

NECA-의료기술재평가사업

NECA-R-23-001-12 (2023. 8.)



의료기술재평가보고서 2023

열희석법보정 후 동맥압에 기초한 심기능측정

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	7
1.4 선행 연구	10
2. 평가목적	11
II. 평가방법	12
1. 체계적 문헌고찰	12
1.1 개요	12
1.2 핵심질문	12
1.3 문헌검색	13
1.4 문헌선정	14
1.5 비뚤림위험 평가	15
1.6 자료추출	15
1.7 자료합성	15
2. 권고등급 결정	16
III. 평가결과	17
1. 문헌선정 결과	17
1.1 문헌선정 개요	17
1.2 안전성 및 효과성	18
1.3 경제성	31
IV. 결과요약 및 결론	32
1. 평가결과 요약	32
1.1 안전성	32
1.2 효과성	33
1.3 경제성	33
2. 결론	33
V. 참고문헌	35

VI. 부록	37
1. 의료기술재평가위원회	37
2. 소위원회	38
3. 문헌 검색 전략	39
4. 비독립위험 평가 및 자료추출 양식	43
5. 최종 선택문헌	46

표 차례

표 1.1	‘열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정’ 목적으로 등재된 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	열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 국내 이용현황	6
표 1.7	열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 수가 정보	6
표 1.8	국외 보험 및 행위 등재 현황	7
표 1.9	스완-간즈 카테터법에 의한 검사-심박출량 측정[1일당] 이용현황	8
표 1.10	중심정맥압 측정 이용현황	8
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)	9
표 1.14	심박출량 측정 검사의 병원 단가	9
표 2.1	PICOST-SD 세부내용	13
표 2.2	국외 전자 데이터베이스	13
표 2.3	국내 전자 데이터베이스	14
표 2.4	선택/배제기준	15
표 2.5	권고등급 체계	16
표 3.1	선택문헌 특성	18
표 3.2	안전성 결과	21
표 3.3	사망률	21
표 3.4	하위군 분석 요약표	23
표 3.5	전체 임상사건	25
표 3.6	입원기간 및 중환자실 재원기간	26
표 3.7	인공호흡기 유지기간	29
표 3.8	의료결과의 영향 요약표	30
표 3.9	경제성 문헌의 특성	31
표 3.10	경제성 분석 결과	31

그림 차례

그림 3.1 문헌선정흐름도	17
그림 3.2 비뿔림위험 그래프(무작위배정 비교임상시험 연구)	19
그림 3.3 비뿔림위험 평가결과 요약표(무작위배정 비교임상시험 연구)	19
그림 3.4 비뿔림위험 그래프(비무작위 연구)	20
그림 3.5 비뿔림위험에 대한 평가결과 요약표(비무작위 연구)	20
그림 3.6 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	22
그림 3.7 사망률 메타분석(비무작위 연구)	22
그림 3.8 하위군 분석(연구대상자별, 사망률, 무작위배정 비교임상시험)	24
그림 3.9 하위군 분석(연구대상자별, 사망률, 비무작위연구)	24
그림 3.10 전체 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험)	26
그림 3.11 전체 임상사건 발생 메타분석(비무작위 연구)	26
그림 3.12 입원기간(일) 메타분석	27
그림 3.13 중환자실 자원기간(일) 메타분석	28
그림 3.14 인공호흡기 유지기간(일) 메타분석	29

요약문 (국문)

평가배경

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 열희석법으로 보정한 동맥압 파형 분석을 통해 심박출량 등을 연속적으로 측정, 감시하는 기술이다. 2014년 제4차 신의료기술평가위원회에서 안전성 및 유효성이 있는 검사로 평가되어 2014년 6월에 보건복지부 고시되었으며, 2015년 8월 비급여 항목(노-872-1)으로 등재되었다. 2019년 7월에 선별 급여로 전환된 이후 3년 2개월 경과되었으며, 내부모니터링을 통해 재평가 안전으로 발굴되어, 우선 순위 심의를 통해 재평가 대상으로 선정되었다.

2022년 제11차 의료기술재평가위원회(2022.11.11.)에서 평가계획서 및 소위원회 구성안을 심의한 후 임상적 안전성 및 효과성을 평가하였다.

평가방법

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

평가의 핵심질문은 ‘열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 심기능 측정 및 감시를 목적으로 사용시 임상적으로 안전하고 효과적인가?’이다. 안전성은 검사 관련 이상반응 또는 부작용, 효과성은 의료결과의 영향, 경제성은 비용절감, 비용 효과성 등으로 평가하였다. 의료결과의 지표 중 검사정확성에 해당되는 참고표준검사와의 차이는 신의료기술평가를 통해 그 효과성을 인정받았기 때문에 본 평가에 포함시키지 않았다.

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 비뮌위험 평가는 모두 2명의 평가자가 독립적으로 수행하였고, 의견 불일치가 있을 경우 회의를 통해 합의하였다. 문헌의 비뮌위험 평가는 연구유형에 따라 무작위배정 비교임상시험(randomized controlled trial, 이하 ‘RCT’)는

Cochrane의 Risk of Bias (이하 'RoB'), 그 외에 비무작위연구(non randomized study, 이하 'NRS')(비무작위 비교임상연구, 코호트 연구)는 Risk of bias Assessment Tool for Nonrandomized Studies (이하 'RoBANS') 2.0 국문판을 사용하였다. 자료분석에서 의료결과의 영향은 사망률, 전체 임상사건발생, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간으로 구분하여 양적 분석이 가능할 경우 메타분석을 수행하였으며, 불가능할 경우 질적 분석을 수행하였다. 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% CI를 제시하였다. 연속형 변수에 대해서는 통합 평균 차이(mean difference, 이하 'MD')와 95% CI를 제시하였다.

평가결과

체계적 문헌고찰 결과 선택된 문헌은 총 23편이었다. 연구유형은 RCT 10편, 비무작위 연구 13편, 경제성 연구 1편으로 이 중 1편은 경제성과 효과성을 모두 보고하였다. 연구대상은 의학적 문제로 중환자실 집중 치료가 필요한 환자(폐혈증, 화상, 심부전 등)가 많은 비율(65%)을 차지하였다.

비뚤림위험 평가결과 RCT는 배정순서 은폐 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 80%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 30%, 기타 비뚤림 위험 '불확실'이 30%로 평가하였다. NRS는 대상군 비교가능성 영역에서 비뚤림 위험 '높음'이 23.1%, 교란변수 영역에서 비뚤림 위험 '높음'이 15.4%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 15.4%, 결과평가 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 7.7%로 평가하였다.

안전성

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 안전성을 보고한 문헌은 2편이었다. 이 중 1편은 검사와 관련된 합병증이 발생하지 않았다고 보고하였다. 나머지 1편은 PiCCO 시스템을 이용하면서 대퇴동맥 카테터 거치와 관련된 합병증으로 정맥천자 4.5% (11건), 혈종 1.5% (4건), 가이드와이어 꼬임 0.8% (2건), 카테터 기능장애 0.4% (1건)가 있었다.

효과성

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 효과성은 의료결과의 영향에 대해 사망률, 전체 임상사건 발생, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 주요지표로 평가하였다.

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 이용하여 수액을 조절한 군(이하 '중재군')과 기존 검사를 이용하여 수액을 조절한 군(이하 '비교군') 간 비교 시 사망률은 RCT (6편, 총 1,126명), NRS (10편, 총 1,246명) 모두 군간 유의한 차이가 없었다. 전체 임상사건 발생은 RCT (4편, 총 548

명)에서 유의한 차이가 없었지만 NRS (2편, 총 152명)에서는 중재군이 유의하게 낮았다(통합 OR 0.29, 95% CI 0.13, 0.68, $I^2 = 0\%$). 입원기간은 RCT (2편, 총 465명)에서 유의한 차이가 없었으나 NRS (2편, 총 158명)에서 중재군이 약 2일 짧았다(통합 MD -2.45, 95% CI -4.72, -0.17, $I^2 = 0\%$). 중환자실 재원기간은 RCT (6편, 총 519명)에서 유의한 차이가 없었고, NRS (5편, 총 963명)에서 중재군이 약 3일 짧았으나 연구간 이질성이 높았다(통합 MD -3.14, 95% CI -5.57, -0.71, $I^2 = 95\%$). 인공호흡기 유지기간은 RCT (4편, 총 883명)에서만 중재군이 약 3일 정도 유의하게 짧았고 (통합 MD -3.26, 95% CI -5.65, -0.86, $I^2 = 97\%$), NRS (3편, 총 250명)는 유의한 차이가 없었다.

경제성

경제성 결과지표를 보고한 문헌은 총 1편으로 연구국가는 중국이었다. 이 연구는 중증 흉부외상 및 급성 호흡곤란 증후군 환자를 대상으로 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 이용하여 수액을 조절한 중재군과 중심정맥압 측정을 통해 수액을 조절한 비교군 간의 응급 중환자실의 치료 및 모니터링에 소요되는 비용을 비교하였다. 그 결과 중재군이 비교군에 비해 비용이 유의하게 더 작았다.

결론

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사 소위원회는 현재 평가 결과에 근거하여 다음과 같이 제안하였다.

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사는 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 환자 상태를 평가하기 위해 사용시 보고된 부작용이 경미한 수준으로 안전한 기술로 판단하였다. 효과성은 전체 임상사건 발생을 감소시키고, 병원 및 중환자실 재원기간과 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 효과를 확인하여 의료결과 개선에 도움이 될 것으로 기대하지만 전체적으로 이질적인 연구결과가 혼재되어 있어 명확하게 효과의 크기를 가늠하기 어렵다고 판단하였다. 경제성은 선행연구의 임상상황과 국내 임상상황이 달라 해당 연구결과만으로 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정에 대한 경제성을 확인하기는 어렵다고 판단하였다.

2023년 제8차 의료기술재평가위원회(2023.8.11.)는 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 소위원회 결론 및 분과 의견을 검토하여 다음과 같이 심의 의결하고 권고등급을 결정하였다.

소위원회는 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 안전한 기술로 판단하였고, 효과성은 전체 임상사건 발생을 감소시키고, 병원 및 중환자실 재원기간과 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 효과를 확인하여 의료결과 개선에 도움이 될 것으로 기대하지만 전체적으로 이질적인 연구결과가 혼재되어 있어 명확하게 효과의 크기를 가늠하기 어렵다고 판단하였다.

이에 의료기술재평가위원회는 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상상황에서 혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 심기능 측정 및 감시를 목적으로 사용시 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 '조건부 권고함'으로 심의하였다.

주요어

혈역학적 감시, 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정, 안전성, 효과성
Hemodynamic monitoring, Transpulmonary Thermodilution, Safety, Effectiveness

알기 쉬운 의료기술재평가

열희석법 보정 후 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 폐 동맥 카테터와 같은 침습적 방법으로 심박출량 등의 혈액 순환과 관련된 지표들을 감시하였으나, 현재는 비침습적 방법들이 선호되고 있다.

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액 순환의 흐름에 대한 감시가 필요한 환자의 상태를 평가하기 위해 열희석법으로 보정한 동맥압 파형 분석을 통해 연속적으로 심박출량 등을 감시하는 기술로 현재 건강보험에서 선별급여(본인부담률 50%)로 사용되고 있다.

의료기술의 안전성 · 효과성

혈액 순환의 흐름에 대한 감시가 필요한 환자에서 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사가 안전하고 효과적인지를 평가하기 위해 23편의 문헌을 검토하였다. 보고된 부작용은 경미한 수준으로 안전한 기술로 평가하였다. 효과성은 혈액 순환 상태가 불안정한 환자에서 치료 후 발생할 수 있는 합병증 및 입원기간을 줄이고 인공호흡기로 치료받는 시간을 줄이는데 도움을 줄 것으로 기대되지만 전체적으로 의료결과가 일관적이지 않아 명확하게 효과의 크기를 가늠하기 어렵다고 평가하였다.

결론 및 권고문

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

1. 평가배경

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 열희석법으로 보정한 동맥압 파형 분석을 통해 심박출량 등을 연속적으로 감시하는 기술이다. 2014년 제4차 신의료기술 평가위원회에서 안전성 및 유효성이 있는 검사로 평가되어 2014년 6월 보건복지부고시되었으며, 2015년 8월 비급여 항목(노-872-1)으로 등재되었다. 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 2019년 7월 선별급여(본인부담률 50%)로 전환된 이후 3년 2개월 경과하였다.

