IM, Kassim DY. Outcome of intraoperative goal-directed therapy using Vigileo/FloTrac in high-risk patients scheduled for major abdominal surgeries: A prospective randomized trial. <i>Egyptian Journal of Anaesthesia</i> . 2017;33(3):263-9.
29	Froghi F, Gopalan V, Anastasiou Z, Koti R, Gurusamy K, Eastgate C, et al. Effect of post-operative goal-directed fluid therapy (GDFT) on organ function after orthotopic liver transplantation: Secondary outcome analysis of the COLT randomised control trial. <i>International Journal of Surgery</i> . 2022;99:1-11.
30	Fuest KE, Servatius A, Ulm B, Schaller SJ, Jungwirth B, Blobner M, et al. Perioperative Hemodynamic Optimization in Patients at Risk for Delirium – A Randomized-Controlled Trial. <i>Frontiers in Medicine</i> . 2022;9:1-11.
31	Funk DJ, HayGlass KT, Koulack J, Harding G, Boyd A, Brinkman R. A randomized controlled trial on the effects of goal-directed therapy on the inflammatory response open abdominal aortic aneurysm repair. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2015;19:247.
32	Ganter MT, Alhashemi JA, Al-Shabasy AM, Schmid UM, Schott P, Shalabi SA, et al. Continuous cardiac output measurement by un-calibrated pulse wave analysis and pulmonary artery catheter in patients with septic shock. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2016;30(1):13-22.
33	Ghneim MH, Regner JL, Jupiter DC, Kang F, Bonner GL, Bready MS, et al. Goal directed fluid resuscitation decreases time for lactate clearance and facilitates early fascial closure in damage

연번	서지정보
	control surgery. <i>American Journal of Surgery</i> . 2013;206(6):995-9.
34	Ghoreifi A, Basin MF, Ghodoussipour S, Bazargani ST, Amini E, Aslzare M, et al. Perioperative outcomes of goal-directed versus conventional fluid therapy in radical cystectomy with enhanced recovery protocol. <i>International Urology & Nephrology</i> . 2021;53(9):1827-33.
35	Giustiniano E, Procopio F, Ruggieri N, Grimaldi S, Torzilli G, Raimondi F. Impact of the FloTrac/Vigileo™ Monitoring on Intraoperative Fluid Management and Outcome after Liver Resection. <i>Digestive Surgery</i> . 2018;35(5):435-41.
36	Gupta P, Chaudhari SH, Nagar V, Jain D, Bansal A, Dutt A. Prospective analysis of goal-directed fluid therapy vs conventional fluid therapy in perioperative outcome of composite resections of head and neck malignancy with free tissue transfer. <i>Indian Journal of Anaesthesia</i> . 2021;65(8):606-11.
37	Hadian M, Kim HK, Severyn DA, Pinsky MR. Cross-comparison of cardiac output trending accuracy of LiDCO, PiCCO, FloTrac and pulmonary artery catheters. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2010;14(6):1-10.
38	Haenggi M, Barthelmes D, Ulmer H, Takala J, Jakob SM. Comparison of non-calibrated pulse-contour analysis with continuous thermodilution for cardiac output assessment in patients with induced hypothermia after cardiac arrest. <i>Resuscitation</i> . 2011;82(4):423-6.
39	Halemani K, Kumar L, Narayanan B, Rajan S, Ramamurthi P, Sudhakar A. Correlation of Cardiac Output by Arterial Contour-Derived Cardiac Output Monitor Versus Pulmonary Artery Catheter in Liver Transplant: Experience at an Indian Center. <i>Turk Anestezi Ve Reanimasyon Dergisi</i> . 2022;50(2):135-41.
40	Hamm JB, Nguyen BV, Kiss G, Wagnier JP, Jauffroy A, Helaine L, et al. Assessment of a cardiac output device using arterial pulse waveform analysis, Vigileo, in cardiac surgery compared to pulmonary arterial thermodilution. <i>Anaesthesia & Intensive Care</i> . 2010;38(2):295-301.
41	Hofer CK, Button D, Weibel L, Genoni M, Zollinger A. Uncalibrated radial and femoral arterial pressure waveform analysis for continuous cardiac output measurement: an evaluation in cardiac surgery patients. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2010;24(2):257-64.
