

제18차 심장혈관흉부외과 전공의 연수교육

Antimicrobial Stewardship in Critical Care

From Empiric to Targeted

아주대학교병원 흉부외과 이승욱

CASE

POD #3 — 1st Fever

Surgery

68/M
AVR + CABG
CPB time 180 min

Findings

BT 38.4°C
WBC 16,000/ μ L
CRP 18 mg/L

Status

Low-dose norepinephrine
Chest tube drainage normal
Wound clean

Would you start antibiotics?
If so — when would you stop?

POST-CPB SIRS VS. SEPSIS

Trend, Not Absolute Value

지표	심폐바이패스 후 전신염증반응의 전형	감염을 시사하는 소견
발열 시점	수술 후 0-2일 정점 후 하향	3일 이후 새로 발생하거나 재상승
CRP	2-3일 정점 후 감소	4일 이후 재상승
Procalcitonin	1일 정점 후 빠르게 감소	감소하지 않거나 재상승
Hemodynamics	승압제 점진적 감량 가능	안정기 이후 요구량 재증가
Oxygenation	점진적 호전	새 침윤, 산소화 악화, 분비물 변화
Wound	깨끗함	압통, 배액, 흉골 불안정

PCT rises with CPB itself — a single value does not diagnose infection

DEFINITION

Stewardship $\neq$ Restriction : 항생제 제한이 아닌 관리

1

필요한 환자에게
더 빨리, 더 많이 사용하기 위해

Delayed use of antibiotics in
septic shock causes mortality

2

필요 없는 환자에게
더 빨리 중단하기 위해

Post-CPB SIRS is not infection

3

환자의 다음 치료시
내성을 줄이기 위해

ICU patients come back for redo
surgery

*2019년 글로벌 AMR 역학 데이터 분석에 따르면, 항균제 내성 균주에 직접적으로 기인한 사망자는 전 세계적으로 약 130만 명에 달했습니다.