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

본 평가는 열희석법 보정 후 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 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정

경심폐 열희석법(transpulmonary thermodilution, 이하 'TPTD')은 상대정맥 영역에 차가운 식염수를 주입한 후 대퇴동맥 카테터의 끝에 있는 서미스터(thermistor)에서 혈액 온도의 감소를 감지하는 방식이다. 표준 폐동맥 희석법과 마찬가지로 Stewart-Hamilton 원리를 사용하여 심박출량을 측정하는 검사로 우심방이 아닌 중심 정맥에 차가운 식염수를 주입하고, 폐동맥이 아닌 전신 동맥에서 혈액 온도를 측정한다는 점에서 폐동맥 카테터를 사용하는 방법과 차이가 있다(Monnet & Teboul, 2017).

TPTD를 이용하여 현재 상용화된 장비로는 ProAQT platform에서 작동되는 PiCCO system과 EV1000 platform에서 작동되는 VolumeView system이 있다(Monnet & Teboul, 2017). PiCCO system은 경심폐 열희석법과 동맥파형 분석방법을 하나의 장비 안에 결합해 놓은 시스템으로 Wesseling's cZ algorithm의 개정된 버전에 따라 압력파형의 수축기 부분 아래 영역 외에 실제 압력파형 모양(actual shape of the pressure waveform)을 분석한다(Wilde et al., 2008). 보정 계수 "cal"과 개별 순응도

함수 C(p)를 도출하려면 기준 심박출량이 필요한데 PiCCO는 혈액 온도보다 최소 10°C 낮은 온도로 최소 10mL를 중심 정맥 주사 후 심박출량이 결정되는 경폐 열회석 기술을 활용한다. 오른쪽 심장, 폐 및 왼쪽 심장을 통과한 후 결과적인 온도 변화는 일반적으로 대퇴동맥에 위치하는 서미스터 팁 카테터로 측정되며 심박출량은 고전적인 Stewart-Hamilton 방정식으로 계산된다(Wilde et al., 2008).

VolumeView system은 PiCCO system과는 다른 열회석법 곡선(thermodilution curve)의 기하학적 분석(geometrical analysis)을 이용하는 검사로, 곡선의 위 아래부분의 기울기와 proprietary function에 기반하며, PiCCO system과 VolumeView system 두 기술이 상호 교환이 가능한 것으로 보고된다(Monnet & Teboul, 2017; Kiefer et al., 2012; Bendjelid et al., 2010).

1.1.2 소요장비의 식품의약품 안전처 허가사항

건강보험 요양급여 치료재료로 등재된 품명은 'VOLUMEVIEW SET', 'PICCO SET'로(표 1.1), 이와 관련된 식품의약품안전처의 허가사항은 <표 1.2>와 같다.

표 1.1 '열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정' 목적으로 등재된 치료재료

품명	제조회사	최초등재일자	비고
VOLUMEVIEW SET	Edwards Lifesciences LLC.	2019.7.1.	비급여(BJ4031CN, BJ4032CN, BJ4033CN*) →급여 전환 본인부담률 50%
PICCO SET	Pulsion medical system SE.	2022.4.1.	본인부담률 50%

*BJ4031CN: VOLUMEVIEW FEMORAL ARTERIAL CATHETER KIT

BJ4032CN: VENOUS INJECTATE KIT WITH DPT

BJ4033CN: VOLUMEVIEW SENSOR WITH TUBING SET

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

표 1.2 소요장비의 식품의약품안전처 허가사항

구분	내용
VOLUMEVIEW SET	
허가번호(허가일)	수허 14-1778호(2014.4.28.)
품목명(모델명)	열회석카테터(VLV8R520외 8건)
제품명(명칭)	Volume View System(Volume View System, 열회석카테터,VLV8R520 외 8건)
품목코드(등급)	A57230.01(4)
사용목적	-혈관내혈압계: 혈관 내에 카테터를 삽입하여 중심 또는 말초정맥압에서의 환자에 관련된 관혈적 혈압측정치 또는 중심정맥압과 말초정맥압의 차를 혈관 내압을 직접 전기 신호로 변환하여 혈압을 측정하는 기구 -열회석카테터: 열회석법을 이용하여 심박출량을 감시하는 프로브를 장착한 카테터 -혈관카테터안내선 : 카테터를 혈관 속으로 유도하기 위하여 카테터 속에 넣어 사용하는 코일 형태의 기구 -멸균견제봉합사: 혈관내에 삽입된 카테터를 고정하기 위해 사용하는 주사침이 부착된 기구 -멸균주사침: 카테터를 혈관 속으로 유도하기 위하여 대퇴동맥을 천자하는 기구 -주사기: 주사침과 연결하여 혈관을 천자하는데 보조적인 역할을 하는 기구 -일회용수동식의료용칼: 혈관확장기가 혈관 확장이 용이하도록 피부표면에 자국을 내는 기구 -수동식혈관확장기: 카테터를 혈관 속으로 유도하기 위하여 혈관을 확장하는 기구

구분	내용
	-연속관류카테터: 혈병, 후방 누설, 땀띠 등을 제거할 목적으로 낮은 주입 속도로 연속적인 혈관 속을 관류하는 카테터-트랜듀서 시스템에 연결되는 기구
PiCCO SET	
허가번호(허가일)	수인 21-4544호(2021.11.22.)
품목명(모델명)	혈관내혈압계(PV82 15외 4건)
품목코드(등급)	A23020.01(2)
명칭(제품명)	PiCCO Monitoring Kit, 혈관내혈압계, PV8215 외 4건(PiCCO Monitoring Kit)
사용목적	혈관 내에 카테터를 삽입하여 중심 또는 말초정맥압에서의 환자에 관련된 관혈적 혈압측정치 또는 중심정맥압과 말초정맥압의 차인 혈관 내압을 직접 전기 신호로 변환하여 혈압을 측정하는 기구
Pulsioflex	
허가번호(허가일)	수인 19-4532호(2019.8.8.)
갱신신청기한	2029.12.3.
품목명(모델명)	의료용다기능측정기록장치(PC4000)
제품명(명칭)	Pulsioflex((주)계팅게메디칼코리아 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.
열희석심박출량계	
허가번호(허가일)	수인 11-950호(2011.8.16.)
갱신신청기한	2026.10.05.
품목명(모델명)	열희석심박출량계(EV1000A)
명칭	에드워즈라이프사이언스스코리아(주) 열희석심박출량계, EV1000A
품목코드(등급)	A17230.01(2)
사용목적	지시약 희석법을 이용하여 심장으로부터의 혈류를 측정하는 기구
출처 : 식품의약품안전처 의료기기 전자민원창구 홈페이지, 검색일: 2022.10.1.	

1.2 국내외 보험 및 행위 등재 현황

1.2.1 국내 건강보험 등재 현황

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 2015년 8월 비급여 항목으로 등재되었다가 2019년 ‘나-722-5’에 선별급여(본인부담률 50%)로 등재되었다. 심기능 측정과 관련된 건강보험요양 급여 비급여 비용 목록 등재 현황은 <표 1.3>과 같으며, 건강보험요양급여 고시항목 상세 내용 및 경과과정은 <표 1.4>, <표 1.5>에 제시하였다.

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] 주: 심박출량측정과 폐동맥압 및 폐기압측정은 소정 점수에 포함되므로 별도산정하지 아니한다.	2,446.21
	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		열회석법 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	

분류번호	코드	분류	점수
[진단초음파]			
나-943	심장	가. 경흉부 심초음파 Transthoracic Echocardiography	
	EB430	주: 선천성 심질환에 검사를 실시한 경우 887.55점을 별도 산정한다.	
	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-722-5	보험EDI 코드	E7228 E7229	관련 근거	보건복지부 고시 제2019-104호 (2019.6.5.)	급여여부	급여
행위명(한글)	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 가. 카테터삽입술 당일[카테터삽입료포함], 나. 익일부터 [1일당]					선별급여 구분	50%
행위명(영문)	Arterial Pressure Based Continuous Cardiac Function Monitoring after Calibration by Transpulmonary Thermodilution					적용일자	2019.7.1.
정의 및 적응증	〈대상〉혈역학적 모니터가 필요한 환자를 대상 〈목적〉열회석법으로 보정한 동맥압 파형 분석을 통해 심박출량등을 연속적으로 측정, 감시하는 행위						
실시방법	① 대퇴동맥에 온도감지기능이 있는 카테터 삽입 ② 환자의 중심정맥카테터(CVC)에 식염수의 온도를 측정하는 Temperature Sensing Probe 연결 ③ 각각의 케이블을 모니터와 연결 후 측정 시작 ④ 차가운 식염수를 Temperature Sensing Probe가 연결되어 있는 CVC에 주입하여 모니터링 시작 ⑤ 열회석법으로 보정한 동맥압 파형으로 심박출량 등 측정						
주사항	주 : 『선별급여 지정 및 실시 등에 관한 기준』 별표2에 따른 요양 급여 적용						
세부사항	〈행위명변경〉 변경 전: 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심박출량 연속감시법 변경 후: 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 *신의료기술의 안전성,유효성 평가결과 (보건복지부 고시 제2015-187호, 2015.11.2.)						

출처: 요양기관업무포털 홈페이지, 의료기준관리, 행위평가신청, 고시항목 조회, 검색일: 2022.10.24.

표 1.5 경과과정

날짜	내용	관련 고시
2014.4.25.	2014년 제4차 신의료기술평가위원회에서 안전성 및 유효성이 있는 검사로 평가	-
2014.6.10.	신의료기술의 안전성·유효성에 대한 평가결과 고시	보건복지부 고시 제2014-89호 (2014.6.10.)
2015.8.1.	'노-872-1 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심박출량 연속감시법' 비급여 항목으로 등재	보건복지부 고시 제2015-129호 (2015.7.22.개정, 2015.8.1.시행)
2019.6.5.	'나-722-5 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정' 선별급여 50%로 전환	보건복지부 고시 제2019-104호, (2019.6.5. 개정, 2019.7.1.시행)

-, 내용없음

1.2.2 국내 이용 현황

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

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 단가는 병원 기준(E7228 코드기준)으로 96,350원이었다(표 1.7).

표 1.6 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 국내 이용현황

구분	E7228				E7229			
	2019년	2020년	2021년	2022년	2019년	2020년	2021년	2022년
환자 수, 명	87	259	324	96	17	93	131	104
총사용량, 회	90	272	363	109	66	291	395	273
진료금액, 천원	10,756	33,424	44,246	12,972	1,344	6,777	8,830	5,746

E7228, 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-카테터삽입술 당일 [카테터 삽입료 포함]

E7229, 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-익일부터 [1일당]

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 진료행위(검사/수술등) 통계, 검색일: 2022.10.25.

표 1.7 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사항목의 수가 정보

코드	분류번호	명칭/산정명칭	급여구분 상대가치점수	단가(병원)
E7228	나722-5가	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-카테터 삽입술 당일 [카테터 삽입료 포함]	급여 1228.9	96,350
E7228700	나722-5가	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-카테터 삽입술 당일 [카테터 삽입료 포함]/응급	급여 1843.3	144,520
E7228900	나722-5가	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-카테터 삽입술 당일 [카테터 삽입료 포함]/권역외상센터중증외상	급여 2458.8	192,690
E7229	나722-5나	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-익일 이후 [1일당]/	급여 209.15	16,400
E7229700	나722-5나	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-익일 이후 [1일당]/응급	급여 313.73	24,600
E7229900	나722-5나	열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정-익일 이후 [1일당]/권역외상센터중증외상	급여 418.3	32790

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 열희석법(thermodilution)을 포함한 심박출량 측정이 확인되었으며, 일본 검사 관련 진료보수 산정방법에는 D207에 심박출량 측정항목이 있었다(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 2021년까지 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).

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], L1330, 마취중 침습적 동맥압 감시 [카테터삽입료 포함]

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

비침습적 검사방법 중 심초음파의 경우 2018년부터 2022년까지 환자수, 총 사용량 및 진료금액은 꾸준히 증가하는 경향을 보였다(표 1.12). 그 외 바이오리엑턴스와 바이오임피던스는 2019년 이후 꾸준히 감소하는 경향을 보였고 볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법은 2000년 이후 증가하는 경향을 보였다(표 1.13). 이산화탄소 부분 재호흡법과 맥파전송시간 이용법은 사용 환자수가 확인되지 않았다.