42	Imai E, Morohashi Y, Mishima K, Ozaki T, Igarashi K, Wakabayashi G. A goal-directed therapy protocol for preventing acute kidney injury after laparoscopic liver resection: a retrospective observational cohort study. <i>Surgery Today</i> . 2022;52(9):1262-74.
43	Jeong YB, Kim TH, Roh YJ, Choi IC, Suh JH. Comparison of uncalibrated arterial pressure waveform analysis with continuous thermodilution cardiac output measurements in patients undergoing elective off-pump coronary artery bypass surgery. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2010;24(5):767-71.
44	Jo YY, Song JW, Yoo YC, Park JY, Shim JK, Kwak YL. The uncalibrated pulse contour cardiac output during off-pump coronary bypass surgery: performance in patients with a low cardiac output status and a reduced left ventricular function. <i>Korean Journal of Anesthesiology</i> . 2011;60(4):237-43.
45	Joosten A, Hafiane R, Pustetto M, Van Obbergh L, Quackels T, Buggenhout A, et al. Practical impact of a decision support for goal-directed fluid therapy on protocol adherence: a clinical implementation study in patients undergoing major abdominal surgery. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2019;33(1):15-24.
46	Jung HS, Kim CW, Kim TY. Is radial artery pressure waveform derived cardiac index is reliable during cardiac surgery with hypothermic cardiopulmonary bypass? <i>Korean J Anesthesiol</i> . 2009. 57(1): 44-9.
47	Kapoor P, Magoon R, Rawat R, Mehta Y, Taneja S, Ravi R, et al. Goal-directed therapy improves the outcome of high-risk cardiac patients undergoing off-pump coronary artery bypass. <i>Annals of Cardiac Anaesthesia</i> . 2017;20(1):83-9.
48	Kapoor PM, Kakani M, Chowdhury U, Choudhury M, Lakshmy, Kiran U. Early goal-directed therapy in moderate to high-risk cardiac surgery patients. <i>Annals of Cardiac Anaesthesia</i> . 2008;11(1):27-34.
49	Kapoor PM, Magoon R, Rawat R, Mehta Y. Perioperative utility of goal-directed therapy in high-risk cardiac patients undergoing coronary artery bypass grafting: A clinical outcome and biomarker-based study. <i>Annals of Cardiac Anaesthesia</i> . 2016;19(4):638-82.
50	Kim DH, Yoo JY, Lee SY, Kim YJ, Lee SR, Park SY. Effects of pulse pressure alterations on cardiac output measurements derived from analysis of arterial pressure waveform. <i>Anesth Pain Med</i> . 2016;11:280-284.

연번	서지정보
51	Kim S, Song J, Ji S, Kwon MA, Nam D. Efficacy of minimal invasive cardiac output and ScVO ₂ monitoring during controlled hypotension for double-jaw surgery. <i>Journal of Dental Anesthesia & Pain Medicine</i> . 2019;19(6):353-60.
52	Kratz T, Simon C, Fendrich V, Schneider R, Wulf H, Kratz C, et al. Implementation and effects of pulse-contour-automated SVV/CI guided goal directed fluid therapy algorithm for the routine management of pancreatic surgery patients. <i>Technology and Health Care</i> . 2016;24(6):899-907.
53	Krejci V, Vannucci A, Abbas A, Chapman W, Kangrga IM. Comparison of calibrated and uncalibrated arterial pressure-based cardiac output monitors during orthotopic liver transplantation. <i>Liver Transplantation</i> . 2010;16(6):773-82.
54	Kumar L, Rajan S, Baalachandran R. Outcomes associated with stroke volume variation versus central venous pressure guided fluid replacements during major abdominal surgery. <i>Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology</i> . 2016;32(2):182-6.
55	Kusaka Y, Ohchi F, Minami T. Evaluation of the Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System in Comparison With the Intermittent Bolus Thermodilution Method in Patients Undergoing Cardiac Surgery. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2019;33(4):953-60.
56	Lahtinen SL, Liisanantti JH, Poukkanen MM, Laurila PA. Goal-directed fluid management in free flap surgery for cancer of the head and neck. <i>Minerva Anestesiologica</i> . 2017;83(1):59-68.
