KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL



Mechanical Circulatory Support (MCS)

기계적 순환 보조: Selection, Escalation, and Exit Strategies

정 재 승

Jae Seung Jung, MD, PhD

고려대학교 안암병원 심장혈관흉부외과 · ECMO 센터 · 무수혈센터

2026 · 체외순환사협회교육

세 가지 결정, 한 명의 환자

KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

모든 Temporary MCS 치료는 같은 세 가지를 항상 고려해야하고, 그 모든 MCS 곁에는 체외순환사가 있습니다

SCAI A–B	SCAI C	SCAI D	SCAI E
1	2	3	4
위험군 / 초기	전형적 쇼크	악화	극단 / 심정지
약물 치료	첫 번째 장치	상향 / 좌심실 감압	ECPR → 출구 계획
경과(추세)를 관찰	IABP · Impella · VA-ECMO	ECPELLA · Central ECMO · BiVAD	회복 · 장기 보조 · 심장이식

Q1

선택 (Selection)

어느 심실이 망가졌는가, 어떤 장치를 쓸 것인가?

LV만인지, RV만인지, 둘 다인지. 폐가 기능하는지, 심정지 상태인지. 첫날의 상태가 펌프·캐뉼라·회로를 결정합니다.

Q2

단계적 상향 (Escalation)

지금 치료 및 장비로 부족할 때, 무엇을 더할 것인가?

떨어지지 않는 젖산, 늘어나는 좌심실, 오른손만 파래지는 혈액. 숫자 하나가 아니라 추세를 보고 상향합니다.

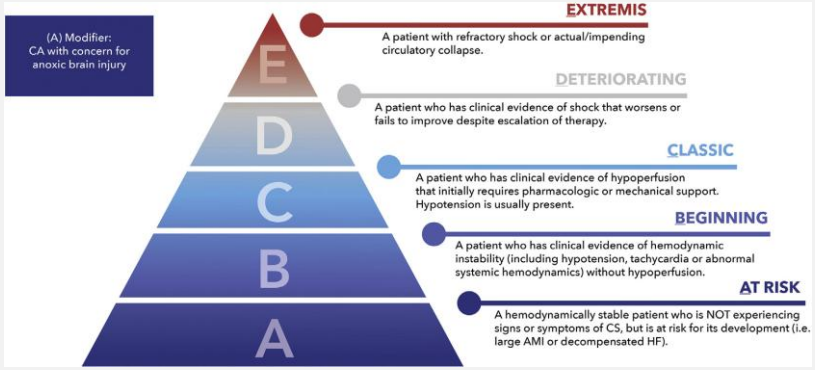
Q3

출구 (Exit)

이 치료는 어떻게 끝나는가?

회복, 장기 보조 장치, 심장이식 — 목적지는 며칠 안에 정해져야 합니다. ECMO 위에서 하루가 지날수록 선택지는 줄어듭니다.

SCAI SHOCK 분류 (2019·2022): "얼마나 심한가" — 급성도·궤적



Updated SCAI SHOCK pyramid (Fig 4). Naidu SS, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:933–946. CC BY-NC-ND.

단계	정의 (핵심 기준)	전형적 소견 · 혈역학
A At risk	CS 징후 없음, 발생 위험만 있음 (큰 AMI, 급성/급성-만성 HF)	정상 JVP·관류·의식, 정상 젖산; SBP ≥ 100, CI ≥ 2.5
B Beginning	저관류 없이 혈역학적 불안정 (상대적 저혈압 또는 빈맥)	SBP < 90 / MAP < 60 / 기저 −30, HR ≥ 100; 젖산 정상, 관류 양호
C Classic	저관류 → 수액 외 개입(약물·MCS) 1가지 필요. 저혈압은 필수 아님	젖산 ≥ 2, Cr 1.5배 또는 GFR −50%, 소변 < 30 mL/h, 차고 축축함; CI < 2.2, PCWP > 15
D Deteriorating	초기 치료로 안정 실패 — 시간이 지난 뒤 승압제 추가·증량 또는 MCS 추가	젖산 상승·지속 > 2, 신·간 기능 악화
E Extremis	실제 또는 임박한 순환 허탈 (CPR 진행 중 포함)	젖산 ≥ 8, pH < 7.2, BD > 10; 최대 보조에도 심한 저혈압, 승압제 bolus

● 설계 원칙

- 계산·점수 없이 침상 옆에서 수 분 안에, 어느 진료 환경에서나
- **B와 C의 경계 = 저관류(hypoperfusion)**
- ACC/AHA HF 단계와 INTERMACS에서 착안, "악화 vs 안정"을 구분
- 9편 이상의 검증 연구: 단계가 오를수록 사망률 계단식 상승

● 2022 개정에서 바뀐 것

- **젖산 > 2 mmol/L = 최소 C단계**; E는 ≥ 8 · pH < 7.2 · BD > 10 — 젖산 측정을 표준 진료로
- **심정지 수식인자(A)** = 혼수(GCS < 9, 명령 불응)로 무산소 뇌손상이 우려될 때만; 짧은 VF 후 정상 의식은 제외
- **D단계** = C에서 치료 + 시간을 거친 뒤 상향(약제 추가·증량·MCS)이 필요한 상태; "전형적/가능" 소견으로 표 단순화

3축 모델 (2022): 중증도 ≠ 사망 위험

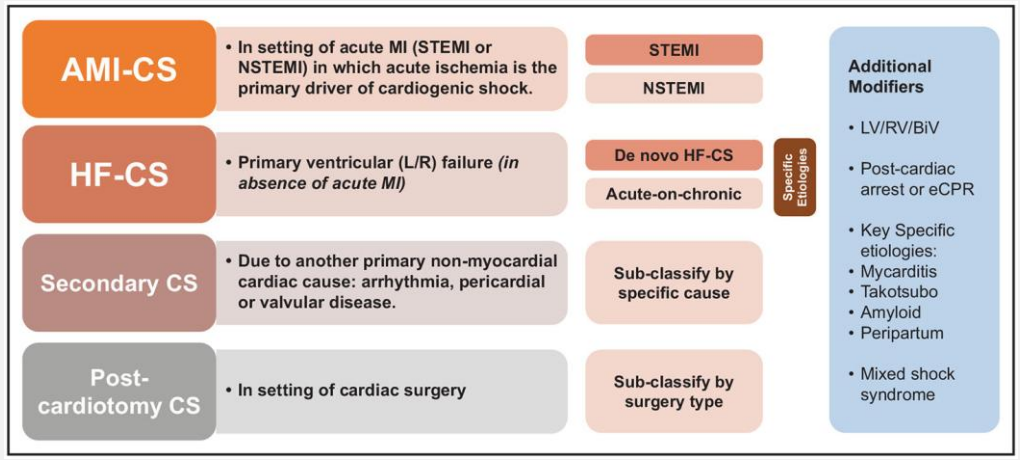
① **쇼크 중증도**(SCAI 단계·혈역학·대사·승압제) ② **표현형·원인**(급성 vs 급성-만성, AMI vs 비AMI, LV/RV/양심실, 울혈 프로파일) ③ **위험 수식인자**(나이·동반질환, 혼수 동반 심정지, 장기부전 가역성, SIRS, 허약). 단계는 "상태"가 아니라 "경로": A↔B↔C↔D는 오르내리고, D는 반드시 C를 거치며, E는 어느 단계에서든 파국적 사건으로 올 수 있다.

→ 재평가 간격을 정해 두고 매번 다시 매긴다.

Baran DA, et al. Catheter Cardiovasc Interv 2019;94:29–37. · Naidu SS, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:933–946.

SHARC 표준 정의 (2023): "어떤 쇼크인가" — 정의·원인·표현형·결과

SHARC Table 1	정의
임상 진료용 (pragmatic)	혈압과 무관하게, 임상적 + 생화학적 조직 저관류가 지속되는 심장 질환
임상시험용 (comprehensive)	SBP < 90 mmHg ≥ 30분 (또는 SBP ≥ 90 유지에 승압제·강심제·MCS 필요) + 저관류 증거
저관류 기준 (≥ 1)	동맥 젖산 > 2 · AKI(Cr ≥ 2× ULN) 또는 핍뇨(< 0.5 mL/kg/h) · ALT > 3× ULN · 차갑거나 얼룩진 사지 · 설명되지 않는 의식 변화
혈역학 (선택)	CI ≤ 2.2 L/min/m², SVRI > 2200 — PA 카테터·비침습 측정·심초음파 모두 허용
정상혈압 CS 아형	보조 없이 SBP ≥ 90 + 저관류, 다른 원인 배제 — 약 5%, 기존 "SBP < 90" 기준이 놓치던 집단



SHARC Fig 3. Summary of CS classification. Waksman R, et al. Circulation 2023;148:1113–1126.