혈역학적 감시 검사의 병원 기준으로 단가는 <표 1.14>에 제시하였다.

표 1.12 심초음파 이용현황(입원 기준)

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

경식도 심초음파 EB611로 검색, 심장내 초음파 EB612로 검색, 경흉부 심초음파 단순 EB431로 검색, 일반 EB432로 검색, 전문 EB433으로 검색

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 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
바이오리엑텐스	환자수, 명	30,870	38,521	37,873	16,607	6,702
	총사용량, 회	33,675	43,292	42,305	18,480	7,459
	진료금액, 천원	742,574	977,612	989,765	442,227	186,923
바이오임피던스	환자수, 명	23,546	51,669	51,726	26,201	11,161
	총사용량, 회	26,432	58,313	64,461	32,214	14,960
	진료금액, 천원	559,314	1,252,870	1,294,122	690,542	318,208
볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법	환자수, 명	-	-	3	144	225
	총사용량, 회	-	-	3	157	247
	진료금액, 천원	-	-	76	3,852	6,041

바이오리엑텐스 EZ873 으로 검색, 바이오임피던스 E7226으로 검색, 볼륨 클램프 방식 및 생리적 보정법 E7224로 검색, -, 내용없음

이산화탄소 부분 재호흡법, 맥파전송시간 이용법은 검색결과 없음

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 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
열회석법 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

1.4.1 관련 의료기술평가 검토

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 신의료기술평가가 수행된 기술로 총 32편으로 평가하여 2014년 제4차 신의료기술평가위원회(2014.4.25.)에서 안전성 및 유효성이 있는 기술로 인정되었다(보건복지부&신의료기술평가위원회, 2014).

1.4.2 관련 체계적 문헌고찰

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정과 관련된 체계적 문헌고찰로 다음의 3편을 확인하였다. Wang 등(2022)은 패혈성 쇼크 환자를 대상으로 PiCCO의 치료효과를 선택문헌 10편으로 평가하였으며, 그 결과 PiCCO 감시가 패혈성 쇼크 환자의 예후를 유의하게 개선시킬 수 있다고 보고하였다.

Schloglhofer 등(2014)은 동맥파형분석을 이용한 5개 시스템을 폐동맥 열회석법(pulmonary artery thermodilution) 과 비교하여 메타분석을 수행하였으며, 이 중에는 PiCCO(선택문헌 8편)도 있었다. PiCCO system에 대한 메타분석 결과 Bias -0.01 L/min, 백분율 오차(percent error, 이하 'PE') 32 %로 보고하였다.

1.4.3 가이드라인 검토

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정과 관련하여 가이드라인을 검토한 결과는 다음과 같다. 유럽 중환자 의학회(The European Society of Intensive Care Medicine, 2014)는 쇼크 유형을 결정하기 위해 폐동맥 카테터(pulmonary artery catheterization) 또는 TPTD의 추가 사용을 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)는 동맥파형분석이 폐동맥 카테터를 이용한 심박출량 검사(열희석법 이용)(pulmonary arterial thermodilution)와 유의한 상관관계를 보이고 있어 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 TPTD를 선택적으로 사용할 수 있다고 제안하였다(Ochagavia et al., 2014).

유럽 소아 및 신생아중환자의학회(European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care, ESPNIC, 2020)는 중증 아동의 혈액학적 감시 관련 권고안에서 불응성 쇼크 환자로 정확한 심박출량 측정이 필요할 때 TPTD 이용을 약하게 권고하였다(Singh et al., 2020).

2. 평가목적

본 평가는 열희석법 보정 후 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 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정의 임상적 안전성 및 효과성에 대한 의과학적 근거를 평가하였으며, 모든 평가방법은 소위원회의 논의를 거쳐 확정하였다.

1.2 핵심질문

본 평가에서 핵심질문은 다음과 같다.

- 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자에서 심기능 측정 및 감시를 목적으로 사용시 임상적으로 안전하고 효과적인가?

핵심질문의 각 구성요소를 정하는데 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사의 대상 환자는 건강보험요양급여 고시항목 상세내용의 정의 및 적응증에 제시되어 있는 ‘혈액학적 모니터가 필요한 환자’로 정하였다.

둘째, 비교검사는 의료결과의 영향에서 비교군에 사용되는 검사방법으로 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행하지 않은 그룹으로 정하였으며, 주로 임상에서 수액 조절을 위해 수행되는 기존의 모든 검사방법(중심정맥압 측정, 소변배출량 측정, 초음파 검사 등)을 포함하였다.

셋째, 안전성은 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정검사 수행에 따른 안전성 결과로, 카테터 삽입에 따른 이상반응 및 부작용으로 정하였다.

넷째, 효과성의 경우 검사정확성에 해당되는 참고표준검사와의 차이는 신의료기술평가를 통해 그 효과성을 인정받았기 때문에 본 평가에 포함시키지 않았다. 이에 따라 의료결과의 영향을 주요 효과성 지표로 보고 중재검사를 수행한 그룹과 비교검사를 수행한 그룹 간의 사망률과 전체 임상사건 발생 차이 그리고 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간 차이를 확인하였다. 아울러 연구대상자에 중환자실에서 집중치료를 받는 패혈증 환자나 심부전 혹은 화상 환자 등 의학적 문제를 가지고 있는 환자들이 많이 포함되어서, 이러한 환자들의 기저 특성으로 발생할 수 있는 세부 장기별, 주요 사건별 임상사건 발생은 본 평가의 결과지표에서는 제외하였다.

다섯째, 경제성은 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사로 인한 비용 절감 및 비용-효과성을 주요 지표로 보았다.

여섯째, 연구환경 및 추적기간은 제한을 두지 않았으며, 연구 유형은 비교연구로 제한하여 확인하였다. 상기 핵심질문의 각 구성요소에 대한 PICOST-SD의 세부사항은 <표 2.1>과 같다.

표 2.1 PICOST-SD 세부내용

구분	내용
Patients (대상 환자)	혈역학적 모니터가 필요한 환자
Index test(중재검사)	열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정
Comparator(비교검사)	열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 수행하지 않은 그룹(중심정맥압 측정 등)
Outcomes(결과변수)	<임상적 안전성> 검사 관련 이상반응 및 부작용 <임상적 효과성> 의료결과의 영향 · 사망률 · 전체 임상사건 발생(clinical outcome) · 입원기간, 중환자실 재원기간, 인공호흡기 유지기간 <경제성> 비용절감, 비용-효과성 등
Setting(연구환경)	제한두지 않음
Time(추적기간)	제한두지 않음
Study design(연구 유형)	비교연구

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 명의 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.

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, PiCCO 또는 VolumeView 장비를 사용하지 않은 경우는 중재검사를 수행하지 않은 연구로 배제하였다.

넷째, 의료결과의 영향에서 사망률을 비롯하여 수술 후 임상 사건이나 입원기간 및 인공호흡기 유지기간을 제외한 다른 지표(혈역학적 지표변화, 수액조절변화, 약물 사용량 변화, 혈액학적 지표 등)만 보고한

경우 적절하지 않은 의료결과로 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"> · 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 수행한 연구 · 적절한 의료결과가 하나 이상 보고된 연구 	<ul style="list-style-type: none"> · 동물연구 또는 전임상연구 · 원저가 아닌 연구(종설, 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')은 Cochrane의 Risk of Bias (RoB), 그 외에 비무작위연구(non randomized study, 이하 'NRS')는 Risk of bias Assessment Tool for Nonrandomized studies (RoBANS) 2.0 국문판을 사용하였다. 비뚤림위험 평가시 고려한 사항으로 의료결과의 영향은 객관적 지표(임상사건 발생)로서 연구수행 과정에서 눈가림 여부가 결과에 영향을 주지 않을 것으로 판단되어 연구참여자·연구자 및 결과평가에 대한 비뚤림위험을 높게 평가하지 않았다. 기타 비뚤림위험은 'co-intervention' 항목으로 동반 검사결과가 의료결과에 영향을 줄 것으로 판단되어 비교검사 항목에 대해 구체적으로 제시하지 않은 경우 비뚤림 위험을 불확실로 평가하였다.

1.6 자료추출

자료추출은 의료결과의 영향 및 경제성으로 구분한 추출서식을 활용하여 한 명의 검토자가 우선적으로 문헌을 정리한 후 다른 한 명의 검토자가 추출된 결과를 독립적으로 검토하고, 오류가 있는지 확인하는 방식으로 진행하였다. 주요 자료추출 내용으로 의료결과의 영향의 경우 연구설계, 연구대상, 증재군과 비교군의 사용대상, 방법 및 사용지표, 안전성 및 효과성 결과 등을 포함하였으며 자료추출 양식은 [부록 4]에 제시하였다.

1.7 자료합성

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

자료합성시 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 연구대상자에 따라 차이가 있는지 확인하였다.

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

2. 권고등급 결정

의료기술재평가위원회는 소위원회의 검토 의견을 고려하여 최종 심의를 진행한 후 <표 2.5>과 같이 최종 권고 등급을 결정하였다.

표 2.5 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 조건하 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 4,153편을 제외한 6,574편이 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 23편을 선택하였으며, 최종 선택문헌 목록은 [부록 5]에 제1저자 알파벳 오름차순으로 제시하였다.

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

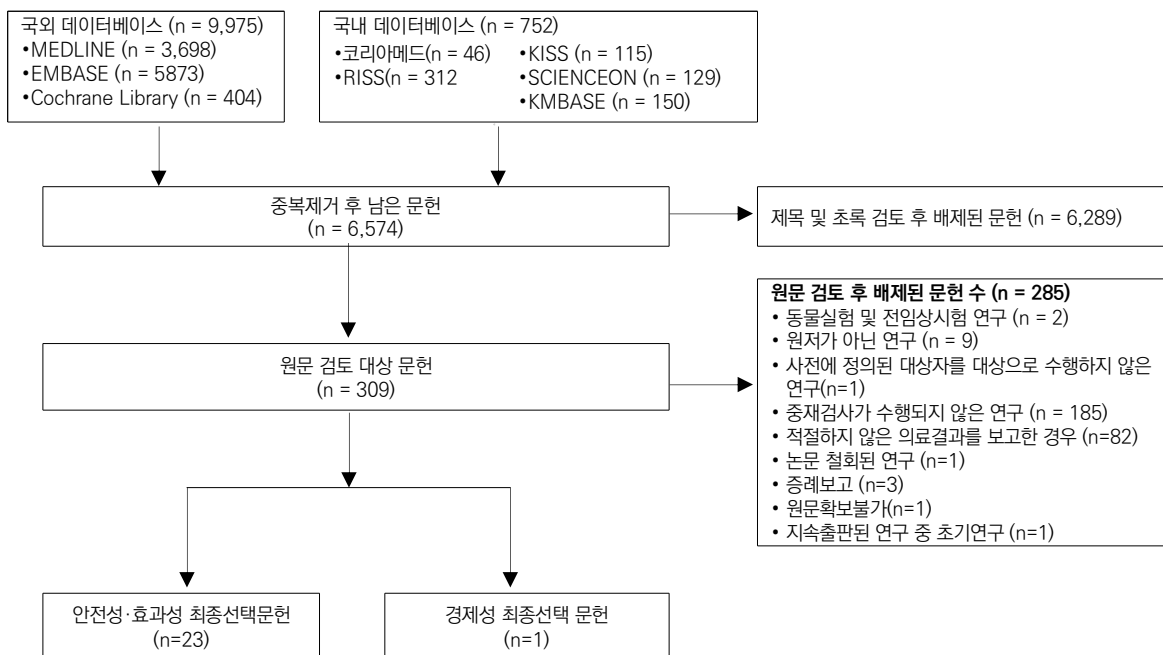


그림 3.1 문헌선정흐름도

1.2 안전성 및 효과성

1.2.1 선택문헌 특성

안전성 및 효과성 평가에 최종 선택된 문헌은 총 23편이었다. 연구 유형은 RCT 10편, NRS 13편이었으며(표 3.1), 사용장비는 PiCCO 22편, VolumeView 1편이었다. 비교군은 대부분 중심정맥압이나 평균 동맥압, 소변배출량 등의 기존 검사방법을 이용하여 수액을 조절한 그룹이었으며, 일부 연구에는 초음파검사(critical care ultrasound)(Luo et al., 2023), 디지털 비침습적 혈역학적 감시(BioZ digital non-invasive hemodynamic monitor)(Li et al., 2022), 경흉부 심장초음파(transthoracic echocardiography monitoring)(Ni et al., 2022)가 포함되었다. 선택문헌 특성 표는 <표 3.1>과 같다.