57	Lamia B, Kim HK, Severyn DA, Pinsky MR. Cross-comparisons of trending accuracies of continuous cardiac-output measurements: pulse contour analysis, bioactance, and pulmonary-artery catheter. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2018;32(1):33-43.
58	Lee KY, Yoo YC, Cho JS, Lee W, Kim JY, Kim MH. The effect of intraoperative fluid management according to stroke volume variation on postoperative bowel function recovery in colorectal cancer surgery. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2021;10(9):1-10.
59	Lee M, Weinberg L, Pearce B, Scurrah N, Story DA, Pillai P, et al. Agreement in hemodynamic monitoring during orthotopic liver transplantation: a comparison of FloTrac/Vigileo at two monitoring sites with pulmonary artery catheter thermodilution. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2017;31(2):343-51.
60	Legrand G, Ruscio L, Benhamou D, Pelletier-Fleury N. Goal-Directed Fluid Therapy Guided by Cardiac Monitoring During High-Risk Abdominal Surgery in Adult Patients: Cost-Effectiveness Analysis of Esophageal Doppler and Arterial Pulse Pressure Waveform Analysis. <i>Value in Health</i> . 2015;18(5):605-13.
61	Lian L, Wang Y, Ning X. A retrospective study from a single center of 252 patients who underwent elective pancreaticoduodenectomy to compare perioperative hemodynamic optimization therapy and usual protocols in terms of perioperative cardiac function. <i>Experimental and Therapeutic Medicine</i> . 2022;24(5):1-12.
62	Liang M, Li Y, Lin L, Lin X, Wu X, Gao Y, et al. Effect of goal-directed fluid therapy on the prognosis of elderly patients with hypertension receiving plasmakinetic energy transurethral resection of prostate. <i>International Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2017;10(1):1290-6.
63	Lin SY, Chou AH, Tsai YF, Chang SW, Yang MW, Ting PC, et al. Evaluation of the use of the fourth version FloTrac system in cardiac output measurement before and after cardiopulmonary bypass. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2018;32(5):807-15.
64	Liu X, Zhang P, Liu MX, Ma JL, Wei XC, Fan D. Preoperative carbohydrate loading and intraoperative goal-directed fluid therapy for elderly patients undergoing open gastrointestinal surgery: a prospective randomized controlled trial. <i>BMC Anesthesiology</i> . 2021;21(1):157.
65	Lorsomradee S, Lorsomradee S, Cromheecke S, De Hert SG. Uncalibrated arterial pulse contour analysis versus continuous thermodilution technique: effects of alterations in arterial waveform. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2007a;21(5):636-43.
66	Lorsomradee S, Lorsomradee SR, Cromheecke S, De Hert SG. Continuous cardiac output measurement: arterial pressure analysis versus thermodilution technique during cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. <i>Anaesthesia</i> . 2007b;62(10):979-83.
67	Lu JK, Zhu C, Jing H, Wang YJ, Qing EM. Application of intraoperative arterial pressure-based cardiac output monitoring for patients undergoing coronary artery bypass grafting surgery. <i>Chinese Medical Journal</i> . 2012;125(12):2099-103.
68	Maeda T, Hamaguchi E, Kubo N, Shimokawa A, Kanazawa H, Ohnishi Y. The accuracy and trending ability of cardiac index measured by the fourth-generation FloTrac/Vigileo system TM and the Fick method in cardiac surgery patients. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> .

연번	서지정보
	2019;33(5):767-76.
69	Marque S, Cariou A, Chiche JD, Squara P. Comparison between FloTrac-Vigileo and Bioreactance, a totally noninvasive method for cardiac output monitoring. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2009;13(3):1-6.
70	Marque S, Gros A, Chimot L, Gacouin A, Lavoue S, Camus C, et al. Cardiac output monitoring in septic shock: evaluation of the third-generation FloTrac-Vigileo. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2013;27(3):273-9.
71	Mayer J, Boldt J, Mengistu AM, Rohm KD, Suttner S. Goal-directed intraoperative therapy based on autocalibrated arterial pressure waveform analysis reduces hospital stay in high-risk surgical patients: a randomized, controlled trial. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2010;14(1):1-9.
72	McGee WT, Horswell JL, Calderon J, Janvier G, Van Severen T, Van den Berghe G, et al. Validation of a continuous, arterial pressure-based cardiac output measurement: a multicenter, prospective clinical trial. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2007;11(5):1-7.