Five Steps in septic shock

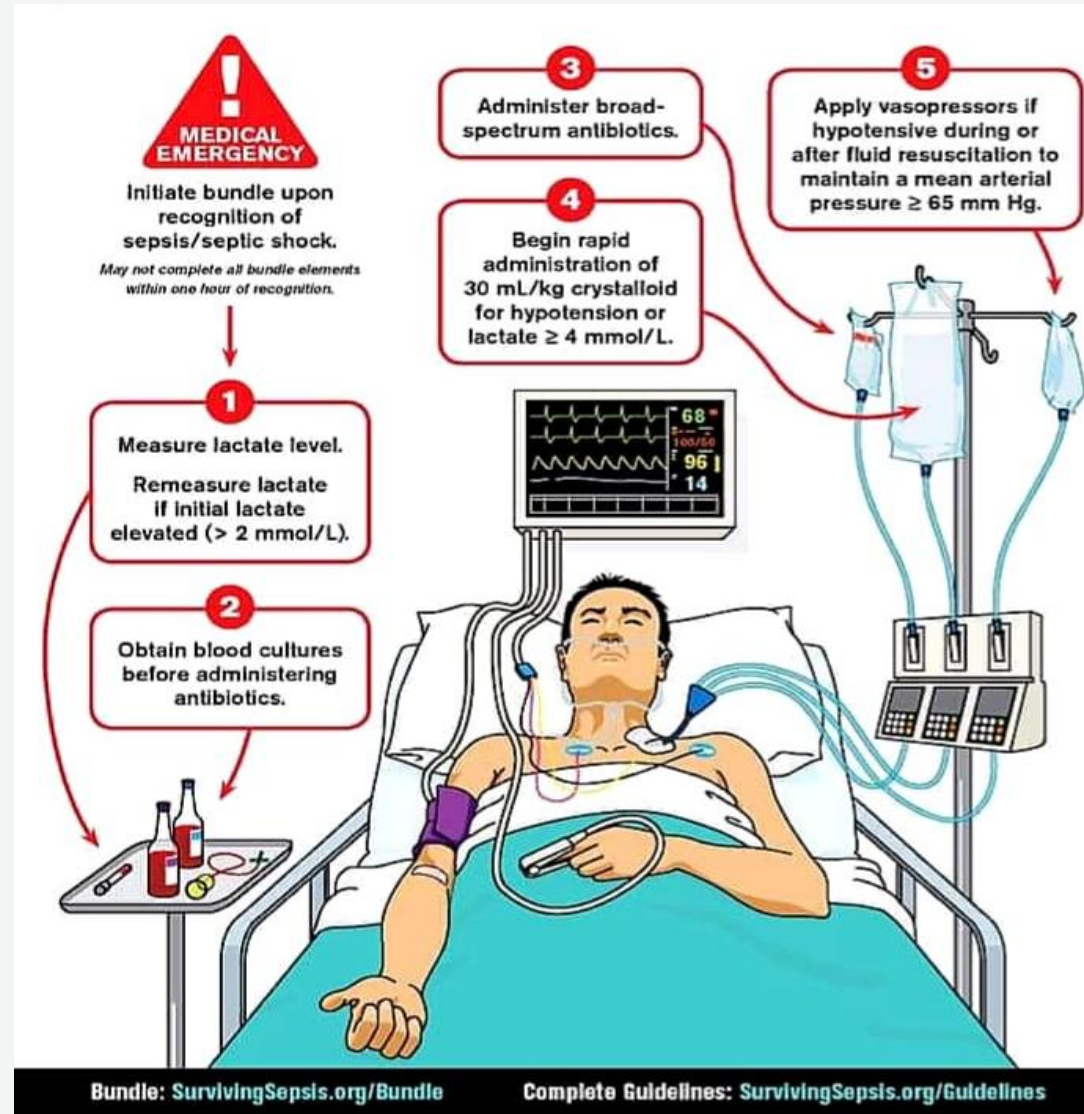
1	Culture	Blood cultures before antibiotics — but never delay in shock
2	Triage	Septic shock? or fever that still needs evaluation
3	Source control	Device removal and debridement before antibiotics
4	Dose optimization	Loading dose + extended infusion — especially on E
5	Time-out	Stop at 48–72 hour or de-escalate to targeted ther

표 34-1 대표적인 비감염성 발열 원인

심부정맥혈전증, 폐색전증
심근경색
뇌졸중
내분비 질환: 갑상선기능항진증, 부신피질기능저하증
약열: 항생제, 중추신경계 약제
수혈
시술 관련: 투석, 기관지내시경
수술 후 발열

SURVIVING SEPSIS CAMPAIGN 2026

1-Hour bundle



SURVIVING SEPSIS CAMPAIGN 2026

What Changed

Upgraded to strong recommendations

- Prolonged β -lactam infusion
- De-escalation once susceptibility is known
- Sepsis without shock: antimicrobials within 1 h

More Selective

- Low MDR risk → no empiric MDR coverage
- Against routine empiric antifungals
- No risk factors → no anaerobic coverage
- To start: clinical assessment alone over lab test

SURVIVING SEPSIS CAMPAIGN 2026

When and What to Start

	Recommendation
Septic shock	Immediately, ideally within 1 h
Sepsis without shock	Immediately, ideally within 1 h
Possible sepsis	Rapid time-limited <u>workup</u> ; decide within
Blood cultures	Before antimicrobials
MDR coverage	High risk patients consider
Empiric antifungal	Not routine use , case-by-case in high r
Anaerobic coverage	Only when risk factors exists -bowel perforation, necrotizing soft-tissue infec abdominal abscess, aspiration
Source control	Within 6 hr

표 34-2 항생제 다제 내성 위험인자

현재 5일 이상의 입원 기간
90일 이내 항생제요법력
90일 이내 2일 이상의 입원
요양원 거주
30일 이내 투석
자가 창상 치료
자가 수액 치료(항생제 포함)
면역억제제 치료 또는 면역저하자
다제 내성균을 가진 환자 가족