표 3.1 선택문헌 특성

연번	제1저자(연도)	연구국가	대상자특징	중재군(사용장비)*(N)	비교군†(N)
RCT					
1	Lu(2022)	중국	패혈증	PiCCO(200)	STD(200)
2	Tang(2021)	중국	식도절제술	PiCCO(33)	STD(32)
3	Morisawa(2020)	일본	패혈증	PiCCO(80)	STD(79)
4	Scully(2019)	호주	중환자실	VolumeView(37)	STD(43)
5	Zhang(2019)	중국	중환자실	PiCCO(30)	STD(30)
6	Pavlovic(2016)	스위스	패혈증	PiCCO(20)	STD(23)
7	Schmid(2016)	독일	소화기수술	PiCCO(92)	STD(88)
8	Yuanbo(2016)	중국	ARDS	PiCCO(126)	STD(138)
9	Mutoh(2009)	일본	지주막하출혈	PiCCO(50)	STD(50)
10	Smetkin(2009)	노르웨이	심장수술	PiCCO(20)	STD(20)
NRS					
1	Luo(2023)	중국	패혈성 쇼크	PiCCO(40)	STD‡(40)
2	Li(2022)	중국	심부전	PiCCO(89)	STD§(101)
3	Ni(2022)	중국	외상성 쇼크환자	PiCCO(39)	STD (39)
4	Kovacs(2021)	헝가리	심정지 환자	PiCCO(33)	STD(33)
5	Pan(2021)	중국	패혈성 심기능부전	PiCCO(64)	STD(64)
6	Wang(2021)	중국	중증의 수족구병	PiCCO(8)	STD(8)
7	Huang(2020)	중국	심장수술	PiCCO(33)	STD(33)
8	Ali(2019)	튀르키예	지주막하출혈	PiCCO(45)	STD(45)
9	Chen(2017)	중국	화상	PiCCO(13)	STD(13)
10	Wernly(2016)	오스트리아	중환자실	PiCCO(47)	STD(47)
11	Sun(2015)	중국	중환자실	PiCCO(18)	STD(18)
12	Adler(2013)	독일	심정지 환자	PiCCO(23)	STD(23)
13	Kraft(2013)	미국	화상	PiCCO(76)	STD(76)

N, 전체대상자수 NRS, non randomized study; RCT, randomized controlled trial

*열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 그룹

†기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 그룹

‡초음파검사(critical care ultrasound) 포함

§BioZ 디지털 비침습적 혈역학적 감시 포함

|| 경흉부 심초음파 검사 포함

연구국가별 연구 수는 중국이 12편(52%)으로 가장 많았고, 다음으로 독일, 일본이 동일하게 각각 2편(각각 9%)이었다. 그 외에 노르웨이, 미국, 스위스, 호주, 오스트리아, 튀르키예 및 헝가리가 각각 1편(각각 4%)이었다.

연구대상자별 연구 수는 패혈증 환자, 중환자실 환자가 각각 4편(각각 17%)으로 가장 많았고, 심장수술, 심정지 환자, 지주막하출혈 환자, 화상 환자가 각각 2편(각각 9%) 이었다. 그 외에 심부전 환자, 소화기 수술 환자, 급성 호흡곤란증후군(acute respiratory distress syndrome, 이하 ‘ARDS’), 식도절제술, 중증의 수족구병, 외상성 쇼크 환자, 패혈성 심기능 부전 환자가 각각 1편(4%) 이었다.

연도별 연구 수는 2009년 1편, 2013년 1편이었고, 2015년부터 2023년까지 1 ~ 4편으로 꾸준히 출판되었다.

1.2.2 비뚤림위험 평가

비뚤림위험 평가는 연구 유형에 따라 구분하여 수행하였다.

RCT 10편에 대한 RoB 결과는 다음과 같다. 배정순서 은폐는 언급없는 문헌들이 포함되어 ‘불확실’이 80%, 결론치에 대한 언급이 없는 문헌들이 포함되어 불완전한 결과자료 영역에서 비뚤림 위험 ‘불확실’이 30%이었으며, 비교군에서 사용되고 있는 검사항목들에 대해 구체적으로 언급하지 않은 문헌들이 포함되어 기타 비뚤림위험으로 co-intervention 항목은 ‘불확실’이 30%이었다. RoB 비뚤림위험 그래프는 <그림 3.2>, 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표는 <그림 3.3>에 제시하였다.

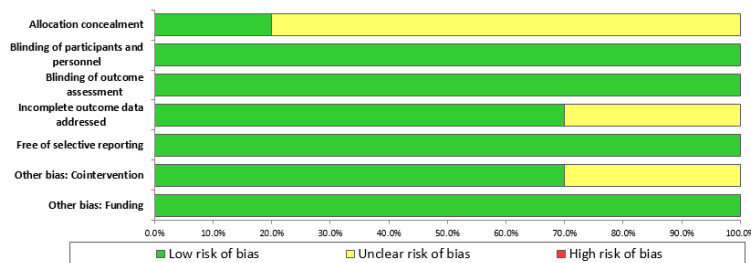


그림 3.2 비뚤림위험 그래프(무작위배정 비교임상시험 연구)

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: Co-intervention	Other bias: Funding
Lu(2022)	⚠	⚠	✅	✅	⚠	✅	✅	✅
Morisawa(2020)	✅	⚠	✅	✅	✅	✅	✅	✅
Mutoh(2009)	⚠	⚠	✅	✅	⚠	✅	✅	✅
Pavlovic(2016)	✅	✅	✅	✅	✅	✅	✅	✅
Schmid(2016)	✅	⚠	✅	✅	✅	✅	⚠	✅
Scully(2019)	✅	⚠	✅	✅	✅	✅	⚠	✅
Smetkin(2009)	⚠	⚠	✅	✅	⚠	✅	✅	✅
Tang(2021)	✅	✅	✅	✅	✅	✅	⚠	✅
Yuanbo(2016)	✅	⚠	✅	✅	✅	✅	✅	✅
Zhang(3019)	✅	⚠	✅	✅	✅	✅	✅	✅

✅ 낮음 ⚠ 불확실 ❌ 높음

그림 3.3 비뚤림위험 평가결과 요약표(무작위배정 비교임상시험 연구)

NRS 13편에 대한 RoBANS 2.0 평가결과는 다음과 같다. 연구대상 특성에서 그룹 간 유의한 차이가 있는 문헌이 포함되어 대상군 비교가능성 영역에서 비뚤림 위험 '높음'이 23.1%, 교란변수에 대해 매칭, 층화 등의 통계적 보정을 수행하지 않은 문헌이 포함되어 비뚤림 위험 '높음'이 15.4%이었다. 그 외에 환자 탈락에 대해 언급이 없는 문헌이 포함되어 불완전한 결과자료 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 15.4%, 결과지표에 대한 정의나 기준 설명이 없어 결과평가 영역에서 비뚤림 위험 '불확실'이 7.7%이었다. RoBANS 2.0 비뚤림위험 그래프는 <그림 3.4>, 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표는 <그림 3.5>에 제시하였다.

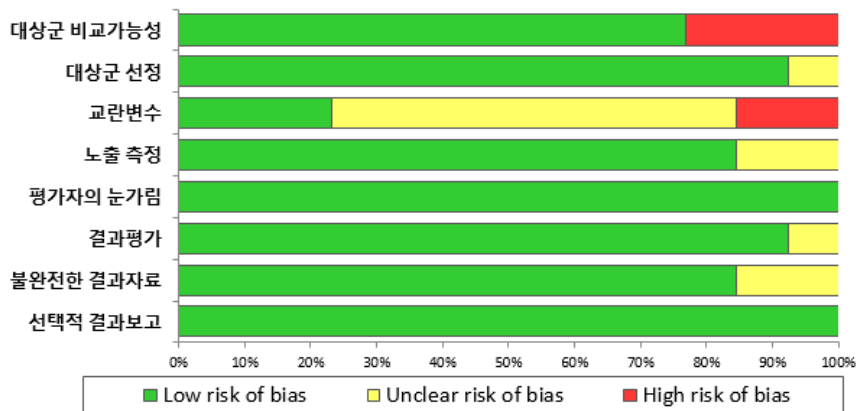


그림 3.4 비뚤림위험 그래프(비무작위 연구)

Author (year)	대상군 비교가능성	대상군 선정	교란변수	노출 측정	평가자의 눈가림	결과평가	불완전한 결과자료	선택적 결과보고
Adler(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●
Ali(2019)	●	●	●	●	●	●	●	●
Chen(2017)	✖	●	●	●	●	●	●	●
Huang(2020)	●	●	✖	●	●	●	●	●
Kovacs(2021)	✖	●	●	●	●	●	●	●
Kraft(2013)	●	●	●	●	●	●	●	●
Li(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
Luo(2023)	●	●	●	●	●	●	●	●
Ni(2022)	●	●	●	●	●	●	●	●
Pan(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Sun(2015)	●	●	✖	●	●	●	●	●
Wang(2021)	●	●	●	●	●	●	●	●
Wernly(2016)	✖	●	●	●	●	●	●	●

● 낮음 ● 불확실 ✖ 높음

그림 3.5 비뚤림위험에 대한 평가결과 요약표(비무작위 연구)

1.2.3 안전성 평가

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 안전성을 보고한 문헌은 2편이었다. 이 중 1편(Ni et al., 2022)은 검사와 관련된 합병증이 발생하지 않았다고 보고하였다. 나머지 1편(Yuanbo et al., 2016)은 PiCCO 시스템을 이용하면서 대퇴동맥 카테터 거치와 관련된 합병증으로 정맥천자(venous puncture) 4.5% (11건), 혈종 1.5% (4건), 가이드와이어 꼬임(guide wire kindking) 0.8% (2건), 카테터 기능장애(catheter malfunction) 4% (1건)가 있었다(표 3.2).

표 3.2 안전성 결과

제1저자(연도)	연구대상자(N)	합병증 종류	건수(%)
Yuanbo (2016)	ARDS(264)	정맥천자	11(4.5)
		혈종	4(1.5)
		가이드와이어 꼬임	2(0.8)
		카테터 기능장애	1(0.4)

ARDS, acute respiratory distress syndrome; N, 전체 대상자 수

1.2.4 효과성 평가

효과성 결과변수인 의료결과의 영향은 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 중재군(이하 '중재군')과 기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 비교군(이하 '비교군')간 사망률 및 전체 임상사건 발생의 차이와 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간간 차이를 제시하였다. 이 중 사망률은 기본 분석 및 하위군 분석으로 연구대상자에 따른 사망률 차이를 확인하였다.

1.2.4.1 사망률

1.2.4.1.1 기본 분석

사망률은 RCT 7편 중 2편에서 중재군이 유의하게 낮았고, 나머지 연구는 유의한 차이가 없거나(4편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편). NRS는 12편 중 2편에서 중재군이 유의하게 낮았고 나머지는 유의한 차이가 없거나(7편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(3편)(표 3.3).

메타분석 결과 RCT (6편, 총 1,126명)는 통합 RR 1.19 (95% CI 0.63, 2.24, $I^2 = 62%$)(그림 3.6), NRS (10편, 총 1,246명)는 통합 OR 0.58 (95% CI 0.32, 1.04, $I^2 = 65%$)로 모두 유의한 차이가 없었다(그림 3.7).