73	Mehta Y, Chand RK, Sawhney R, Bhise M, Singh A, Trehan N. Cardiac output monitoring: comparison of a new arterial pressure waveform analysis to the bolus thermodilution technique in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2008;22(3):394-9.
74	Milam AJ, Ghoddoussi F, Lucaj J, Narreddy S, Kumar N, Reddy V, et al. Comparing the Mutual Interchangeability of ECOM, FloTrac/Vigileo, 3D-TEE, and ITD-PAC Cardiac Output Measuring Systems in Coronary Artery Bypass Grafting. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2021;35(2):514-29.
75	Montenij LJ, Buhre WF, De Jong SA, Harms JH, Van Herwaarden JA, Kruitwagen CLJJ, et al. Arterial pressure waveform analysis versus thermodilution cardiac output measurement during open abdominal aortic aneurysm repair: A prospective observational study. <i>European Journal of Anaesthesiology</i> . 2015;32(1):13-9.
76	Montenij LJ, Sonneveld JP, Nierich AP, Buhre WF, De Waal EE. Accuracy, Precision, and Trending Ability of Uncalibrated Arterial Pressure Waveform Analysis of Cardiac Output in Patients With Impaired Left Ventricular Function: A Prospective, Observational Study. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2016;30(1):115-21.
77	Munoz JL, Gabaldon T, Miranda E, Berrio DL, Ruiz-Tovar J, Ronda JM, et al. Goal-Directed Fluid Therapy on Laparoscopic Sleeve Gastrectomy in Morbidly Obese Patients. <i>Obesity Surgery</i> . 2016;26(11):2648-53.
78	Murata Y, Imai T, Takeda C, Mizota T, Kawamoto S. Agreement between continuous cardiac output measured by the fourth-generation FloTrac/Vigileo system and a pulmonary artery catheter in adult liver transplantation. <i>Scientific Reports</i> . 2022;12(1):1-8.
79	Oh C, Lee S, Oh P, Chung W, Ko Y, Yoon SH, et al. Comparison between Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System and Continuous Thermodilution Technique for Cardiac Output Estimation after Time Adjustment during Off-Pump Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Retrospective Cohort Study. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2022;11(20):1-10.
80	Opdam HI, Wan L, Bellomo R. A pilot assessment of the FloTrac cardiac output monitoring system. <i>Intensive Care Medicine</i> . 2007;33(2):344-9.
81	Ordóñez-Rufat P, Mancho-Fora N, Tebe-Cordomi C, Polit-Martinez V, Abellan-Lencina R, Fernández-Alvarez J, et al. Study of the accuracy of a radial arterial pressure waveform cardiac output measurement device after cardiac surgery. <i>Journal Of Cardiothoracic Surgery</i> . 2023;18(1):1-9.
82	Ostergaard M, Nielsen J, Nygaard E. Pulse contour cardiac output: an evaluation of the FloTrac method. <i>European Journal of Anaesthesiology</i> . 2009;26(6):484-9.
83	Peng K, Li J, Cheng H, Ji FH. Goal-directed fluid therapy based on stroke volume variations improves fluid management and gastrointestinal perfusion in patients undergoing major orthopedic surgery. <i>Medical Principles and Practice</i> . 2014;23(5):413-20.
84	Poso T, Winso O, Aroch R, Kesek D. Perioperative fluid guidance with transthoracic echocardiography and pulse-contour device in morbidly obese patients. <i>Obesity Surgery</i> . 2014;24(12):2117-25.
85	Prasad C, Radhakrishna N, Pandia MP, Khandelwal A, Singh GP, Bithal PK. The Effect of Goal-Directed Fluid Therapy versus Standard Fluid Therapy on the Cuff Leak Gradient in Patients Undergoing Complex Spine Surgery in Prone Position. <i>Journal of Neurosciences in Rural Practice</i> . 2021;12(4):745-50.

연번	서지정보
86	Prasser C, Bele S, Keyl C, Schweiger S, Trabold B, Amann M, et al. Evaluation of a new arterial pressure-based cardiac output device requiring no external calibration. <i>BMC Anesthesiology</i> . 2007;7:1-9.