SURVIVING SEPSIS CAMPAIGN 2026

How to Give, When to Narrow coverage

	Recommendation	Strength / Certainty
β -lactam infusion	Prolonged or continuous infusion after loading dose	Strong / moderate
TDM (치료약물농도감시)	Case-by-case in selected patients	Conditional / very low
De-escalation — 균 동정시	Narrow once susceptibility is known	Strong / very low
De-escalation — 균 음성시	Narrow or stop if cultures stay negative	Conditional / very low
Procalcitonin	Clinical assessment alone 이 우선시된다	Conditional / very low

In Practice

- Loading fast.
- Maintain with 3–4 h extended
- 24 h continuous infusion
- 배양결과에 따라 바로 변경

Caution

Procalcitonin is not a tool to start.

SSC 2026 (국제)

1시간

패혈성 쇼크와 쇼크가 없는 패혈증 모두 — 강한 권고

가능성 수준의 패혈증은 3시간 이내 신속 감별 후 판단 — 조건부

대한중환자의학회 2024 (국내)

1시간

패혈성 쇼크 — 권고강도 B, 근거수준 낮음

쇼크가 없는 패혈증은 3시간 이내 — 권고강도 E (전문가 합의)

시간 기준은 동일, 근거표현은 차이

국내 지침은 근거 수준을 더 보수적으로 명시하고, 항생제 과사용과 과진단 위험을 함께 지적

흉부외과 수술전 예방적 항생제

항목	권고	Class / Level
기본 약제	β -lactam 단독이 표준 (MRSA 빈도가 높지 않은 집단)	Class I / A
약제 선택	세팔로스포린 (1,2세대)	Class IIa / B
용량	Cefazolin 2 g (체중 60 kg 초과 시)	Class I / B
투여 시점	피부 절개 60분 이내	Class I / A
수술 중 재투여	Cefazolin 1 g을 3-4시간마다	Class I / B
Vancomycin 용량	1-1.5 g 또는 15 mg/kg, 1시간에 걸쳐 절개 1시간 이내 종료	Class I / A
총 기간	수술 후 48시간 이내	Class IIa / B
드레인과 카테터	존재 자체는 연장 사유가 아님	Class IIa / C

Special Situations

MRSA 보균 또는 고빈도 기관

- Cefazolin에 vancomycin을 선택적으로 병용 (Class IIb / C)
- Vancomycin은 1-2회로 제한
- Vancomycin 단독은 그람음성 커버가 없어 aminoglycoside 1회 추가를 고려 (Class IIb / C)

β -lactam 알레르기

- IgE 매개 반응 — vancomycin, 최대 48 시간, 또는 피부반응검사 후 세팔로스포린 (Class I / A)
- 비 IgE 반응 — vancomycin과 세팔로스포린 모두 가능 (Class I / B)

정착 제거와 특수 상황

- 포도알균 정착 음성이 확인되지 않았다면 mupirocin 비강 도포를 전 환자에 권고 (Class I / A)
- 그람음성 집단발생이나 신기능 저하 시 기관별 보강 (Class IIa / C)
- 개방 흉골과 체외막산소공급 중 연장은 근거가 없어 기관 프로토콜을 따릅니다

SOURCE CONTROL

If the foreign body stays, antibiotics lose

Prosthetic valve · vascular graft · VAD · ECMO cannula · CVC · pacemaker lead

All are biofilm surfaces

SSC 2026 — source control within 6 h when feasible (conditional)

ICU Infections at a Glance

Infection	Empiric regimen	Source control	Duration
DSWI · Mediastinitis	Vancomycin + antipseudomonal β -lactam	Early radical debridement + NPWT	4–6 wk, culture-guided
HAP · VAP	Antipseudomonal β -lactam $\pm$ MRSA $\pm$ 2nd GN agent	Drain empyema / abscess; minimize MV days	7 d
CLABSI	Vancomycin $\pm$ antipseudomonal β -lactam; echinocandin if high risk	Catheter removal is key	5 d – 6 wk by organism
PVE	Vancomycin + gentamicin + rifampin	Radical debridement + valve replacement	$\geq$ 6 wk
Post-op IAI	Pip-tazo or carbapenem	Laparotomy or drainage decides survival	4 d after source control
ECMO-related	Vancomycin + antipseudomonal β -lactam	Consider cannula exchange / removal	7–14 d
CAUTI	GN coverage after catheter change	Remove or replace catheter	7 d
Candidemia	Echinocandin	Remove CVC	14 d after first negative BC