표 3.3 사망률

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
RCT										
1	Lu (2022)	패혈증(200/200)	사망률	27	200	13.5	48	200	24.0	0.007
2	Tang (2021)	식도절제술(33/32)	수술 후 사망률	0	33	0.0	0	32	0.0	NR
3	Morisawa (2020)	패혈증(80/79)	28일 사망률	20	80	25.0	11	79	13.9	NR
			입원 후 48시간 내에 사망률	12	80	15.0	2	79	2.5	0.01
4	Scully (2019)	중환자실(37/43)	사망률	12	37	32.0	11	43	26.0	0.622
5	Pavlovic (2016)	패혈증(20/23)	병원 내 사망률	5	20	25.0	3	23	13.0	0.54
6	Schmid (2016)	소화기수술(92/88)	병원 내 사망률	4	92	4.0	4	88	5.0	0.65
			1년 사망률	22	77	29.0	16	77	21.0	0.26
7	Yuanbo (2016)	ARDS(126/138)	28일 사망률	4	126	3.2	5	138	3.6	0.841
NRS										
1	Luo (2023)	패혈성 쇼크(40/40)	28일 사망률	11	40	27.5	9	40	22.5	0.606
2	Li (2022)	심장질환(89/101)	1개월 사망률	16	89	0.0	35	101	0.0	0.141
3	Ni (2022)	외상성 쇼크(39/39)	28일 사망률	4	39	10.3	7	39	18.0	NR
4	Kovacs (2021)	심정지 환자(33/30)	30일 사망률	0	33	0.0	0	30	0.0	0.009
			1년 사망률	0	33	0.0	0	30	0.0	0.073
5	Pan (2021)	패혈성 심근 기능부전(64/55)	28일 사망률	10	64	15.6	23	55	41.8	0.001
6	Huang (2020)	심장수술(33/41)	병원 내 사망률	0	33	0.0	0	41	0.0	0.997
7	Ali (2019)	지주막하출혈(45/39)	사망률	1	39	3.0	2	40	5.0	0.645
8	Chen (2017)	화상(13/21)	사망률	1	13	7.7	3	21	14.3	NR
9	Wernly (2016)	중환자실(47/373)	ICU 사망률	18	47	NR	80	373	NR	NR
10	Sun (2015)	중환자실(18/25)	사망률	1	18	5.6	5	25	20.0	0.18
11	Adler (2013)	심정지 환자(23/28)	병원 내 사망률	5	23	29.0	14	28	50.0	0.08
12	Kraft (2013)	화상(76/76)	사망률	12	76	15.8	19	76	25.0	0.22

C, control group; I, intervention group; ICU, intensive care units; n, 사건발생한 환자 수; N, 전체 대상자 수; NR, not reported; NRS, non randomized study; RCT, randomized controlled trial

*열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 그룹

†기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 그룹

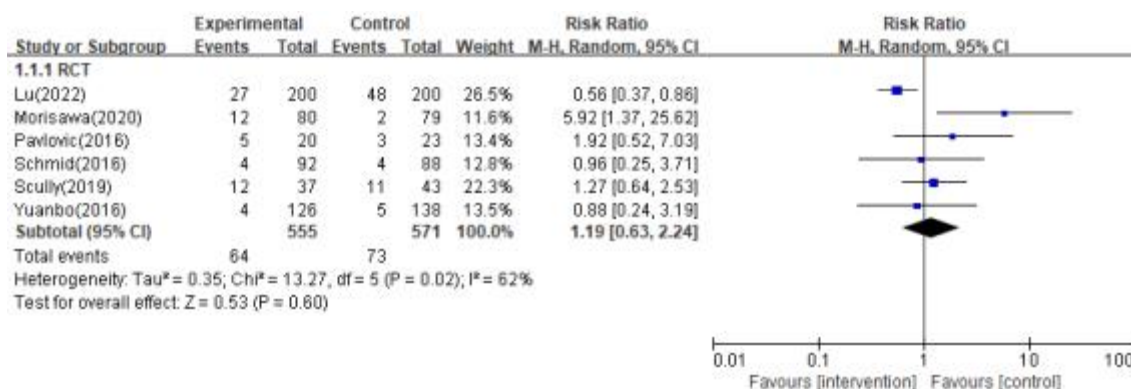


그림 3.6 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

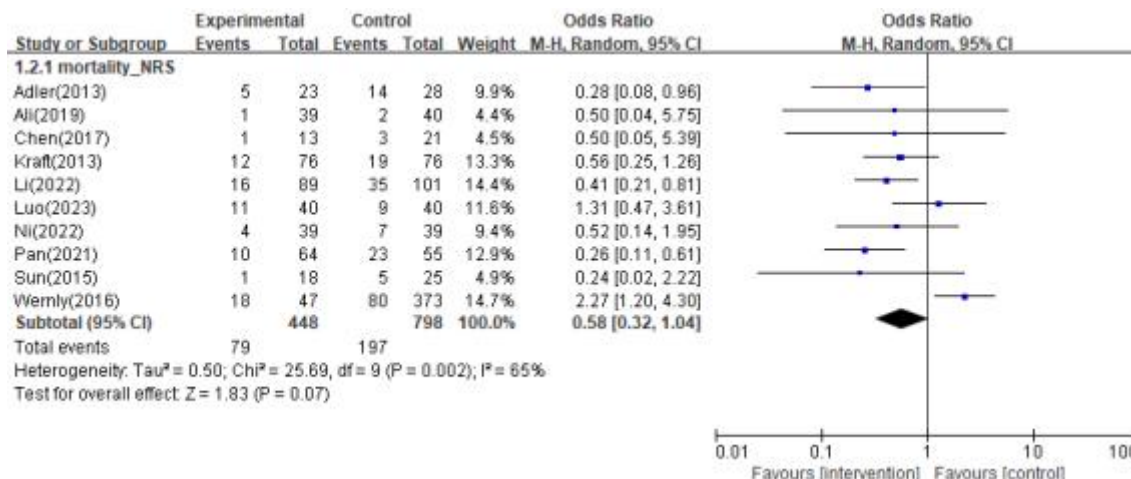


그림 3.7 사망률 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

1.2.4.1.2 하위군 분석

연구대상자 특징에 따라 의료결과가 달라지는지 확인하기 위해 사망률에 대해 RCT와 NRS를 구분하여 하위군 분석을 수행하였다.

RCT에서 쇼크 및 패혈증 환자는 통합 RR 1.63 (95% CI 0.38, 6.92, I² = 82%), 복부 수술 환자는 RR 0.96 (95% CI 0.25, 3.71), ICU 환자는 RR 1.27 (95% CI 0.64, 2.52), ARDS는 RR 0.88 (95% CI 0.24, 3.19)로 군간 유의한 차이는 없었다(그림 3.11).

NRS에서 심정지 환자는 OR 0.28 (95% CI 0.08, 0.96), 지주막하 출혈 환자는 OR 0.50 (95% CI 0.04, 5.75), 화상 환자는 통합 OR 0.56 (95% CI 0.26, 1.19, I² = 0%), 심부전 환자는 OR 0.41 (95% CI 0.21, 0.81), 쇼크 및 패혈증 환자는 통합 OR 0.55 (95% CI 0.20, 1.53, I² = 65%), ICU 환자는 통합 OR 0.95 (95% CI 0.11, 8.28, I² = 72%)로 하위그룹 간 유의한 차이는 없었다(그림 3.12).

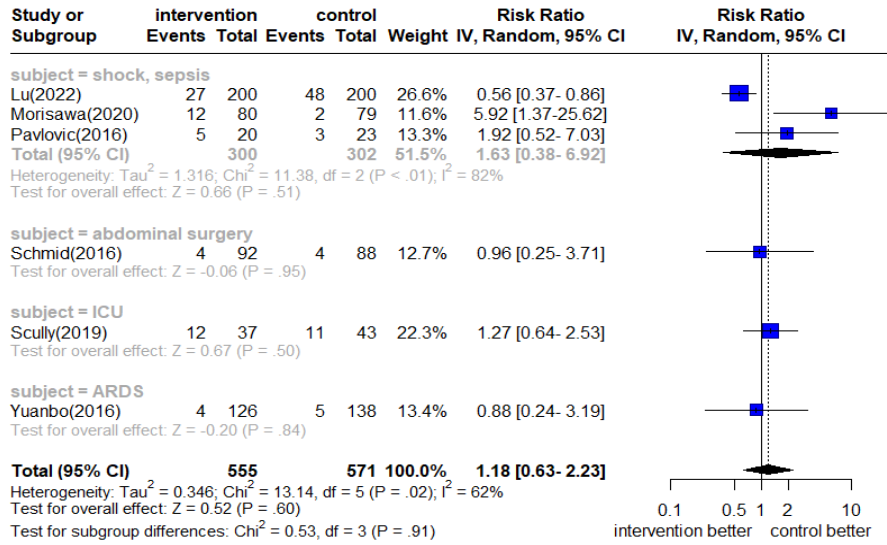


그림 3.8 하위군 분석(연구대상자별, 사망률, 무작위배정 비교임상시험)

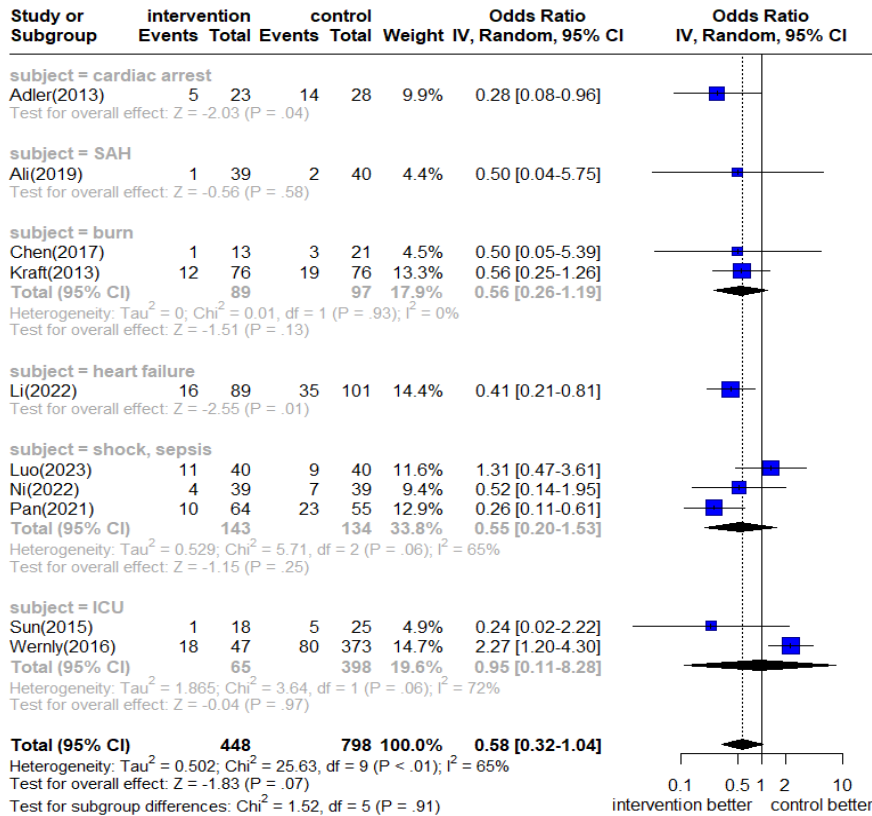


그림 3.9 하위군 분석(연구대상자별, 사망률, 비무작위연구)

표 3.4 하위군 분석 요약표

구분	연구 수	메타분석 결과	하위그룹간 p
무작위배정 비교임상시험			
쇼크, 패혈증	2	통합 RR 1.63 (95% CI 0.38, 6.92), I ² = 82%	0.91
복부수술	1	RR 0.96 (95% CI 0.25, 3.71)	
중환자실	1	RR 1.27 (95% CI 0.64, 2.53)	
ARDS	1	RR 0.88 (95% CI 0.24, 3.19)	
비무작위 연구			
심정지	1	OR 0.28 (95% CI 0.08, 0.96)	0.91
SAH	1	OR 0.50 (95% CI 0.04, 5.75)	
화상	2	통합 OR 0.56 (95% CI 0.26, 1.19), I ² = 0%	
심부전	1	OR 0.41 (95% CI 0.21, 0.81)	
쇼크, 패혈증	3	통합 OR 0.55 (95% CI 0.20, 1.53), I ² = 65%	
ICU	2	통합 OR 0.95 (95% CI 0.11, 8.28), I ² = 72%	

ARDS, acute respiratory distress syndrome; CI, confidence interval; ICU, intensive care unit; OR, odds ratio; RR, risk ratio; SAH, subarachnoid hemorrhage

1.2.4.2 전체 임상사건 발생

전체 임상사건 발생은 RCT 5편 중 2편에서 중재군이 유의하게 낮았고, 1편은 비교군이 유의하게 낮았으며, 나머지 연구는 유의한 차이가 없거나(1편) 차이에 대한 통계적 유의성을 보고하지 않았다(1편). NRS는 2편 중 1편에서 중재군이 유의하게 낮았고 1편은 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.5).