87	Ramsingh D, Hu H, Yan M, Lauer R, Rabkin D, Gatling J, et al. Perioperative individualized goal directed therapy for cardiac surgery: A historical-prospective, comparative effectiveness study. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2021;10(3):1-11.
88	Ramsingh DS, Sanghvi C, Gamboa J, Cannesson M, Applegate RL, 2nd. Outcome impact of goal directed fluid therapy during high risk abdominal surgery in low to moderate risk patients: a randomized controlled trial. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2013;27(3):249-57.
89	Russo A, Aceto P, Grieco DL, Anzellotti GM, Perilli V, Costantini B, et al. Goal-directed hemodynamic management in patients undergoing primary debulking gynaecological surgery: A matched-controlled precision medicine study. <i>Gynecologic Oncology</i> . 2018;151(2):299-305.
90	Sahutoglu C, Turksal E, Kocabas S, Askar FZ. Influence of stroke volume variation on fluid treatment and postoperative complications in thoracic surgery. <i>Therapeutics and Clinical Risk Management</i> . 2018;14:575-81.
91	Saka E, Abdullah T, Canbaz M, Aygun E, Dolas I, Sabanci PA, et al. Comparison of arterial blood pressure and cardiac index-based hemodynamic management on cognitive function in elderly patients undergoing spinal surgery: A randomized clinical trial. <i>Minerva Anestesiologica</i> . 2021;87(7):757-65.
92	Salzwedel C, Puig J, Carstens A, Bein B, Molnar Z, Kiss K, et al. Perioperative goal-directed hemodynamic therapy based on radial arterial pulse pressure variation and continuous cardiac index trending reduces postoperative complications after major abdominal surgery: a multi-center, prospective, randomized study. <i>Critical care (London, England)</i> . 2013;17(5):1-11.
93	Sander M, Spies CD, Grubitzsch H, Foer A, Muller M, von Heymann C. Comparison of uncalibrated arterial waveform analysis in cardiac surgery patients with thermodilution cardiac output measurements. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2006;10(6):1-10.
94	Saraceni E, Rossi S, Persona P, Dan M, Rizzi S, Meroni M, et al. Comparison of two methods for cardiac output measurement in critically ill patients. <i>British Journal of Anaesthesia</i> . 2011;106(5):690-4.
95	Scheeren TW, Wiesenack C, Gerlach H, Marx G. Goal-directed intraoperative fluid therapy guided by stroke volume and its variation in high-risk surgical patients: a prospective randomized multicentre study. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2013;27(3):225-33.
96	Schramm S, Albrecht E, Frascarolo P, Chassot PG, Spahn DR. Validity of an arterial pressure waveform analysis device: does the puncture site play a role in the agreement with intermittent pulmonary artery catheter thermodilution measurements? <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2010;24(2):250-6.
97	Senn A, Button D, Zollinger A, Hofer CK. Assessment of cardiac output changes using a modified FloTrac/Vigileo algorithm in cardiac surgery patients. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2009;13(2):1-10.
98	Shih BF, Huang PH, Yu HP, Liu FC, Lin CC, Chung PC, et al. Cardiac Output Assessed by the Fourth-Generation Arterial Waveform Analysis System Is Unreliable in Liver Transplant Recipients. <i>Transplantation Proceedings</i> . 2016;48(4):1170-5.
99	Slagt C, Beute J, Hoeksema M, Malagon I, Mulder JW, Groeneveld JA. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis without calibration vs. thermodilution in septic shock: evolving accuracy of software versions. <i>European Journal of Anaesthesiology</i> . 2010;27(6):550-4.
100	Slagt C, de Leeuw MA, Beute J, Rijnsburger E, Hoeksema M, Mulder JW, et al. Cardiac output measured by uncalibrated arterial pressure waveform analysis by recently released software version 3.02 versus thermodilution in septic shock. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2013;27(2):171-7.
101	Staier K, Wiesenack C, Gunkel L, Keyl C. Cardiac output determination by thermodilution and arterial pulse waveform analysis in patients undergoing aortic valve replacement. <i>Canadian Journal of Anesthesia</i> . 2008;55(SUPPL. 1):22-8.
102	Su BC, Tsai YF, Chen CY, Yu HP, Yang MW, Lee WC, et al. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis in patients undergoing liver transplantation: validity of a third-generation device. <i>Transplantation Proceedings</i> . 2012;44(2):424-8.