● 4가지 원인 범주 + 시기

- **AMI-CS:** STEMI/NSTEMI의 허혈·손상·기계적 합병증 (AMI 상황의 부정맥·심정지 후 쇼크 포함)
- **HF-CS:** AMI가 아닌 일차 심근 기능부전 — 심근염·타코츠보·산후·패혈성·침윤성 등; de novo / acute-on-chronic / 기간 불명
- **Post-cardiotomy CS:** 수술 전후 저심박출 증후군
- **Secondary CS:** 판막·심낭·폐색전·진행 중인 부정맥·폐고혈압성 RV 부전 (비심근성)

● 수식인자와 결과 정의

- **수식인자:** LV / RV / 양심실 우세; 혈역학 아형(classic · vasodilatory/mixed · normotensive · euvolemic); 일시적 쇼크; 심정지·eCPR; **급성도 = SCAI 단계 채택**
- **효능:** 사망(CV/비CV), MI·뇌졸중(VARC-3), 입원(HF-ARC), 이식·장기 MCS 별도 집계, EQ-5D-5L·IADL·mRS·DAOH
- **안전:** 출혈(MCS-ARC/BARC), 혈관·접근 합병증(VARC-3), 용혈, 감염, 장기부전, 장치 오작동 — 독립 판정위원회

누가, 왜

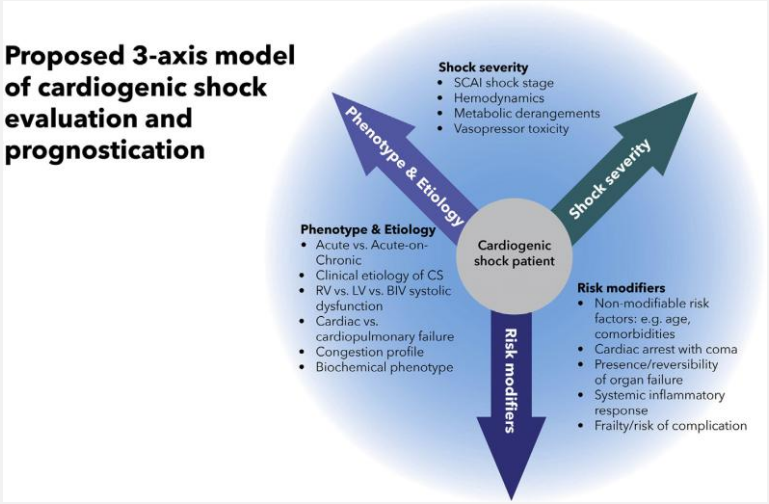
FDA·정부기관·산업계·지불자·다분야 전문가가 참여한 Academic Research Consortium(VARC·BARC·MCS-ARC·HF-ARC 계열)의 쇼크판.
2020–2022년 회의를 거쳐 MCS 장치·약물 임상시험과 레지스트리에서 "연구 간 데이터를 합치고 비교할 수 있는" 정의를 만드는 것이 목적
— 시간대는 ≤ 30일 periprocedural, 30일–1년 intermediate, > 1년 late.

Waksman R, et al. Circulation 2023;148:1113–1126.

SCAI vs SHARC: 차이와 상호 보완

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

항목	SCAI SHOCK classification	SHARC definitions
주체·성격	SCAI 전문가 합의 (ACC·AHA·SCCM·STS·ESC-ACVC 등 승인) — 임상 진료 문서	ARC 계열, FDA·산업계·지불자 포함 — 연구·규제 문서
답하는 질문	얼마나 심한가, 어느 방향으로 가는가	어떤 쇼크인가, 무엇을 측정할 것인가
핵심 산출물	A–E 5단계 + 심정지 수식인자 + 3축 모델·궤적	CS 정의 2종 + 정상혈압 아형 + 4가지 원인 범주 + 수식인자 + 효능·안전 결과 정의
진단 기준	단계별 전형적/가능 소견, 계산 없음; 혈압 없이도 C 가능	저관류 기준 필수, 혈압 기준은 시험용 정의에만, 혈역학은 선택
적용 대상	**급성 발현 환자, 병원 전 단계~ICU, 실시간·반복**	**임상시험·레지스트리 등록 환자, 적격 기준·데이터 양식**
급성도	본체	SCAI 단계를 그대로 채택 (방법 명시, 연속 평가)
원인·표현형	3축 모델의 "맥락"으로만 언급	본체 — 주 범주 + 세부 원인 + 수식인자
심정지	혼수 동반(GCS < 9)만 수식인자	포함/배제 명시, 소생 여부로 층화, eCPR은 별도 연구
강점 / 한계	단순·신속·검증됨 / 기준 해석 가변성(특히 D), 중증도 ≠ 사망 위험	연구 간 비교 가능 / 진료용으로는 무거움, 혼합 쇼크 조작적 정의 미완



SCAI 2022 3-axis model (Fig 3). Naidu SS, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:933–946.

● 증례로 보는 두 분류의 차이

62세 남성, 전벽 STEMI, VF 1회 후 ROSC(의식 명료), SBP 78 + 노르에피네프린, 젖산 4.6, 핍뇨, CI 1.8, PCWP 24

SCAI: C (A 수식인자 없음) → 6시간 뒤 2차 승압제·MCS 필요 시 D

SHARC: AMI-CS(STEMI), de novo, LV 우세, classic 아형, 심정지 동반(층화), 급성도 SCAI C

결론 SCAI는 "stage", SHARC는 "phenotype과 definition". SHARC는 급성도 축으로 SCAI를 채택했고, SCAI 2022는 표현형을 3축 모델로 받아들였다. 2026 EAPCI/ACVC 합의문처럼 장치 선택·상향·이탈은 SCAI 단계(급성도·궤적) + SHARC 표현형(원인·수식인자) + 지배적 보조 필요의 세 요소로 결정한다. 차트에는 매 재평가마다 SCAI 단계를, 연구에는 SHARC 범주와 결과 정의를.

Baran 2019 · Naidu 2022 · Waksman 2023 (SHARC) · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708.

심장성 쇼크: 펌프가 해결해야 할 문제

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

● 정의 — SHOCK 연구 기준, 지금도 임상 표준

- **저혈압:** 수축기혈압 ≤ 90 mmHg가 30분 이상, 또는 90 mmHg 유지를 위해 승압제가 필요
- **저관류:** 차가운 사지, 소변량 ≤ 30 mL/h, 의식 변화, Lactic acid > 2 mmol/L
- **혈역학:** 심박출지수(CI) ≤ 2.2 L/min/m² 이면서 PCWP ≥ 15 mmHg

2026 EAPCI/ACVC 합의문: SCAI는 "급성도", SHARC는 "원인과 수식인자"

SCAI 단계는 쇼크의 심한 정도와 궤적을, SHARC 표현형은 원인(AMI-CS / HF-CS / 심장수술 후 / 이차성)과 수식인자(양심실 부전, 심정지 후, 혼합 쇼크)를 정의합니다.

심초음파와 침습적 혈역학이 "지배적 보조 필요"를 정하고, 이 셋이 합쳐져 장치를 고릅니다.

SCAI 단계	명칭	침상 옆에서 보이는 모습
A	위험군 (At risk)	큰 심근경색 또는 급성 심부전, 관류와 젖산은 정상
B	초기 (Beginning)	저관류 없이 저혈압 또는 빈맥만 있음
C	전형적 (Classic)	저관류가 있어 승압제 1종 또는 장치가 필요
D	악화 (Deteriorating)	첫 치료 전략에 30분 안에 반응하지 않음
E	극단 (Extremis)	심폐소생술 중인 심정지, 또는 불응성 순환 허탈

40–50%

재관류 치료와 현대적 MCS에도 불구한 심장성 쇼크의 30일 사망률

27 / 59 / 14%

SHARC 원인별 분포 (CCCTN): AMI-CS / 심부전 CS / 이차성 CS — AMI-CS의 65%가 STEMI

A → E

SCAI 단계는 고정이 아닙니다. 처치할 때마다 다시 매기십시오 — C였다가 D가 된 환자는 이미 첫 계획이 실패한 것입니다

Hollenberg SM. Ann Intern Med 1999;131:47–59. · Naidu SS, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:933–946 (SCAI). · Berg DD, et al. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care 2024;13:709–714 (SHARC). · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