표 3.5 전체 임상사건

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*			비교군†			p
				n	N	%	n	N	%	
RCT										
1	Lu (2022)	패혈증 (200/200)	수술 후 합병증을 동반한 환자 비율	30	200	15.0	70	200	35.0	≤0.001
2	Tang (2021)	식도절제술 (33/32)	수술 후 합병증을 동반한 환자 비율	12	33	36.4	12	32	37.5	0.92
3	Pavlovic (2016)	패혈증 (20/23)	수술 후 합병증을 동반한 환자 비율	19	20	95.0	10	23	44.0	<0.001
4	Mutoh (2009)	지주막하출혈 (50/50)	심폐 합병증을 동반한 환자 비율	2%			12%			0.01
5	Smetkin (2009)	심장수술 (20/20)	수술 후 합병증을 동반한 환자 비율	1	20	5.0	4	20	20.0	NR
NRS										
1	Ni (2022)	외상성 쇼크환자 (39/39)	전체 합병증 비율	3	39	7.7	6	39	15.4	>.05
2	Huang (2020)	심장수술 (33/41)	수술 후 합병증을 동반한 환자 비율	7	33	21.2	22	41	53.7	0.004

C, control group; I, intervention group; n, 사건발생한 환자 수; N, 전체 대상자 수; NR, not reported; NRS, non randomized study; RCT, randomized controlled trial

*열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 그룹

†기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 그룹

메타분석 결과 RCT (4편, 총 548명)는 통합 RR 0.81 (95% CI 0.30, 2.20, $I^2 = 90%$)로 군간 유의한 차이가 없었으나(그림 3.10), NRS (2편, 총 152명)는 통합 OR 0.29 (95% CI 0.13, 0.68, $I^2 = 0%$)로 중재군이 유의하게 낮았다(그림 3.11).

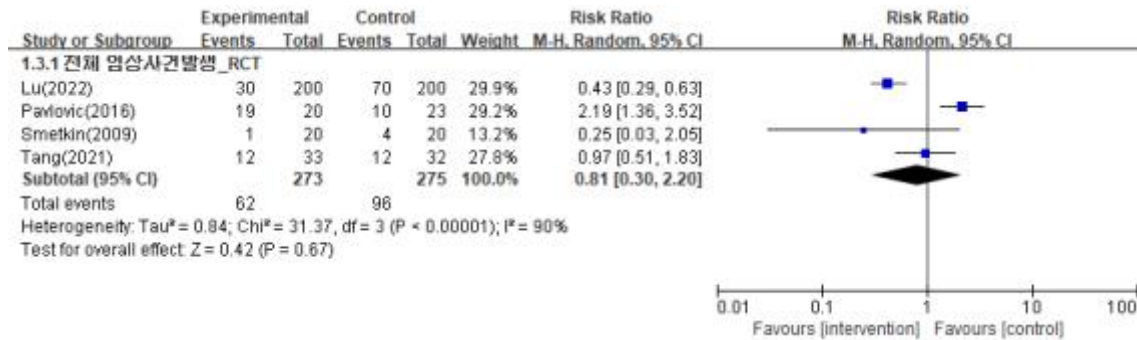


그림 3.10 전체 임상사건 발생 메타분석(무작위배정 비교임상시험)

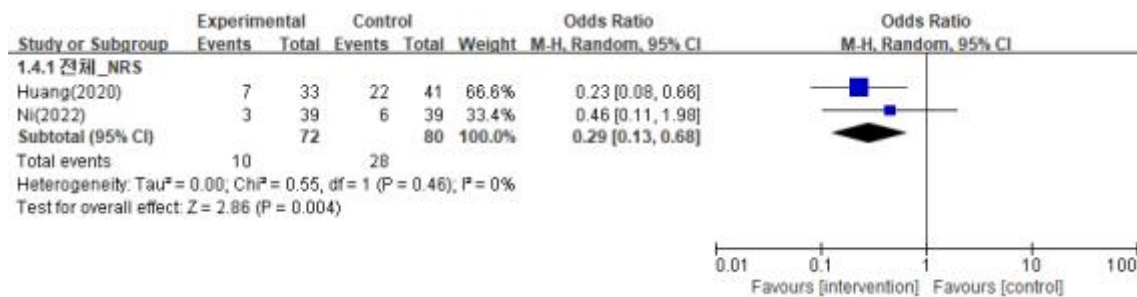


그림 3.11 전체 임상사건 발생 메타분석(비무작위 연구)

1.2.4.3 입원기간 및 중환자실 재원기간

입원기간은 RCT 4편 중 2편에서 중재군이 유의하게 짧았고 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다. NRS는 2편 중 1편에서 중재군이 유의하게 짧았고 1편은 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.6). 메타분석결과 RCT (2편, 총 465명)는 통합 MD -2.74 (95% CI -9.68, 4.21, $I^2 = 93%$)로 유의한 차이가 없었고, NRS (2편, 총 158명)는 통합 MD -2.45 (95% CI -4.72, -0.17, $I^2 = 0%$)로 중재군에서 약 2일 유의하게 짧았다(그림 3.12).

중환자실 재원기간은 7편 중 4편에서 중재군이 유의하게 짧았고 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다. NRS는 8편 중 1편에서 비교군이, 4편은 중재군이 유의하게 짧았고 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.6). 메타분석 결과 RCT (5편, 총 963명)는 통합 MD -2.30 (95% CI -5.53, 0.93, $I^2 = 98%$)로 유의한 차이가 없었고, NRS (6편, 총 519명)는 통합 MD -3.14 (95% CI -5.57, -0.71, $I^2 = 95%$)로 중재군이 약 3일 유의하게 짧았으나 이질성이 높았다(그림 3.13).

표 3.6 입원기간 및 중환자실 재원기간

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군 [†]	p
RCT						
1	Lu (2022)	패혈증 (200/200)	중환자실 재원기간(일) 입원기간(일)	25.97 ± 1.33 47.34 ± 4.85	32.38 ± 3.77 53.44 ± 7.30	≤0.001 ≤0.001
2	Tang (2021)	식도절제술 (33/32)	수술 후 입원기간(일)	13 ± 7	12 ± 7	0.52
3	Morisawa (2020)	패혈증 (80/79)	중환자실 재원기간(일)	5.1 [3.7 - 8.8]	7.2 [3.8 - 10.7]	0.05
4	Scully (2019)	중환자실 (37/43)	중환자실 재원기간(일)	10.08 [6 - 14]	9.40 [6 - 12]	0.799
5	Zhang (2019)	중환자실 (30/30)	EICU/CCU 재원기간	12.57 ± 2.78	14.83 ± 2.59	0.005
6	Pavlovic (2016)	패혈증 (20/23)	중환자실 재원기간(일) 입원기간(일)	5 [2 - 14] 31 [17 - 42]	2 [1 - 8] 27 [13 - 43]	0.488 0.955
7	Yuanbo (2016)	ARDS (126/138)	EICU 재원기간(일)	6 [4 - 8]	11 [6 - 16]	0.004
8	Smetkin (2009)	심장수술 (20/20)	수술 후 중환자실 재원기간 (시간) 수술 후 입원기간(일)	20 [18 - 23] 12 [8 - 19]	23 [21 - 38] 15 [13 - 24]	<.05 <.05
NRS						
1	Luo (2023)	패혈성 쇼크 (40/40)	중환자실 재원기간(일)	18.42 ± 2.79	14.21 ± 2.48	<0.001
2	Li (2022)	심장질환 (89/101)	중환자실 입원한 환자 비율	40%	43%	0.049
3	Pan (2021)	패혈성 심근 기능부전 (64/55)	중환자실 재원기간(일)	13.57 ± 1.36	18.47 ± 1.73	<0.001
4	Wang (2021)	중증의 수족구병 (8/12)	중환자실 재원기간(일)	11 [9 - 16]	11.3 [9.3 - 15.8]	0.847
5	Huang (2020)	심장수술 (33/41)	중환자실 재원기간(일) 수술 후 입원기간(일)	2 [1 - 6] 14 [7 - 29]	4 [1 - 11] 17 [11 - 48]	<0.001 0.044
6	Ali (2019)	지주막하출혈 (45/39)	입원기간(일)	24 [16 - 45]	26 [16 - 44]	0.055
7	Sun (2015)	중환자실 (18/25)	중환자실 재원기간(일)	8.78 ± 7.89	19.28 ± 10.73	0.0011
8	Adler (2013)	심정지 환자 (23/28)	중환자실 재원기간(일)	16 (2 - 56)	16 (2 - 35)	0.99
9	Kraft (2013)	화상 (76/76)	중환자실 재원기간(일)	34.2 ± 2.9	36.7 ± 4.8	NS

CCU, coronary care unit; EICU, emergency intensive care unit; IQR, interquartile range; LOS, length of stay; NRS, non randomized study; NS, not significant; RCT, randomized controlled trial

*열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 그룹

[†]기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 그룹

결과값: 평균±표준편차 또는 평균(범위) 또는 중앙값[IQR] 또는 중앙값[범위]

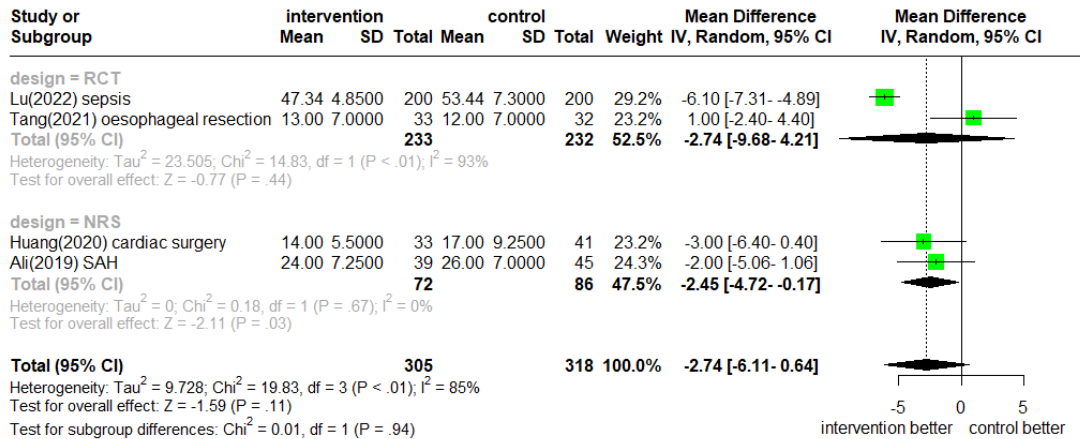


그림 3.12 입원기간(일) 메타분석

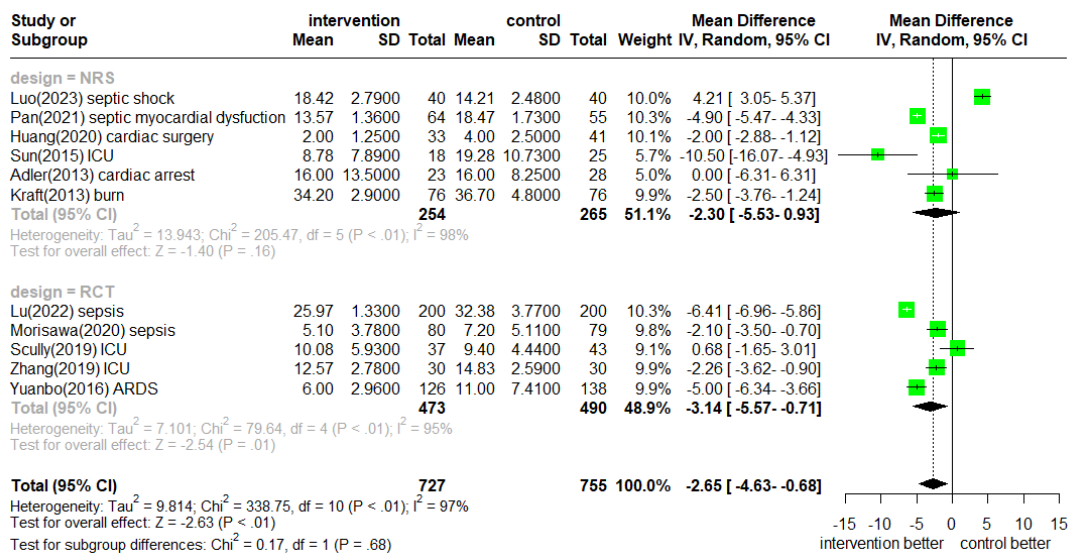


그림 3.13 중환자실 재원기간(일) 메타분석

1.2.4.4 인공호흡기 유지기간

인공호흡기 유지기간은 RCT 6편 중 3편에서 중재군이 유의하게 짧았고 1편은 비교군이 유의하게 짧았으며 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다. NRS는 5편 중 2편은 중재군이 유의하게 짧았고 1편은 비교군이 유의하게 짧았으며, 나머지 연구는 군간 유의한 차이가 없었다(표 3.7).