103	Suehiro K, Tanaka K, Mikawa M, Uchihara Y, Matsuyama T, Matsuura T, et al. Improved Performance of the Fourth-Generation FloTrac/Vigileo System for Tracking Cardiac Output

연번	서지정보
	Changes. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2015a;29(3):656-62.
104	Suehiro K, Tanaka K, Yamada T, Matsuura T, Mori T, Funao T, et al. The ability of the Vigileo-FloTrac system to measure cardiac output and track cardiac output changes during one-lung ventilation. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2015b;29(3):333-9.
105	Sujatha PP, Nileshwar A, Krishna HM, Prasad SS, Prabhu M, Kamath SU. Goal-Directed vs Traditional Approach to Intraoperative Fluid Therapy during Open Major Bowel Surgery: Is There a Difference? <i>Anesthesiology Research and Practice</i> . 2019;1-11.
106	Tang A, Zhou S. Analysis on the application value of goal-directed fluid therapy in patients undergoing laparoscopy-assisted radical gastrectomy with fast-track anesthesia. <i>American Journal of Translational Research</i> . 2021;13(5):5174-82.
107	Taniguchi H, Sasaki T, Fujita H, Kobayashi H, Kawasaki R, Ogata T, et al. Effects of goal-directed fluid therapy on enhanced postoperative recovery: An interventional comparative observational study with a historical control group on oesophagectomy combined with ERAS program. <i>Clinical Nutrition ESPEN</i> . 2018;23:184-93.
108	Tejedor A, Rivas E, Rios J, Arismendi E, Martinez-Palli G, Delgado S, et al. Accuracy of Vigileo/Flotrac monitoring system in morbidly obese patients. <i>Journal of Critical Care</i> . 2015;30(3):562-6.
109	Teng S, Kaufman J, Pan Z, Czaja A, Shockley H, da Cruz E. Continuous arterial pressure waveform monitoring in pediatric cardiac transplant, cardiomyopathy and pulmonary hypertension patients. <i>Intensive Care Medicine</i> . 2011;37(8):1297-301.
110	Terada T, Oiwa A, Maemura Y, Robert S, Kessoku S, Ochiai R. Comparison of the ability of two continuous cardiac output monitors to measure trends in cardiac output: estimated continuous cardiac output measured by modified pulse wave transit time and an arterial pulse contour-based cardiac output device. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2016;30(5):621-7.
111	Theanpramuk P, Wongbuddha C, Mokarat B. Efficacy of Hemodynamic Monitoring in Cardiac Surgical Patients. <i>Journal of the Medical Association of Thailand</i> . 2022;105(2):139-44.
112	Tomasi R, Prueckner S, Czerner S, Schramm R, Preissler G, Zwisler B, et al. Comparison of an advanced minimally invasive cardiac output monitoring with a continuous invasive cardiac output monitoring during lung transplantation. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2016;30(4):475-80.
113	Torregiani G, Claroni C, Covotta M, Naccarato A, Canfora M, Giannarelli D, et al. Impact of a goal-directed fluid therapy on length of hospital stay and costs of hepatobiliarypancreatic surgery: a prospective observational study. <i>Journal of Comparative Effectiveness Research</i> . 2018;7(12):1171-9.
114	Tribuddharat S, Sathitkarnmanee T, Ngamsangsirisup K, Nongnuang K. Efficacy of Intraoperative Hemodynamic Optimization Using FloTrac/EV1000 Platform for Early Goal-Directed Therapy to Improve Postoperative Outcomes in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft with Cardiopulmonary Bypass: A Randomized Controlled Trial. <i>Medical Devices Evidence and Research</i> . 2021;14:201-9.
115	Tsai YF, Su BC, Lin CC, Liu FC, Lee WC, Yu HP. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis: validation of the third-generation software in patients undergoing orthotopic liver transplantation. <i>Transplantation Proceedings</i> . 2012;44(2):433-7.
116	Turkut N, Altun D, Canbolat N, Uzunturk C, Sen C, Camci AE. Comparison of Stroke Volume Variation-based goal-directed Therapy Versus Standard Fluid Therapy in Patients Undergoing Head and Neck Surgery: A Randomized Controlled Study. <i>Balkan Medical Journal</i> . 2022;39(5):351-7.