Always adjust the empiric choice to the local antibiogram and recent cultures

한 장으로 보는 ICU 감염

감염	경험적 조합	Source control	치료기간
심부 흉골 상처 감염 · 종격동염	Vancomycin + 항녹농균 β -lactam	조기 광범위 변연절제 + 음압처치	배양 기반 4-6주
병원획득 폐렴 · 인공호흡기 관련 폐렴 (HAP/VAP)	항녹농균 β -lactam $\pm$ MRSA 커버 $\pm$ 두 번째 그람음성 제제	농양과 흉수 배액, 인공호흡기 기간 최소화	7일
중심정맥관 관련 혈류감염 (CLABSI)	Vancomycin $\pm$ 항녹농균 β -lactam, 고위험균 echinocandin	카테터 제거가 치료의 핵심	균종별 5일-6주
인공판막 심내막염(IE)	Vancomycin + gentamicin + rifampin	완전 변연절제 + 판막 치환	6주 이상
수술 후 복강내 감염	Piperacillin-tazobactam 또는 carbapenem	개복 또는 중재술 여부가 생존을 결정	source control 후 4일
ECMO 관련 감염	Vancomycin + 항녹농균 β -lactam	Catheter change or Weaning	7-14일
Foley 관련 요로감염	도뇨관 교체 후 그람음성 커버	도뇨관 제거 또는 교체	7일
Candidemia	Echinocandin	중심정맥관 등 source 제거	첫 음성 배양 후 14일

항녹농균 β -lactam(Anti-pseudomonal β -lactam) 계열 항생제

1. 페니실린계 : Piperacillin/tazobactam (Tazoperan)
2. 세팔로스포린계 : 3세대Ceftazidime / 4세대 Cefepime
3. 카바페넴계 : Meropenem, Imipenem (Ertapenem제외)
4. 모노박탐계 : Azetronam

그람음성 커버 항생제

1. 퀴놀론계 : Ciprofloxacin, Levofloxacin
2. 아미노글리코사이드계 : Amikacin, Gentamicin, Tobramycin
3. 폴리믹신계 : Colistin
4. 타이제사이클린 (Tigecycline) - 특수 상황:ESBL, CRE, MRAB

Deep Sternum wound infection / Mediastinitis

호발 균주

- Staphylococcus aureus —MRSA 비율은 기관마다 다름
- Coagulase-negative staphylococci — 인공물질이 있을 때
- Gram negative rods — Pseudomonas, Klebsiella, Enterobacter. 늦게 발생하거나 재입원 환자에서 증가
- Candida — 드물지만 예후가 가장 나쁨 (사망률 약 30%)
- 다균성 감염이 드물지 않음

위험인자

- 당뇨, 비만
- 양측 내흉동맥 사용
- 심폐바이패스 시간 연장, 출혈로 인한 재개흉
- 인공호흡기 치료 기간 연장
- 만성폐쇄성폐질환, 신부전, 응급수술
- MRSA 비강 정착

치료기간

배양 기반 4-6주, no added benefit beyond 6 week

분류 — El Oakley 기준으로 조기(2주 이내)와 후기(2주 초과)를 나누면 균주 예측이 달라집니다

Deep Sternum wound infection / Mediastinitis

경험적 항생제 1차 선택

- Vancomycin loading 20–35 mg/kg 후 AUC 400–600 목표
- + Cefepime 2 g TID 또는
piperacillin-tazobactam 4.5 g QID
- 최근 광범위 항생제 노출이나 다제내성균 정착이 있으면
meropenem 1–2 g q8h로 상향
- Fungal sepsis risk시 echinocandin 추가를 개별 판단