메타분석 결과 RCT (4편, 총 883명)는 통합 MD -3.26일 (95% CI -5.65, -0.86, I² = 97%)로 중재군이 약 3일 유의하게 짧았으나 이질성이 높았다. NRS (3편, 총 250명)는 통합 MD -1.92일 (95% CI -6.64, 2.80, I² = 98%)로 군간 유의한 차이가 없었다(그림 3.14).

표 3.7 인공호흡기 유지기간

연번	제1저자 (연도)	연구대상자 (I/C, N)	지표	중재군*	비교군†	p
RCT						
1	Lu (2022)	패혈증 (200/200)	인공호흡기 유지기간(일)	22.42 ± 1.71	28.89 ± 3.15	≤0.001
2	Morisawa (2020)	패혈증 (80/79)	인공호흡기 유지기간(일)	3.9 [2.4 - 5.7]	5.1 [2.0 - 8.7]	0.27
3	Scully (2019)	중환자실 (37/43)	인공호흡기 유지한 환자 비율	25 (58%)	26 (70%)	0.26
4	Zhang (2019)	중환자실 (30/30)	인공호흡기 유지기간(일)	9.21 ± 4.40	12.39 ± 4.14	0.011
5	Yuanbo (2016)	ARDS (126/138)	인공호흡기 유지기간(일)	3 [1 - 6]	5 [2 - 9]	0.002
6	Smetkin (2009)	심장수술 (20/20)	수술 후 인공호흡기 유지기간(시간)	163 ± 38	138 ± 29	<.05
NRS						
1	Luo (2023)	패혈성 쇼크 (40/40)	인공호흡기 유지기간(일)	9.96 ± 3.21	7.55 ± 2.18	<0.001
2	Pan (2021)	패혈성 심근 기능부전 (64/55)	인공호흡기 유지기간(일)	11.67 ± 1.53	16.34 ± 1.78	<0.001
3	Wang (2021)	중증의 수족구병 (8/12)	인공호흡기 유지 환자 수	4	5	0.714
			인공호흡기 유지기간(일)	6.9 [4.7, 8.8]	9.3 [5.9, 12.7]	0.028
4	Sun (2015)	중환자실 (18/25)	침습적 인공호흡기 유지한 환자 비율	50 (9)	52 (13)	0.1034
5	Adler (2013)	심정지 환자 (23/28)	인공호흡기 유지기간(일)	9 (2 - 18)	13 (2 - 52)	0.13

C, control group; I, intervention group; IQR, interquartile range; N, 전체 대상자 수; NRS, non randomized study; RCT, randomized controlled trial

*열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사를 통해 수액을 조절한 그룹

†기존 검사방법(중심정맥압, 평균 동맥압, 소변배출량 등)을 이용하여 수액을 조절한 그룹

결과값: 평균±표준편차 또는 평균(범위) 또는 중앙값[IQR] 또는 n(%)

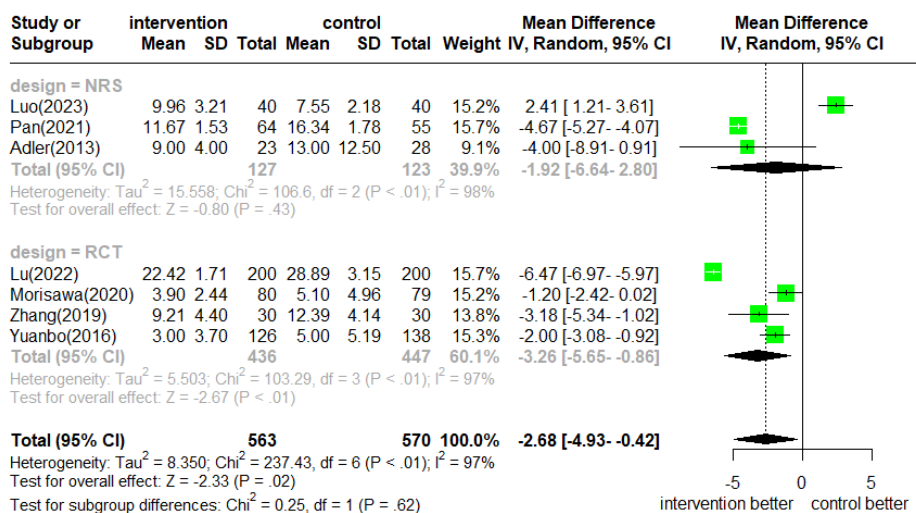


그림 3.14 인공호흡기 유지기간 메타분석(일)

표 3.8 의료결과에의 영향 요약표

구분	질적 분석				양적 분석			
	무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구		무작위배정 비교임상시험		비무작위 연구	
	연구 수	그룹 간 차이	연구 수	그룹 간 차이	연구 수	메타분석 결과	연구 수	메타분석 결과
사망률	7	2편: I favour 4편: NS 1편: NR	12	2편: I favour 7편: NS 3편: NR	6	통합 RR 1.19 (95% CI 0.63, 2.24), I ² = 62%	10	통합 OR 0.58 (95% CI 0.32, 1.04), I ² =65%
전체 임상사건	5	2편: I favour 1편: C favour 1편: NS 1편: NR	2	1편: I favour 1편: NS	4	통합 RR 0.81 (95% CI 0.30, 2.20), I ² = 90%	2	통합 OR 0.29 (95% CI 0.13, 0.68), I ² =0%
입원기간	4	2편: I favour 2편: NS	2	1편: I favour 1편: NS	2	통합 MD -2.74 (95%CI -9.68, 4.21), I ² = 93%	2	통합 MD -2.45, (95% CI -4.72, -0.17), I ² = 0%
중환자실 재원기간	7	4편: I favour 3편: NS	8	1편: C favour 4편: I favour 3편: NS	6	통합 MD -2.30 (95%CI -5.53, 0.93), I ² = 98%	5	통합 MD -3.14 (95% CI -5.57, -0.71), I ² = 95%
인공호흡기 유지기간	6	3편: I favour 1편: C favour 2편: NS	6	2편: I favour 1편: C favour 3편: NS	4	통합 MD -3.26 (95%CI -5.65, -0.86), I ² = 97%	3	통합 MD -1.92 (95% CI -6.64, 2.80), I ² = 98%

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; MD, mean difference; NR, not reported; NS, not significant; OR, odds ratio; RR, risk ratio

1.3 경제성

1.3.1 선택문헌 특성

열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정의 경제성 분석 연구는 총 1편이었다. 1편(Yuanbo et al., 2016)에서는 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 통해 수액을 조절한 중재군과 중심정맥압 등을 이용하여 수액을 조절한 비교군 간의 응급 중환자실(emergency intensive care unit, 이하 'EICU')에서 모니터링 및 치료에 소요되는 비용을 비교하였다(표 3.9).

표 3.9 경제성 문헌의 특성

제1저자(연도)	국가	연구대상	중재군(N)	비교군(N)	결과지표
Yuanbo (2016)	중국	ARDS	PiCCO로 수액조절(126)	CVP로 수액조절(138)	비용 비교

ARDS, acute respiratory distress syndrome; CVP, central venous pressure; N, 대상자 수

1.3.2 경제성 분석결과

Yuanbo 등(2016)은 중증 흉부 외상 및 ARDS 환자를 대상으로 중재군과 비교군 간 EICU의 치료 및 모니터링에 소요되는 비용을 비교하였다. 그 결과 중재군이 비교군에 비해 비용이 유의하게 더 작았다(표 3.10).

표 3.10 경제성 분석 결과

제1저자(연도)	연구결과			
	중증 흉부 외상 및 ARDS 환자 대상으로 EICU 비용(모니터링 및 치료) 비교시 중재군의 비용이 유의하게 작은 것으로 보고			
Yuanbo(2016)	지표	중재군	비교군	p
	EICU 모니터링 및 치료에 소요되는 비용 (RMB: yuan)	8.23±3.25	12.87±4.61	<0.001

EICU, emergency intensive care unit; RMB, Renminbi

1. 평가결과 요약

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정은 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 열희석법으로 보정한 동맥압 파형 분석을 통해 심박출량 등을 연속적으로 감시하는 기술이다. 2014년 제4차 신의료기술 평가위원회에서 안전성 및 유효성이 있는 검사로 평가되어 2014년 6월 보건복지부 고시되었으며, 2015년 8월 비급여 항목(노-872-1)으로 등재되었다. 2019년 7월 선별급여로 전환된 이후 3년 2개월 경과되었으며, 내부모니터링을 통해 재평가대상 안전 주제로 발굴되어, 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 23편이었다. 연구유형은 RCT 10편, 비무작위 연구 13편, 경제성 연구 1편으로 이 중 1편은 경제성과 효과성을 모두 보고하였다. 연구대상은 의학적 문제로 중환자실 집중 치료가 필요한 환자(패혈증, 화상, 심부전 등)가 많은 비율(65%)을 차지하였다.

비뚫림위험 평가결과 RCT는 배정순서 은폐 영역에서 비뚫림 위험 '불확실'이 80%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚫림 위험 '불확실'이 30%, 기타 비뚫림 위험 '불확실'이 30%로 평가하였다. NRS는 대상군 비교가능성 영역에서 비뚫림 위험 '높음'이 23.1%, 교란변수 영역에서 비뚫림 위험 '높음'이 15.4%, 불완전한 결과 자료 영역에서 비뚫림 위험 '불확실'이 15.4%, 결과평가 영역에서 비뚫림 위험 '불확실'이 7.7%로 평가하였다.

1.1 안전성

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 안전성을 보고한 문헌은 2편이었다. 이 중 1편은 검사와 관련된 합병증이 발생하지 않았다고 보고하였다. 나머지 1편은 PiCCO 시스템을 이용하면서 대퇴동맥 카테터 거치와 관련된 합병증으로 정맥천자 4.5%(11건), 혈종 1.5%(4건), 가이드와이어 꼬임 0.8%(2건), 카테터 기능장애 0.4%(1건)가 있었다.

1.2 효과성

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 효과성은 의료결과의 영향에 대해 사망률, 전체 임상사건 발생, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 주요지표로 평가하였다. 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정검사를 이용하여 수액을 조절한 그룹(이하 '중재군')과 기존 검사를 이용하여 수액을 조절한 그룹(이하 '비교군') 간 비교 시 사망률은 RCT (6편, 총 1,126명), NRS (10편, 총 1,246명) 모두 군간 유의한 차이가 없었다. 전체 임상사건 발생은 RCT (4편, 총 548명)에서 유의한 차이가 없었지만 NRS (2편, 총 152명)에서는 중재군이 유의하게 낮았다(통합 OR 0.29, 95% CI 0.13, 0.68, $I^2=0\%$). 입원기간은 RCT (2편, 총 465명)에서 유의한 차이가 없었으나 NRS (2편, 총 158명)에서 중재군이 약 2일 짧았다(통합 MD -2.45, 95% CI -4.72, -0.17, $I^2=0\%$). 중환자실 재원기간은 RCT (6편, 총 519명)에서 유의한 차이가 없었고, NRS (5편, 총 963명)에서 중재군이 약 3일 짧았으나 연구간 이질성이 높았다(통합 MD -3.14, 95% CI -5.57, -0.71, $I^2=95\%$). 인공호흡기 유지기간은 RCT (4편, 총 883명)에서만 중재군이 약 3일 정도 유의하게 짧았고(통합 MD -3.26, 95% CI -5.65, -0.86, $I^2=97\%$). NRS (3편, 총 250명)는 유의한 차이가 없었다.