117	Van der Linden PJ, Dierick A, Wilmin S, Bellens B, De Hert SG. A randomized controlled trial comparing an intraoperative goal-directed strategy with routine clinical practice in patients undergoing peripheral arterial surgery. <i>European journal of anaesthesiology</i> . 2010;27(9):788-93.
118	Vasdev S, Chauhan S, Choudhury M, Hote MP, Malik M, Kiran U. Arterial pressure waveform derived cardiac output FloTrac/Vigileo system (third generation software): comparison of two monitoring sites with the thermodilution cardiac output. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2012;26(2):115-20.
119	Vetrugno L, Costa MG, Spagnesi L, Pompei L, Chiarandini P, Gimigliano I, et al. Uncalibrated arterial pulse cardiac output measurements in patients with moderately abnormal left ventricular function. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2011;25(1):53-8.
120	Wacharasint P, Kunakorn P, Pankongsap P, Preechanukul R. Clinical validation of pulse contour

연번	서지정보
	and pulse wave transit time-based continuous cardiac output analyses in Thai patients undergoing cardiac surgery. <i>Journal of the Medical Association of Thailand</i> . 2014;97 Suppl 1:S55-60.
121	Wang SC, Teng WN, Chang KY, Susan Mandell M, Ting CK, Chu YC, et al. Fluid management guided by stroke volume variation failed to decrease the incidence of acute kidney injury, 30-day mortality, and 1-year survival in living donor liver transplant recipients. <i>Journal of the Chinese Medical Association: JCMA</i> . 2012;75(12):654-9.
122	Weinberg L, Banting J, Churilov L, McLeod RL, Fernandes K, Chao I, et al. The Effect of a Surgery-Specific Cardiac Output-Guided Haemodynamic Algorithm on Outcomes in Patients Undergoing Pancreaticoduodenectomy in a High-Volume Centre: A Retrospective Comparative Study. <i>Anaesthesia and Intensive Care</i> . 2017;45(5):569-80.
123	Weinberg L, Ianno D, Churilov L, McGuigan S, Mackley L, Banting J, et al. Goal directed fluid therapy for major liver resection: A multicentre randomized controlled trial. <i>Annals of Medicine and Surgery</i> . 2019;45:45-53.
124	Weinberg L, Mackley L, Ho A, McGuigan S, Ianno D, Yii M, et al. Impact of a goal directed fluid therapy algorithm on postoperative morbidity in patients undergoing open right hepatectomy: A single centre retrospective observational study. <i>BMC Anesthesiology</i> . 2019;19(1):1-13.
125	Wu NH, Hsieh TH, Chang CY, Shih PC, Kao MC, Lin HY. Validation of cardiac output estimation using the fourth-generation FloTrac/EV1000 TM system in patients undergoing robotic-assisted off-pump coronary artery bypass surgery. <i>Heart & Vessels</i> . 2023;38(3):341-7.
126	Ylikauma LA, Ohtonen PP, Erkinaro TM, Vakkala MA, Liisanantti JH, Satta JU, et al. Bioreactance and fourth-generation pulse contour methods in monitoring cardiac index during off-pump coronary artery bypass surgery. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2022;36(3):879-88.
127	Yu J, Che L, Zhu A, Xu L, Huang Y. Goal-Directed Intraoperative Fluid Therapy Benefits Patients Undergoing Major Gynecologic Oncology Surgery: A Controlled Before-and-After Study. <i>Frontiers in Oncology</i> . 2022;12:1-8.
128	Zhang J, Chen CQ, Lei XZ, Feng ZY, Zhu SM. Goal-directed fluid optimization based on stroke volume variation and cardiac index during one-lung ventilation in patients undergoing thoracoscopy lobectomy operations: a pilot study. <i>Clinics (Sao Paulo, Brazil)</i> . 2013;68(7):1065-70.
129	Zimmermann A, Kufner C, Hofbauer S, Steinwendner J, Hitzl W, Fritsch G, et al. The accuracy of the Vigileo/FloTrac continuous cardiac output monitor. <i>Journal of Cardiothoracic & Vascular Anesthesia</i> . 2008;22(3):388-93.

발행일 2023. 12. 31.

발행인 이재태

발행처 한국보건의료연구원

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

ISBN : 979-11-93112-78-6