2026 EAPCI/ACVC 합의문: 표현형에 따른 단계적 접근

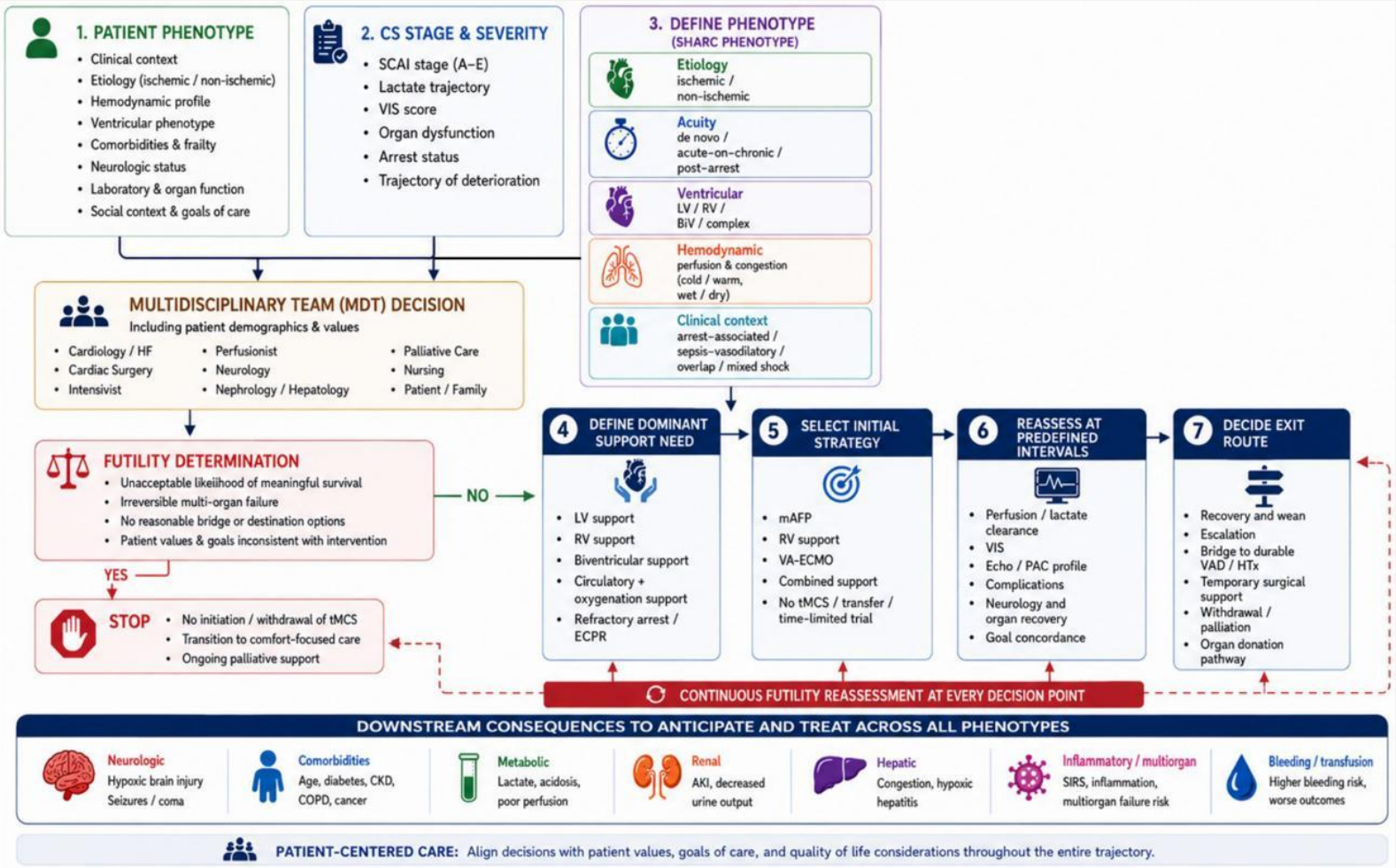


Figure 2. Stepwise phenotype-informed approach to temporary MCS in cardiogenic shock.
Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708. © ESC 2026 — 교육 목적 인용.

● 이 강의의 세 질문 = ④ ⑥ ⑦

- ④ **지배적 보조 필요:** LV / RV / 양심실 / 순환+산소화 / 불응성 심정지(ECPR) → **선택**
- ⑥ **정해진 간격의 재평가:** 관류·젖산 청소율, VIS, 심초음파/PAC, 합병증, 신경학적 상태 → **상향**
- ⑦ **출구 경로 결정:** 회복·이탈, 상향, 장기 VAD/심장이식 가교, 임시 수술적 보조, 중단·완화, 장기 기증 → **출구**

합의문이 바뀐 점 (Table 1)

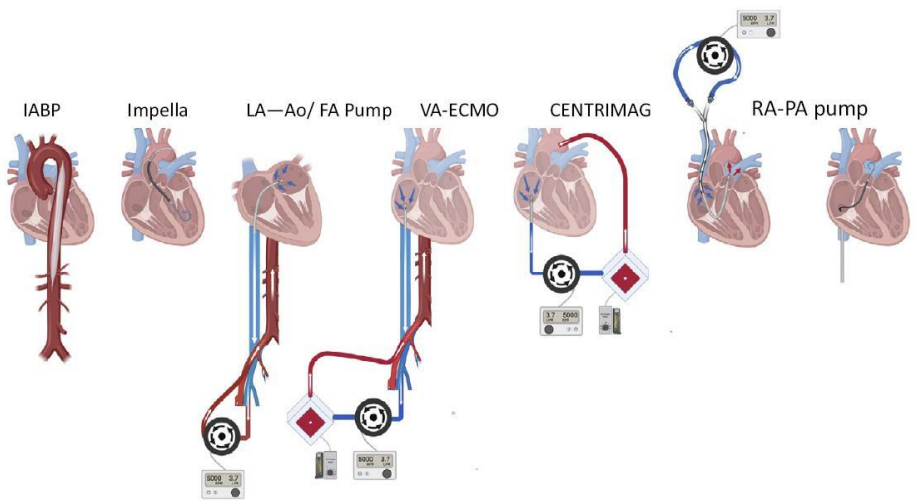
- 무차별 사용이 아니라 "선별된" 환자에서의 tMCS
- STEMI-CS의 선별적 Impella ≠ AMI-CS 전체의 일상적 VA-ECMO
- 재평가·상향·하향·이탈은 처음부터 프로토콜화
- 무익성(futility)·비개시·중단·장기 기증 경로도 책임 있는 tMCS 진료의 일부
- 결정은 쇼크 팀과 hub-and-spoke 체계 안에서 — **다학제팀 명단에 체외순환사(perfusionist)가 들어 있습니다**

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

Part 1 — 선택 (Selection)

망가진 심실, 폐의 상태, 그리고 시간에 맞는 장치를 고른다.

임시 MCS 장치 한눈에 보기



Intervent Cardiol Clin 2021;10:147–156

장치	유량 (L/min)	접근 경로	LV 감압	RV 보조	산소화	사용 기간
IABP	0.5–1.0	대퇴동맥, 7–8 Fr	최소	없음	없음	수일–수주
Impella CP	3.5–4.3	대퇴동맥, 14 Fr	직접	없음	없음	≤ 4–5일
Impella 5.5	5.5 (최대 6.2)	액와동맥 절개, 21 Fr	직접, 완전	없음	없음	14–30일
Impella RP	4.0	대퇴정맥, 22 Fr	없음	직접	없음	≤ 14일
TandemHeart	4–5	경중격 좌심방 21 Fr → 대퇴동맥	간접 (LA)	없음	없음	≤ 14일
VA-ECMO	3–7	대퇴정맥 → 대퇴동맥 (말초) 또는 중심형	없음 — LV 부하 증가	있음	있음	수일–수주
CentriMag	최대 10	흉골절개, 직접 캐뉼라	완전	있음 (BiVAD)	선택	수주

● 선택을 결정하는 세 가지 축

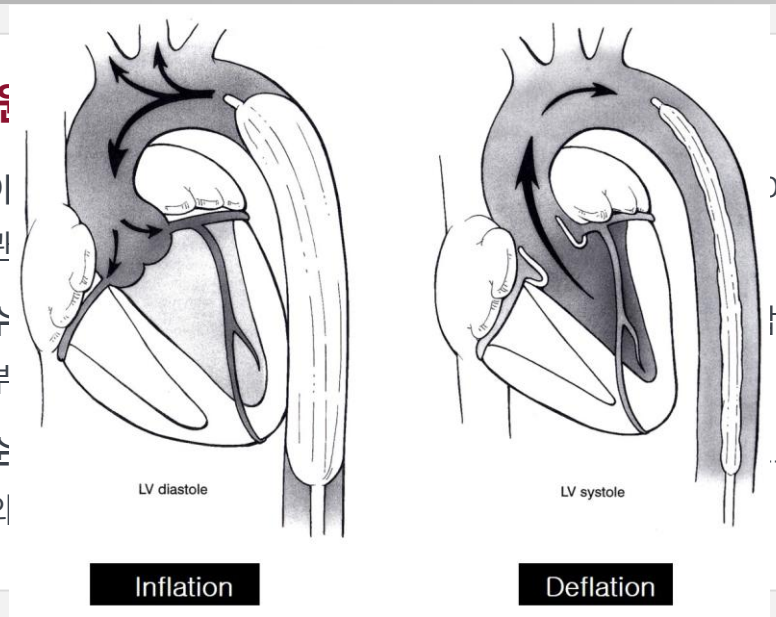
- **어느 심실인가:** LV만, RV만, 또는 둘 다 — Impella와 ECMO를 가르는 단 하나의 질문
- **폐:** 산소화기(oxygenator)가 없는 펌프는 폐가 아직 일한다는 전제 위에 서 있습니다
- **시간:** 심정지 환자는 "분" 단위로 유량이 필요합니다 — 그것을 해내는 것은 말초형 VA-ECMO뿐입니다

이 표를 체외순환사의 자리에서 읽으면

줄마다 프라이밍이 다르고, 항응고 목표가 다르고, 알람 구성이 다르고, 고장 나는 방식이 다릅니다. 장치는 서로 바꿔 쓸 수 있는 것이 아니며, 첫날 세팅한 회로가 사흘째 상향의 출발점이 됩니다.

Intervent Cardiol Clin 2021;10:147–156. · Eur Heart J Suppl 2021;23(Suppl A):A35–A40. · 제조사 허가 사항 기준(유량·기간은 지역별로 다름).

IABP: 가장 부드러운 장치, 가장 약한 근거



- **원**
  - **이** … 이완기압과 관
  - **수** … 하강 → 후 부
  - **순** … 로 환자 자신의

● 파형에서 체외순환사가 잡아낼 수 있는 타이밍 오류

- **조기 팽창**: 중복맥 절흔(dicrotic notch) 전에 풍선이 열림 — 대동맥판 조기 폐쇄, 역류, LV 부하 증가
- **지연 수축**: 수축기에도 풍선이 부풀어 있음 — LV가 풍선을 밀고 박출, 후부하 증가, 목표와 정반대
- **빈맥성 부정맥·심방세동은 1:1 트리거를 깨뜨리고, 분당 130회 이상이면 보조 효과가 무너짐**
- **풍선 위치가 너무 낮으면 신장·장간막 혈류를, 너무 높으면 좌쇄골하동맥을 막음**

39.7% vs 41.3%

IABP-SHOCK II — 급성심근경색 쇼크에서 IABP 사용/미사용군의 30일 사망률 (n = 600)