1.3 경제성

경제성 결과지표를 보고한 문헌은 총 1편으로 연구국가는 중국이었다. 이 연구에서는 중증 흉부외상 및 급성 호흡곤란 증후군 환자를 대상으로 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 이용하여 수액을 조절한 중재군과 중심정맥압을 통해 수액을 조절한 비교군 간의 응급 중환자실의 치료 및 모니터링에 소요되는 비용을 비교한 결과 중재군이 비교군에 비해 비용이 유의하게 더 작았다.

2. 결론

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사 소위원회는 현재 평가 결과에 근거하여 다음과 같이 제언하였다.

열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사는 혈액학적 모니터가 필요한 환자를 대상으로 환자 상태를 평가하기 위해 사용 시 보고된 부작용이 경미한 수준으로 안전한 기술로 판단하였다. 효과성은 전체 임상사건발생을 감소시키고, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 효과가 확인되어 의료결과 개선에 도움이 될 것으로 기대하지만 전체적으로 이질적인 연구결과가 혼재되어 있어 명확하게 효과의 크기를 가늠하기 어렵다고 판단하였다. 경제성은 선행연구의 임상상황과 국내 임상상황이 달라 해당 연구결과만으로 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정에 대한 경제성을 확인하기는 어렵다고 판단하였다.

2023년 제8차 의료기술재평가위원회(2023.8.11.)는 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정 검사에 대한 소위원회 결론 및 분과 의견을 검토하여 다음과 같이 심의 의결하고 권고등급을 결정하였다. 소위원회는 열희석법 보정 후 동맥압에 기초한 심기능 측정을 안전한 기술로 판단하였고, 효과성은 전체

임상사건 발생을 감소시키고, 입원기간, 중환자실 재원기간 및 인공호흡기 유지기간을 단축시키는 효과가 확인되어 의료결과 개선에 도움이 될 것으로 기대하지만 전체적으로 이질적인 연구결과가 혼재되어 있어 명확하게 효과의 크기를 가늠하기 어렵다고 판단하였다.

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



1. 건강보험심사평가원. 건강보험요양급여비용 2023년 2월판.
2. 건강보험심사평가원[인터넷].C2017. 제도정책, 보험인정기준, 자료실;[2022년 10월 1일 인용]. URL:<https://www.hira.or.kr/rc/insu/insuadtcrr/InsuAdtCrtrList.do?pgmid=HIRAA030069000400&WT.gnb=보험인정기준>.
3. 권혜연, 장지영, 배금석, 심홍진. 혈액학 감시의 일반적 원칙. J Acute Care Surg. 2017;7:2-8.
4. 김수영, 최미영, 김현정, 이유헌, 박동아, 유수연 등. 임상진료지침 실무를 위한 핸드북 Version 2.0. 한국보건의료연구원, 대한의학회. 2022.서울.
5. 보건복지부, 신의료기술평가위원회. 열회석법 보정 후 동맥압에 기초한 심박출량 연속 감시법. 2014.
6. 보건의료빅데이터개방시스템[인터넷].C2015. 의료통계정보.진료행위(검사/수술 등) 통계; [2023년 6월 11일 인용]. URL:<http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapMfrnIntrs DiagBhvInfo.do>
7. 보건의료빅데이터개방시스템<진료 세분류(4단 상병) 통계>[2023년 6월 11일 인용].URL:<http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap4thDsInfo.do>.
8. 식품의약품안전처 의료기기 전자민원창구 홈페이지.URL:<https://emed.mfds.go.kr/#/CECAB01F010>
9. 요양기관업무포털[인터넷]. 심사기준종합서비스, 추가정보;[2022년 10월 25일 인용]. URL:<https://biz.hira.or.kr/index.do?sso=ok>.
10. 요양기관업무포털[인터넷]. 의료기준관리, 행위평가신청, 고시항목조회;[2022년 10월 24일 인용].URL: <https://biz.hira.or.kr/index.do?sso=ok>.
11. 일본 후생성 홈페이지. URL:<http://www.mhlw.go.jp/>
12. American medical association. CPT 2021. Professional edition.
13. Bendjelid K, Giraud R, Siegenthaler N, Michard F. Validation of a new transpulmonary thermodilution system to assess global end-diastolic volume and extravascular lung water. Crit Care. 2010;14(6):R209.
14. Bergstrom B, de la Cruz JS, Sally M, Louis S, Friedman M, Petersen F, et al. The Use of Stroke Volume Variation to Guide Donor Management Is Associated With Increased Organs Transplanted per Donor. Progress in Transplantation. 2017;27(2):200-6.
15. 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.
16. 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.
17. Gavelli, F., Shi, R., Teboul, JL. et al. Extravascular lung water levels are associated with mortality: a systematic review and meta-analysis. Crit Care. 2022;26(202):1-11.
18. Kiefer N, Hofer CK, Marx G, Geisen M, Giraud R, Siegenthaler N et al., Clinical validation of a

- new thermodilution system for the assessment of cardiac output and volumetric parameters. Crit Care. 2012;16(3):R98.
19. Monnet X, Teboul JL. Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. Crit Care. 2017 ;21(1):147.
 20. 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.

1. 의료기술재평가위원회

의료기술재평가위원회는 총 19명의 위원으로 구성되어 있으며, 열회석법 보정 후 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

열회석법 보정 후 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	
	4	"Volumeview"	1	
	5	"ProAQT"	1	
	6	"cardiac output" AND "pulse"	30	
	7	"transpulmonary thermodilution"	2	국내논문
	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	

4.2 자료추출 양식

의료결과의 영향 보고 문헌_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

경제성 연구_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. 최종 선택문헌

연번	서지정보
1	Adler C, Reuter H, Seck C, Hellmich M, Zobel C. Fluid therapy and acute kidney injury in cardiogenic shock after cardiac arrest. <i>Resuscitation</i> . 2013;84(2):194-9.
2	Ali A, Abdullah T, Orhan-Sungur M, Orhun G, Aygun E, Aygun E, et al. Transpulmonary thermodilution monitoring-guided hemodynamic management improves cognitive function in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective cohort comparison. <i>Acta Neurochirurgica</i> . 2019;161(7):1317-24.
3	Chen ZH, Jin CD, Chen S, Chen XS, Wang ZE, Liu W, et al. The application of early goal directed therapy in patients during burn shock stage. <i>International Journal of Burns & Trauma</i> . 2017;7(3):27-33.
4	Huang J, Zhu P, Zhong F, Yu G, Ye B, Fang L. Clinical significance of pulse index contour continuous cardiac output monitoring in patients with constrictive pericarditis undergoing pericardiectomy. <i>Interactive Cardiovascular & Thoracic Surgery</i> . 2020;31(3):364-8.
5	Kovacs E, Gyarmathy VA, Pilecky D, Fekete-Gyor A, Szakal-Toth Z, Geller L, et al. An Interaction Effect Analysis of Thermodilution-Guided Hemodynamic Optimization, Patient Condition, and Mortality after Successful Cardiopulmonary Resuscitation. <i>International Journal of Environmental Research & Public Health [Electronic Resource]</i> . 2021;18(10):14.
6	Kraft R, Herndon DN, Branski LK, Finnerty CC, Leonard KR, Jeschke MG. Optimized fluid management improves outcomes of pediatric burn patients. <i>Journal of Surgical Research</i> . 2013;181(1):121-8.
7	Li-Ping Q, Hong-Wei L, Chang-Ming H, Yong-Yi B, Ang L. Safety and efficacy of pulse-induced contour cardiac output monitoring in elderly patients with coronary artery disease and severe heart failure at coronary care units. <i>Frontiers in Cardiovascular Medicine</i> . 2022;9:910898.
8	Lu X, Zhai H, Dong Y, Su F, Xie Y, Wang Y, et al. Therapeutic Effect and Prognosis of PiCCO in the Treatment of Myocardial Injury Complicated with Septic Shock. <i>Computational & Mathematical Methods in Medicine</i> . 2022;2910849.
9	Luo Y, Zhan S, Zhu L, Xiong M, Liu G, Wang C. The role of pulse indicator continuous cardiac output (PiCCO) and critical care ultrasound in volume status assessment during fluid resuscitation for and prognosis of septic shock patients. <i>Pakistan Journal of Medical Sciences</i> . 2023;39(1):214-8.
10	Morisawa K, Fujitani S, Homma Y, Shigemitsu K, Saito N, Hayakawa K, et al. Can the global end-diastolic volume index guide fluid management in septic patients? A multicenter randomized controlled trial. <i>Acute Medicine & Surgery</i> . 2020;7(1):e468.
11	Mutoh T, Kazumata K, Ishikawa T, Terasaka S. Performance of bedside transpulmonary thermodilution monitoring for goal-directed hemodynamic management after subarachnoid hemorrhage. <i>Stroke</i> . 2009;40(7):2368-74.
12	Ni X, Liu XJ, Ding TT. The Application of PiCCO-guided Fluid Resuscitation in Patients With Traumatic Shock. <i>American Surgeon</i> . 2022;31348221087898.
13	Pan G, Fan X, Bian J, He Z, Yue J, Sun H, et al. Application and significance of PiCCO monitoring technique combined with troponin I detection in fluid resuscitation of elderly patients with septic myocardial dysfunction. <i>American Journal Of Translational Research</i> . 2021;13(6):6846-54.
14	Pavlovic G, Diaper J, Ellenberger C, Frei A, Bendjelid K, Bonhomme F, et al. Impact of early haemodynamic goal-directed therapy in patients undergoing emergency surgery: an open prospective, randomised trial. <i>Journal of Clinical Monitoring & Computing</i> . 2016;30(1):87-99.
15	Schmid S, Kapfer B, Heim M, Bogdanski R, Anetsberger A, Blobner M, et al. Algorithm-guided goal-directed haemodynamic therapy does not improve renal function after major abdominal surgery compared to good standard clinical care: a prospective randomised trial. <i>Critical Care (London, England)</i> . 2016;20:50.
16	Scully TG, Grealley R, McLean AS, Orde SR. Calibrated cardiac output monitoring versus standard care for fluid management in the shocked ICU patient: a pilot randomised controlled trial. <i>Journal of intensive care</i> . 2019;7:1.
17	Smetkin AA, Kirov MY, Kuzkov VV, Lenkin AI, Ereemeev AV, Slastilin VY, et al. Single transpulmonary thermodilution and continuous monitoring of central venous oxygen saturation

연번	서지정보
	during off-pump coronary surgery. <i>Acta Anaesthesiologica Scandinavica</i> . 2009;53(4):505-14.
18	Sun Y, Lu ZH, Zhang XS, Geng XP, Cao LJ, Yin L. The effects of fluid resuscitation according to PiCCO on the early stage of severe acute pancreatitis. <i>Pancreatology</i> . 2015;15(5):497-502.
19	Tang W, Qiu Y, Lu H, Xu M, Wu J. Stroke Volume Variation-Guided Goal-Directed Fluid Therapy Did Not Significantly Reduce the Incidence of Early Postoperative Complications in Elderly Patients Undergoing Minimally Invasive Esophagectomy: A Randomized Controlled Trial. <i>Frontiers in Surgery</i> . 2021;8:794272.
20	Wang F, Qiang X, Jiang S, Shao J, Fang B, Zhou L. The fluid management and hemodynamic characteristics of PiCCO employed on young children with severe hand, foot, and mouth disease—a retrospective study. <i>BMC Infectious Diseases</i> . 2021;21(1):208.
21	Wernly B, Lichtenauer M, Franz M, Fritzenwanger M, Kabisch B, Figulla HR, et al. Pulse contour cardiac output monitoring in acute heart failure patients : Assessment of hemodynamic measurements. <i>Wiener Klinische Wochenschrift</i> . 2016;128(23-24):864-9.
22	Yuanbo Z, Jin W, Fei S, Liangong L, Xunfa L, Shihai X, et al. ICU management based on PiCCO parameters reduces duration of mechanical ventilation and ICU length of stay in patients with severe thoracic trauma and acute respiratory distress syndrome. <i>Annals of Intensive Care</i> . 2016;6(1):113.
23	Zhang YB, Zhang ZZ, Li JX, Wang YH, Zhang WL, Tian XL, et al. Application of pulse index continuous cardiac output system in elderly patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: A prospective randomized study. <i>World Journal of Clinical Cases</i> . 2019;7(11):1291-301.

발행일 2023. 12. 31.

발행인 이재태

발행처 한국보건의료연구원

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

ISBN : 979-11-93112-77-9