Class III

급성심근경색 쇼크에서 IABP의 일상적 사용 (ESC)
; 기계적 합병증에서는 여전히 Class IIa

Altshock-2

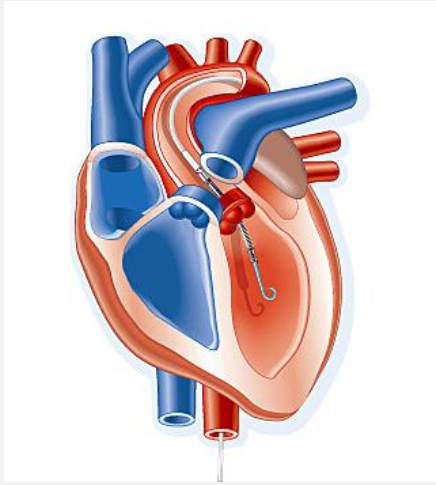
급성 비대상성 심부전 쇼크의 IABP 무작위 연구 — 이득 없음으로 중간 분석에서 조기 종료 (저위험 SCAI B–C 코호트)

지금도 쓰는 경우 (외국은 여전히 씀)

1. **심도자실에서 팀이 결정을 내리는 동안의 가교로**;
2. VA-ECMO에서 가장 흔히 쓰이는 LV 감압 수단으로(ELSO 레지스트리의 83%; VA-ECMO 전·동시 삽입이 사망률을 낮춘다는 관찰 자료, EULODIA 무작위 연구 진행 중);
3. **수술을 기다리는 심근경색 기계적 합병증에서**.
4. **이미 D단계인 환자의 최종 장치로는 쓸 수 없음**

Thiele H, et al. N Engl J Med 2012;367:1287–1296 (IABP-SHOCK II). · Grandin EW, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:1239–1250. · Altshock-2 RCT and EULODIA (NCT07027202), cited in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

Impella: 펌프가 직접 LV unloading 시행



펌프	최대 유량	접근 경로	펌프 크기	허가 사용 기간
Impella 2.5	2.5 L/min	경피적 대퇴동맥	12 Fr	수일
Impella CP	**3.5–4.3 L/min**	**경피적 대퇴동맥**	**14 Fr**	**≤ 4–5일**
Impella 5.0 / LD	5.0 L/min	액와·대퇴동맥 절개 / 상행대동맥	21 Fr	≤ 14일
Impella 5.5	**5.5 L/min**	**액와동맥 절개 (또는 대동맥 직접)**	**21 Fr**	**14일 (FDA) · 30일 (CE)**
Impella RP	4.0 L/min	경피적 대퇴정맥 → 폐동맥	22 Fr	≤ 14일

● 생리, 한 줄로

LV 안에서 혈액을 빨아들여 대동맥판 위로 내보냅니다: LV 이완기말압·벽 긴장·PCWP는 내려가고 순방향 대동맥 혈류는 올라갑니다.

압력–용적 고리가 왼쪽으로 이동하며 작아집니다 — 역방향 VA-ECMO 유량이 같은 심실에 하는 일과 정반대입니다.

산소화기도, 우심실 보조도 없습니다: 폐가 일하고 RV가 LV를 채워 준다는 전제가 필요합니다.

● 콘솔이 말해 주는 것

- **위치 신호(placement signal):** 대동맥 파형 + 박동성 모터 전류 = 유입구는 LV, 유출구는 대동맥. 심실 파형이 보이면 펌프가 안으로 밀려 들어간 것
- **흡입 알람(suction):** LV가 비었거나, RV 부전, 심낭압전, 저혈량 — P-level을 낮추고 수액을 주고 우심을 보십시오. 알람만 끄면 안 됩니다
- **퍼지(purge) 시스템:** 포도당–헤파린(또는 중탄산) 퍼지 2–30 mL/h로 모터를 보호. 퍼지 압력 상승은 조기 경고

● 용혈: Impella의 대표 합병증

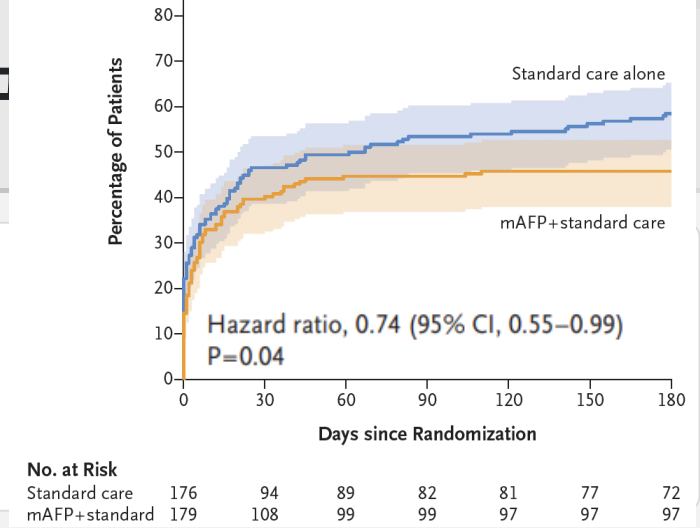
- 혈장 유리 헤모글로빈 > 40–50 mg/dL, LDH 상승, 검은 소변, 합토글로빈 감소 — 매일 확인하고 위치 조정 후에는 더 자주
- 원인: 유입구가 심실벽이나 승모판 장치에 닿음, 전부하에 비해 과도한 P-level, 꺾인 sheath
- 대응: 먼저 초음파 유도 위치 조정, 그다음 속도 감소. 용혈이 지속되면 수치를 유지하는 것이 아니라 전략을 바꿔야 할 이유

McGovern L, et al. Heart 2021;0:1–6. · 제조사 허가 사항(FDA와 CE의 사용 기간이 다름). · 사진: 저자 교육 자료.

Impella: 2024년 무작위 연구

45.8% vs 58.5%

DanGer Shock — STEMI 쇼크에서 Impella CP vs 표준 치료의 180일 사망률 (n = 355)

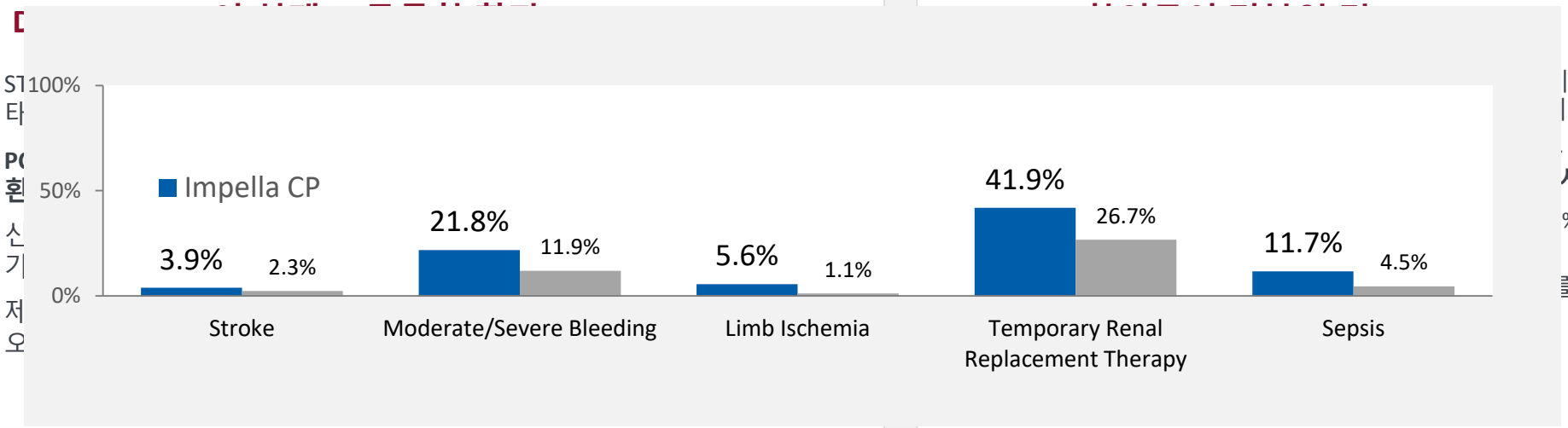


The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

Microaxial Flow Pump or Standard Care in Infarct-Related Cardiogenic Shock

J.E. Møller, T. Engstrøm, L.O. Jensen, H. Eiskjær, N. Mangner, A. Polzin, P.C. Schulze, C. Skurk, P. Nordbeck, P. Clemmensen, V. Panoulas, S. Zimmer, A. Schäfer, N. Werner, M. Frydland, L. Holmvang, J. Kjærgaard, R. Sørensen, J. Lønborg, M.G. Lindholm, N.L.J. Udesen, A. Junker, H. Schmidt, C.J. Terkelsen, S. Christensen, E.H. Christiansen, A. Linke, F.J. Woitek, R. Westenfeld, S. Möbius-Winkler, K. Wachtell, H.B. Ravn, J.F. Lassen, S. Boesgaard, O. Gerke, and C. Hassager, for the DanGer Shock Investigators*



선택에 주는 의미

- 합의문의 표현: STEMI + LV 우세 표현형에서는 위험–이득비에 따라 "가능한 한 빨리" Impella를 고려할 수 있다. 뇌 손상 위험이 낮고 가역적 원인이거나 이식/VAD 후보일 때.
- RV failure 또는 산소화가 안 되는 순간 이 근거는 더 이상 적용되지 않으며, 이런 경우는 VA ECMO로 전환이 필요.

Møller JE, et al. N Engl J Med 2024;390:1382–1393 (DanGer Shock). · Subanalyses (long-term, SBP, age, bleeding, renal) and STEMI-DTU as summarised in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

VA-ECMO: 몇 분 만의 완전 보조, 그 대가는 후부하

구성 (configuration)

- **말초형 (대퇴정맥 → 대퇴동맥):** 원인을 불문하고 가역적 쇼크의 기본이며 심폐소생술 중 유일한 선택; 대동맥 역방향 혈류
- **중심형 (우심방 → 상행대동맥):** 심장수술 후 체외순환 이탈 실패, 체구가 작은 환자, 순방향 혈류와 감압이 함께 필요할 때
- **액와동맥 반환 / 혼합형 (VAV, VVA):** 상체 순방향 혈류, 또는 첫 구성으로 문제가 풀리지 않을 때 추가하는 두 번째 가지

개념을 숫자로

- 전신 유량 = 자기 심박출량 + 회로 유량; 목표 60–80 mL/kg/min, 딱 떨어지는 숫자가 아니라 젖산과 SvO_2에 맞춰 조절
- 회로는 우심방에서 배액하므로 우심은 비워지지만 좌심실은 아닙니다 — 이제 LV는 펌프를 거슬러 박출합니다
- 혼합점(mixing point)은 회로 유량·자기 심박출량·캐뉼라 위치에 따라 움직입니다: 뇌가 받는 혈액은 우측 요골동맥 라인이 말해 줍니다

47.8% vs 49.0%

ECLS-SHOCK — 급성심근경색 쇼크에서 조기 VA-ECMO vs 약물 치료의 30일 사망률 (n = 420)

23.4% vs 9.6%

중등도 이상 출혈; 말초 혈관 합병증 11.0% vs 3.8%

OR 0.93

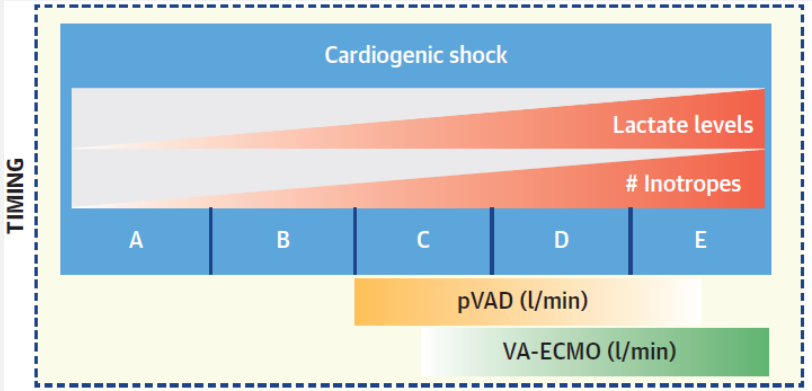
VA-ECMO 무작위 연구 4건 환자 단위 메타분석(n = 567)의 30일 사망 — 이득 없음; 주요 출혈 OR 2.44, 사지 허혈 OR 3.53

2026 합의문의 위치: 일상적 사용은 권하지 않음, 그러나 자리는 분명함

ECLS-SHOCK(1년 50.0% vs 55.8%), EURO SHOCK, ECMO-CS 모두 선별되지 않은 AMI-CS에서 조기 VA-ECMO의 이득을 보이지 못했습니다. 합의문은 양심실 표현형, 순환 + 호흡부전 동반, 불응성 심정지(ECPR)처럼 "체외 순환과 산소화가 함께 필요한" 환자로 VA-ECMO를 한정합니다(Table 4–6). 삽입의 세부는 그대로입니다: 삽입 시 함께 넣는 원위 관류 카테터(DPC), 우측 요골동맥 라인과 오른손·뇌 NIRS, 필요한 유량에 맞는 캐뉼라 크기, 그리고 첫날에 내리는 LV 감압 결정.

Thiele H, et al. N Engl J Med 2023;389:1286–1297 (ECLS-SHOCK). · Lorusso R, et al. ASAIO J 2021;67:827–844. · IPD meta-analysis and Tables 4–6 in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

첫 장치 고르기: Phenotype, Lung function and Timing



J Am Coll Cardiol 2021;77:1243–1256

● 시간도 장치 선택 기준입니다

- 경피적 LV 펌프의 적용 가능 구간은, **C단계에서 초기 D단계까지입니다 — 젖산과 승압제가 오르고 있지만 순환은 아직 유지되는 때.**
- E단계가 되면 남는 질문은 캐뉼라를 얼마나 빨리 넣느냐뿐입니다. ECPR은 정의상 VA-ECMO의 결정이며, 나머지는 그 뒤에 정해집니다.
- **국내 ECPR 자료: Collapse to ECMO initiation까지 10분 늦어질 때마다 생존율이 약 27%씩 줄어듭니다.**

첫날의 표현형 (지배적 보조 필요)	첫 장치	이유	할 수 없는 것
단독 LV 부전, 폐 기능 적절, RV 온전	Impella CP → **수일 이상 예상되면 5.5**	직접 감압, DanGer Shock 근거	RV 보조 없음, 가스 교환 없음
LV 부전 + 경도 RV 기능 저하	감압 계획을 세운 VA-ECMO, 또는 Impella + 흡입 NO	RV만으로는 Impella를 채우지 못함	감압 결정을 일찍 내려야 함
양심실 부전 또는 심정지	말초형 VA-ECMO	몇 분 안에 넣을 수 있는 유일한 장치; 양측과 폐를 보조	LV에 부하를 줌; 좌우 독립 조절 불가
단독 RV 부전 (폐색전, RV 경색, LVAD 후)	Impella RP 또는 우심방 → 폐동맥 펌프 (ProtekDuo)	우심을 우회해 LV를 채움	그 유량을 내보낼 LV가 있어야 함
양심실 부전, 폐 기능 보존	BiPella (LV Impella + RV 장치) 또는 ProtekDuo + LV Impella	경피적 양심실 보조, 거동 가능 (Impella 5.5)	산소화 없음; 소규모 증례 근거뿐, 두 펌프 균형이 어려움
심장수술 후 체외순환 이탈 실패	중심형 VA-ECMO 또는 CentriMag 임시 VAD	이미 열린 가슴; 순방향 혈류와 직접 감압	출혈; 수일 단위의 가교
심박출량이 유지되는 호흡부전	VV-ECMO (VA 아님)	동맥 캐뉼라 없이 산소화	순환 보조 없음

Intervent Cardiol Clin 2021;10:147–156. · Emerg Med Australas 2019 (Korean ECPR delay data). · Gramegna M, et al. ESC Heart Fail 2025;12:2652–2668 (RV support). · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

Part 2 — 단계적 상향 (Escalation)

숫자 하나가 아니라 추세를 보고 올린다.

언제 올릴 것인가 — E단계를 기다리지 않는다

● 어떤 첫 장치에서든, 움직여야 할 신호

- 충분한 유량과 소생 후 2–4시간이 지나도 젖산이 떨어지지 않음
- 장치를 달았는데도 승압제·강심제 요구량이 계속 늘어남
- Impella에서: 반복되는 흡입 알람, 같은 P-level에서 유량 감소, CVP 상승 — 우심실이 무너지고 있음
- VA-ECMO에서: 맥압이 좁아짐, 대동맥판이 열리지 않음, fluid balance가 Neg인데도 흉부 사진 악화 — 좌심실이 늘어나고 있음
- 오른손 RA 산소포화도가 회로보다 낮음 — 차등 저산소증
- 반복되는 심실성 부정맥, 또는 전기적으로 박출을 멈춘 심실

● 2026 합의문의 Time window

- 장치를 건 뒤 30분–2시간의 급성 감시 단계에서 호전이 없거나 악화되고(SvO_2↓, 젖산↑, PCWP↑, RAP/PCWP↑, 승압제↑) 심초음파에서 심실 기능이 나빠지면 다음 단계로 빠르게 이동해야 합니다.
- 어느 지표 하나가 아니라 변화의 방향과 일관성으로 판단
- 결정은 쇼크 팀 안에서.

30분–2시간

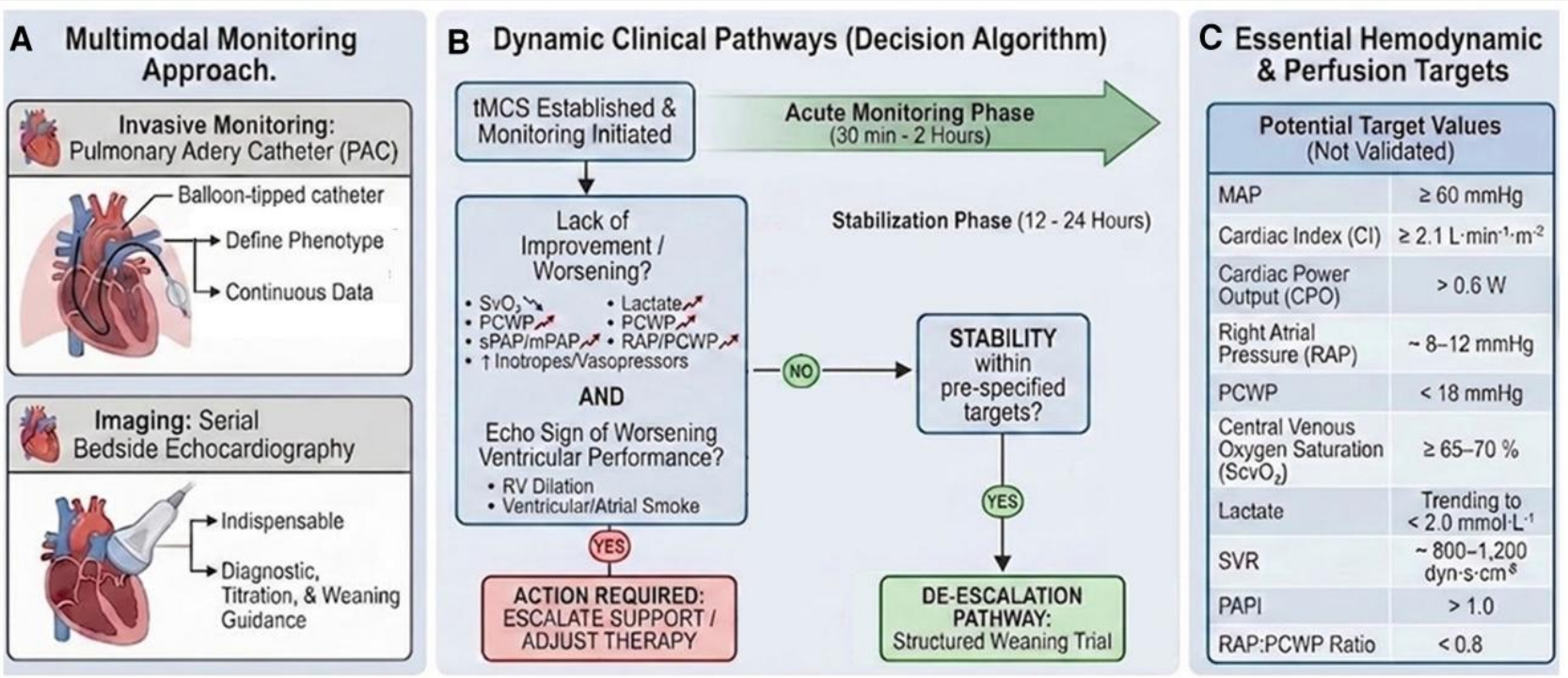
급성 감시 단계 — 반응이 없으면 상향 · 12–24시간 목표 안에서 안정되면 하향·이탈 시험

체외순환사의 역할

회진보다 먼저 추세를 보는 사람이 여러분입니다: Flow–RPM 관계, Pre Oxygenator Pressure, Sweep gas 요구량, 퍼지 압력, 동맥 맥압은 모두 젖산보다 몇 시간 앞서 변합니다. 교대 인계 때마다 점검하는 상향 체크리스트가 있으면, 그 숫자들은 차트에 기록하는게 아니라 바로 Cardiac Surgeon에게 연락이 필요

Eur Heart J 2025;46:3952–4041. · Lorusso R, et al. ASAIO J 2021;67:827–844. · Richardson ASC, et al. ASAIO J 2021;67:221–228. · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

감시와 목표값: 무엇을 보고 판단하는가



목표 (참고치)	값
MAP	≥ 60 mmHg
심박출지수 (CI)	≥ 2.1 L/min/m²
심장 출력 (CPO)	> 0.6 W
우심방압 (RAP)	8–12 mmHg
PCWP	< 18 mmHg
$ScvO_2$	≥ 65–70%
젖산	< 2 mmol/L로 하강
PAPi	> 1.0
RAP : PCWP	< 0.8

Figure 3. Comprehensive haemodynamic and echocardiographic guidance for tMCS. A: 다중 감시(PAC + 매일 침상 심초음파) · B: 결정 알고리즘 · C: 목표값(검증되지 않은 참고치).
Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708. © ESC 2026 — 교육 목적 인용.

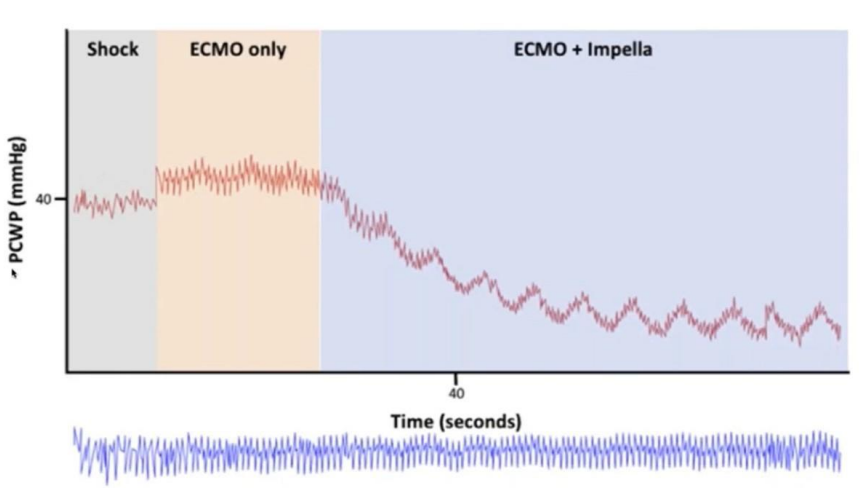
체외순환사가 매일 챙기는 숫자 — 항응고와 용혈

합의문은 미분획 헤파린을 anti-Xa와 aPTT로 함께 조절하는 전략을 지지합니다(치료 목표 anti-Xa 0.3–0.5 IU/mL; 두 검사의 불일치는 출혈·불량 예후와 연관). 고출혈 위험군에서는 더 낮은 목표나 bivalirudin을 쓰는 센터도 있습니다. 용혈 감시의 선택 지표는 혈장 유리 헤모글로빈(pfHb)이며 LDH·빌리루빈·합토글로빈은 보조 지표입니다. 영상 유도 위치 확인, 유량·흡입 역치의 실시간 감시, 매일 심초음파로 장치 위치(회전 이상) 확인이 신손상을 줄이는 네 가지 축입니다.

Table 7 and Figure 3 in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708. · Vandenbriele C, et al. (standardised UFH protocol), cited therein.

후부하 문제: 쇼크가 좋아지는데 왜 폐는 나빠지는가

대동맥 역방향 혈류 ▶ LV 후부하 상승 ▶ LV가 박출하지 못함 ▶ LV 이완기말압과 좌심방압 상승 ▶ **폐부종 심내막하 허혈 심실 내 혈류 정체**



VA-ECMO 회로에 Impella를 더하면(ECPELLA) 수 초 안에 PCWP가 떨어집니다.
Schrage B, et al. Circulation 2020;142:2095–2106.

● 침상 옆에서 보이는 징후

- 동맥 라인의 맥압이 좁아지거나 사라짐 — 첫 번째 징후이며, 여러분의 화면에 있습니다
- 심초음파에서 대동맥판이 열리지 않음; LV 안의 자발적 에코 음영이나 혈전
- 수분 균형이 음수인데도 흉부 사진 악화와 기도압 상승
- 좌심방압 또는 쐐기압 상승; 기관 튜브로 나오는 분홍빛 거품 분비물

유량이 높을수록 더 나빠지는 이유

돼지 쇼크 모델에서 VA-ECMO 유량을 올릴 때마다 LV 이완기말 용적과 압력은 오르고 일박출일은 떨어졌습니다. 다만 2026 합의문은 이 "선형 관계"가 주로 수학 모델에 근거하며, 실제 환자에서는 RV 전부하 감소가 상쇄해 높은 유량에서도 PCWP가 유지되거나 내려갈 수 있다고 지적합니다. 결론은 같습니다: 숫자가 아니라 환자를 보고, 젖산이 떨어지고 대동맥판이 열리는 가장 낮은 유량으로.

Ostadal P, et al. J Transl Med 2015;13:266. · Lüsebrink E, et al. Circulation 2022;146:1595–1609. · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

좌심실 감압(unloading) 수단: 경로, 득실, 그리고 근거

방법	접근 경로	LV 감압 정도	순방향 유량 추가	주된 제한점
ECMO 유량 감소 + 강심·혈관확장제	없음	최소	자기 박출만	수축력이 없어지면 소용없음
IABP	대퇴동맥	후부하 감소를 통한 경도 감압	소량	효과는 가장 약하지만 합병증 부담은 가장 적음
미세축류 펌프 (ECPELLA)	대퇴·액와동맥, 대동맥판 통과	직접적이고 충분	있음	용혈, 출혈, RV 보조 없음; 조율해야 할 콘솔이 둘
경중격 좌심방 캐뉼라 (LAVA-ECMO)	대퇴정맥, 심방중격 통과	좌심방 직접 감압	없음	술기가 까다로움; 같은 회로로 배액
LV 심첨부 또는 좌심방 직접 감압	개흉 또는 흉골절개	완전	없음	열린 가슴, 출혈, 거동 불가
폐동맥 감압	경피적 또는 수술적	간접	없음	우심실이 아직 박출할 때만 도움

26.7%

ELSO 레지스트리 VA-ECMO 12,734예 중 감압 시행 비율 — 보정 사망률 더 낮음

60.8% vs 64.9%

감압 수단으로서 Impella vs IABP의 사망률 — 차이 없음; 출혈은 57% vs 40%

Routine Venting✕

2026 합의문: 현재 근거는 VA-ECMO의 routine venting을 지지하지 않음 (EARLY-UNLOAD, EVOLVE-ECMO)

원칙

- 실제로 늘어난 심실을 감압하되, 방법은 표현형·혈역학·혈관 접근·센터 경험으로 고르고 몇 시간 안에 재평가합니다.
- 양심실 부전이나 높은 LV 충만압에서 ECPELLA 또는 ECMO + IABP를 "고려할 수 있음"
- ECPELLA는 ECMO 개시 2시간 이내가 유리(후향 자료), UNLOAD-ECMO·EULODIA 무작위 연구 진행 중;
- LAVA-ECMO는 중증 대동맥판 역류·접근 곤란 시의 선택지이나 사망률 이득은 없음.

Grandin EW, et al. J Am Coll Cardiol 2022;79:1239–1250. · Kim MC, et al. Circulation 2023;148:1570–1581. · Park H, et al. Eur J Heart Fail 2023;25:2037–2046. · UNLOAD-ECMO (NCT05577195), EULODIA (NCT07027202) in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

VA-ECMO에서의 단계적 상향 사다리

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

1

이미 가진 것부터 최적화한다

젖산이 떨어지는 선에서 가장 낮은 유량; 이뇨제나 한외여과로 수분 제거; 강심·혈관확장제; 대동맥판이 열리게 한다. ECPELLA에서는 ECMO 유량을 올리기 전에 Impella P-level부터 올린다.

2

장비를 더하기 전에 기전을 확인한다

LV 확장인가, RV 부전인가, 회로 유량 부족인가, 차등 저산소증인가, 일차성 폐 손상인가? 심초음파에 좌심방압(또는 쐐기압) 측정과 우측 요골동맥 혈액가스를 더하면 몇 분 안에 답이 나온다.

3

표적에 맞는 해결책을 더한다

늘어난 LV → IABP, Impella 또는 좌심방 감압. 회로는 정상인데 오른손이 파랗다 → 정맥 반환 가지 추가(VAV). 유량 부족 → 더 큰 펌프보다 두 번째 배액 캐뉼라 먼저.

4

설정이 아니라 패러다임을 바꾼다

5–7일째에도 양심실이 움직이지 않고 회복 신호가 없다 → ECMO 유지의미 없음 : 중심형 캐뉼라 또는 CentriMag BiVAD ± 산소화기.
LV만 남은 문제라면 VA-ECMO(+Impella)에서 액와동맥 Impella 5.5로 "하향 전환"해 발관·거동시키며 목적지를 계획한다(합의문).

ECPELLA, 실제 운용

- 두 펌프가 같은 전부하(volume)를 두고 경쟁합니다.
- ECMO는 SvO_2와 젖산이 허용되는 최소 유량으로 두고, Impella는 흡입 없이 감당할 만큼 맡기고, 심초음파에서 대동맥판이 열리는지 확인하며, 혈장 유리 헤모글로빈을 매일 보십시오 — 두 펌프의 용혈은 합산되고, DanGer Shock에서 BARC 3–5 출혈은 ECMO + Impella 병용군에서 64%로 가장 높았습니다.
- 양심실 보조 중 이탈할 때는 보조 비중이 큰 장치부터 뗍니다.

Schrage B, et al. Circulation 2020;142:2095–2106. · Lorusso R, et al. ASAIO J 2021;67:827–844. · Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).



KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

Part 3 — 출구 (Exit)

모든 치료에는 이름 붙은 목적지가 필요하다: 회복, 장기 보조, 심장이식 — 또는 중단.

회복으로 가는 가교: 어떻게 떼고, 뗄 수 있는지 어떻게 아는가

KU MEDICINE KOREA UNIVERSITY ANAM HOSPITAL

● 회복의 신호 — 3~7일째에 찾아본다

- 동맥 파형에 맥압이 돌아오고, 대동맥판이 매 박동마다 열림
- 회로 유량을 줄일수록 LVOT VTI가 커짐; 트로포닌은 떨어지고 구혈률은 좋아짐
- 유량을 줄인 상태에서 젖산 정상, 승압제 불필요; 부정맥 부담 감소
- Impella에서: 더 낮은 P-level에서도 흡입 없이 안정된 유량, 정상 CVP

● 회복에 반하는 신호

- 7~10일이 지나도 지속되는 전기적 침묵 또는 양심실 무운동
- 충분한 감압과 유량 감소에도 박출이 없음
- 보조 요구량이 안정되지 않고 계속 늘어남
- 영상이나 조직검사에서 전층 괴사; 좋아지기는커녕 깊어지는 다장기 부전

단계	VA-ECMO 이탈 시험(weaning trial)	Impella (LV 축류 펌프) 이탈
시작 시점·준비	개시 24–48시간 후부터 재평가; 12–24시간 동안 목표 안에서 안정; 항응고 확인, 승압제 없거나 최소; 침상 옆 심초음파	Hb 안정, 용혈 없음, 승압제 최소, 침상 옆 심초음파
단계적 감소 (ABCDE 접근)	처음 보조의 25–30%씩, 또는 1 L/min씩 1–1.5 L/min까지(항응고에 따라); 각 단계 ~5분 뒤 평가; 스윕 가스·FiO_2는 최저로	P-level을 한 번에 1–2단계씩 P2까지; P2에서 1–2시간 유지
통과 기준 (다중 지표)	HR ≤ 110 · MAP ≥ 60 · 맥압 ≥ 20–25 · RAP 8–15(상승 없음) · PCWP ≤ 15 · RAP/PCWP < 0.8 · SvO_2 ≥ 60% · PAPi ≥ 1 · 젖산 < 2 · CI ≥ 2.1 · PaO_2/FiO_2 ≥ 200	같은 혈역학 지표 + 심초음파: VTI > 25% 증가(또는 > 12 cm), MAPSE > 9 mm, TAPSE > 15 mm, E/e' < 15, LVEF > 20–25%
실패 시	즉시 직전 단계로 복귀 → 가역적 원인 교정 → 12–15분 뒤 재평가; 반복 실패 = 장기 전략 또는 무익성 논의	직전 P-level로 복귀; RV·혈량·위치 재평가; CP에서 5.5로의 상향도 선택지

이탈 시험은 체외순환사가 주도

- 유량이 2 L/min 아래로 내려가기 전에 헤파린 추가 투여 또는 ACT 확인; 저유량에서는 스윕 가스를 꺼서 폐의 기능을 확인; 1 L/min의 펌프 flow는 clot을 만듦 — 시험은 짧게, 결정은 명확하게.
- 캐뉼라 제거는 수술입니다: 혈관 처치 계획, 혈액, 다음 장치를 클램프를 잠그기 전에 정해 두십시오.

Aissaoui N, et al. Intensive Care Med 2011;37:1738–1745. · Randhawa VK, et al. JACC Heart Fail 2021;9:664–673. · Weaning section and Figure 4 in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi :10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

이탈 알고리즘: 장치별 단계 → 다중 지표 평가 → 결과

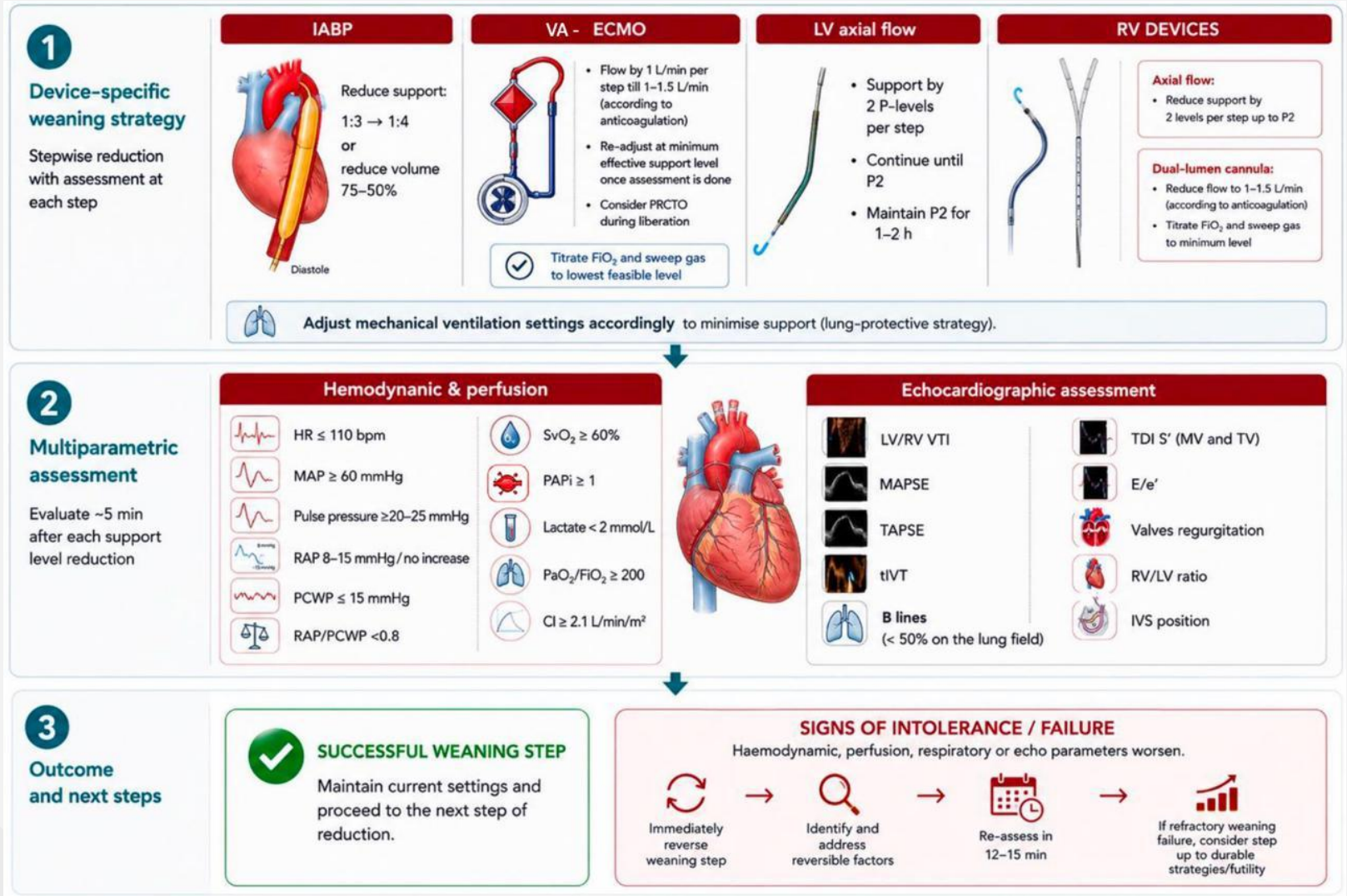


Figure 4. Weaning algorithm. Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708. © ESC 2026 — 교육 목적 인용.

1 장치별 단계적 감소

IABP 1:3 → 1:4 또는 용적 75–50%. VA-ECMO 1 L/min씩 1–1.5 L/min까지, 평가 후 최소 유효 유량으로 복귀. LV 축류 펌프 2 P-level씩 P2까지, 1–2시간 유지. RV 장치: 축류형 2단계씩 P2, 이중관 캐뉼라 1–1.5 L/min. FiO_2·스윕 가스는 최저로, 인공호흡기는 폐 보호 설정으로.

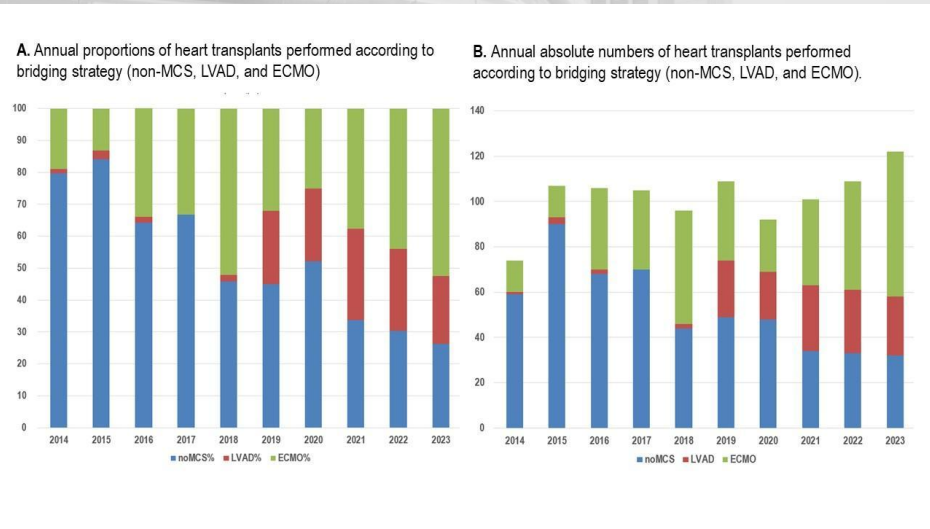
2 감소 ~5분 뒤 다중 지표 평가

혈역학·관류: HR ≤ 110, MAP ≥ 60, 맥압 ≥ 20–25, RAP 8–15(상승 없음), PCWP ≤ 15, RAP/PCWP < 0.8, SvO_2 ≥ 60%, PAPi ≥ 1, 젖산 < 2, PaO_2/FiO_2 ≥ 200, CI ≥ 2.1. 심초음파: LV/RV VTI, MAPSE, TAPSE, tIVT, B-line < 50%, TDI S', E/e', 판막 역류, RV/LV 비, 중격 위치.

3 결과와 다음 단계

통과 → 현재 설정 유지 후 다음 단계로. 불내성 → 즉시 직전 단계로 복귀, 가역적 원인(부정맥·혈량·허혈·항응고) 교정, 12–15분 뒤 재평가. 반복 실패 → 장기 전략 또는 무익성 논의. 양심실 보조에서는 보조 비중이 큰 장치부터.

회복이 안 될 때: 한국에서 심장이식으로 가는 가교



KOTRY 2014–2023: 가교 전략별 심장이식 비율(A)과 건수(B). J Heart Lung Transplant 2025.

1,021명

KOTRY 2014–2023 성인 수혜자
(ECMO 357 · LVAD 137 · 없음 527)

17.9%

ECMO bridging HTx의 병원 내 사망률
반면 LVAD 4.4%, MCS 없음 4.4%)

● 가교 방법별 생존

1년 생존 77.5% (ECMO) vs 89.0% (LVAD) vs 92.5% (MCS 없음), $p < 0.0001$; 중증 일차 이식편 기능부전(PGD) 보정 HR 3.68 (MCS 없음 대비). 6개월 이후에는 곡선이 나란히 갑니다.

● 수술대에서 가교 장치가 중요한 이유

- 말초형 VA-ECMO를 단 채 수술대에 오른다는 것은 감작되고, 진정되고, 인공호흡 중이며, LV에 부하가 걸리고, 근육이 빠지고, 대퇴동맥을 이미 한 번 쓴 receipient는 뜻입니다
- Impella 5.5나 CentriMag이면 기다리는 동안 발관하고 식사하고 거동할 수 있음
- KONOS 배분은 임시 MCS를 우선하므로 대기 시간은 짧지만 수혜자는 더 중한 상태로 이식 수술을 받게 됨. → Bridging strategy 는 수술 전 재활이 중요

● 실제 경로

- **개시 전:** 출구 경로를 먼저 정의 — "그럴듯한 출구가 없다"는 것은 개시·상향을 막는 중대한 경고 (합의문)
- **0–3일:** VA-ECMO (± 감압) — 장기를 소생시키고, 회복 가능성이 낮으면 일찍 등록
- **3–7일:** 회복 신호 없음 → 액와동맥 Impella 5.5 (LV 단독; 응고장애·감염을 다스릴 시간을 벎) 또는 CentriMag BiVAD ± 산소화기 (양심실)
- **대기 중:** 발관, 거동, 제한적 수혈, 감작 감시, 신경계 보호; 목적지가 없으면 완화의료팀을 일찍

Korean Organ Transplant Registry analysis, J Heart Lung Transplant 2025 (1,021 recipients, 2014–2023). · From tMCS to long-term therapy, in Chieffo A, et al. Eur Heart J 2026; doi:10.1093/eurheartj/ehag708 (EAPCI/ACVC clinical consensus statement on tMCS in CS).

실무용 결정 표: 선택에서 출구까지

표현형	알아보는 법	첫 보조	호전 없을 때의 상향	출구
단독 LV 부전, 폐 기능 적절	RV 보존, CVP < 12, PAPi > 2, SpO_2 정상	Impella CP; 수일 예상 시 5.5	액와동맥 Impella 5.5; RV나 폐가 무너질 때만 VA-ECMO 추가	회복, 또는 장기 LVAD / 심장이식
LV 우세 + 경도 RV 기능 저하	RV 경도 확장, CVP 12–15, PAPi 1.5–2	조기 감압 결정을 전제한 VA-ECMO, 또는 Impella + 흡입 NO	24시간 내 ECPELLA 또는 경중격 좌심방 감압	회복; 가교 시 Impella 5.5 또는 BiVAD로 전환
양심실 부전	양심실 무운동, CVP > 15, PAPi < 1.5, 폐 울혈	진입 장치로서 말초형 VA-ECMO	감압만으로는 부족 → 중심형 ECMO 또는 CentriMag BiVAD ± 산소화기	KONOS 하의 심장이식; 부정맥·혈전 시 TAH
양심실 부전 + 중증 폐 손상	위와 같고 최대 유량에서도 산소화 저하	VA-ECMO; 차등 저산소증 시 VAV	회로에 산소화기를 포함한 BiVAD	폐가 회복되면 심장이식; 아니면 중단
심정지 (ECPR)	양질의 CPR 20분에도 ROSC 없음, 목격, 제세동 가능 리듬	말초형 VA-ECMO, 쓰러진 뒤 60분 내 유량 개시	DPC, 우측 요골동맥 라인, 조기 감압 결정, 72시간째 신경학적 예후 판정	회복; 가교는 신경학적 상태를 안 뒤에만

- 이 표는 출발점이지 프로토콜이 아닙니다. 중요한 것은 세 가지 질문 — 어느 심실이 망가졌는가, 첫 장치가 듣고 있는가, 이 치료는 어떻게 끝나는가 — 를 보조 첫날에 명시적으로 묻고, 숫자로 답하고, 차트에 적는 일입니다.
- 그리고 2026 합의문이 더한 네 번째 질문 — 이 치료가 아직 의미가 있는가? 무익성(회복 가능성 없음, 비가역적 다장기 부전, 가교·목적지 없음, 환자 가치와 불일치)은 모든 결정 지점에서 다시 묻습니다.
- **체외순환사에게: 여러분이 프라이밍한 구성은 CS 환자의 Phenotype에 기반하지만, 시작 후 보여주는 숫자들이 계속 악화되는 sign을 보내면 바로 다음 단계로 가야합니다**

핵심 정리 (Take-home messages)

1. 표현형으로 고른다: 망가진 심실, 폐, 그리고 시간. 폐가 일하는 LV 단독 부전 → Impella; 양심실, 저산소증, 심정지 → VA-ECMO.

2. IABP는 감압 수단이자 심도자실의 가교이지, D단계의 최종 장치가 아니다. 급성심근경색 쇼크에서 일상적 사용은 생존 이득이 없다.

3. Impella는 2024년에 근거를 얻었다 — Early, selected STEMI 쇼크에서. 온전한 RV를 전제로 하며, 위치 신호·흡입·혈장 유리 헤모글로빈을 지켜봐야 한다.

4. VA-ECMO는 시간을 사는 것이지 회복을 사는 것이 아니며, 좌심실에 부하를 준다.
젖산이 떨어지고 대동맥판이 열리는 가장 낮은 유량으로 flow를 유지해야한다.

5. 30분–2시간 안에 반응을 보고 올린다: 최적화 → 기전 확인 → 표적 해결책 — 그리고 양심실이 모두 안좋다면 ECMO 다음을 고려해야한다
12–24시간 안정되면 이탈 시험을 시작한다.

6. MCS 시작 전에 Exit strategy를 정해 두어야한다. 회복 신호가 보이면 프로토콜대로 떼고, 회복신호가 보이지 않으면 환자가 깨어 움직일 수 있는 가교로 일찍 전환하며, 무익성은 매 결정마다 다시 묻는다 — ***쇼크 팀 안에서, 체외순환사도 그 팀의 일원으로.***



Thank you for your attention

Jae Seung Jung, MD, PhD (heartistcs@korea.ac.kr)

Deprt. Of Thoracic and Cardiovascular Surgery

Korea University Anam Hospital