동시에 해야 할 것

- Early debriment, drainage — 지연 시 사망률 50% 초과
- VAC apply 후 단계적 재건, 필요 시 Muscle flap
- 수술장에서 조직 배양 세 곳 이상
- 흉골 고정 재평가

조기 발생 사망률

5–15%

후기 또는 재발

20–40%

변연절제 지연 시

50% 초과

배양이 나오면 즉시 좁힙니다 — MSSA면 cefazolin 2 g q8h 또는 nafcillin으로 전환

HAP/VAP

호발 균주

- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter*, *E. coli*
- *Acinetobacter baumannii* — 국내 중환자실에서 카바페넴 내성률이 높음
- *Staphylococcus aureus* (MSSA 또는 MRSA)
- *Stenotrophomonas maltophilia* — 광범위 항생제 장기 노출 후
- 조기 발생에서는 폐렴사슬알균과 헤모필루스도 고려

다제내성(MDR) 위험인자

- 최근 90일 이내 정맥 항생제 사용
- 폐렴 발생 시 패혈성 쇼크
- 폐렴 전 급성호흡곤란증후군
- 폐렴 전 5일 이상 입원
- 폐렴 전 급성 신대체요법
- 해당 중환자실의 MDR 비율이 높은경우

치료기간

7일 — 녹농균이나 *Acinetobacter*라는 이유만으로 자동 연장하지 않습니다

진단 — 하기도 검체 배양과 임상 기준을 함께 봅니다. 정착균 배양만으로 치료를 시작하지 않습니다

HAP/VAP

① 위험인자 없음

- Piperacillin-tazobactam 4.5 g QID
- 또는 cefepime 2 g TID
- 또는 levofloxacin 750 mg QD
- MRSA 커버는 불필요

② MRSA 위험 있음

- 위 항녹농균 제제에
- + vancomycin (AUC 400–600)
- 또는 linezolid 600 mg q12h

③ 다제내성 그람음성 위험

- Meropenem 1–2 g q8h (3시간 주입)
- + amikacin 15–20 mg/kg q24h 또는 ciprofloxacin 400 mg q8h
- + vancomycin (MRSA 위험이 함께 있으면)

이중 커버의 목적 경험적 치료의 적중률을 높이는 것이지, 계속 두 가지를 쓰기 위한 것이 아닙니다. 배양이 나오면 단일제로 좁힙니다.

흡입 항생제는 전신 치료의 대체가 아니며 보조 사용은 제한적 상황에서만 고려합니다

HAP/VAP

배양 결과	바꿀 약제	기간
MSSA	Cefazolin 2 g q8h 또는 nafcillin	7일
MRSA	Vancomycin (AUC 400–600) 또는 linezolid	7일
감수성 장내세균	Ceftriaxone 2 g q24h 또는 cefepime	7일
ESBL 생산 장내세균	Meropenem 1 g q8h	7일
감수성 녹농균	단일제로 축소 (cefepime 등)	7일
치료가 어려운 녹농균	Ceftolozane-tazobactam 3 g q8h (Zerbaxa)	7일, 반응 보며 조정
카바페넴 내성 Acinetobacter	고용량 ampicillin-sulbactam 기반 병용 또는 cefiderocol	7–14일
배양 음성이면서 임상 호전 시	중단을 적극 고려	조기 중단

치료기간 7일은 임상적 호전과 source control이 전제입니다

CLABSI

항생제 보다 Catheter 제거 시점이 더 중요하다

호발 균주

- Coagulase-negative staphylococci — 가장 흔하며 오염과 감별이 필요
- Staphylococcus aureus — 합병증 위험이 가장 높음
- Enterococcus (VRE 포함)
- 그람음성간균 — Klebsiella, Pseudomonas, Enterobacter
- Candida — 장기 정맥영양, 광범위 항생제, 여러 부위 정착 시

즉시 제거해야 하는 상황

- S. aureus, Candida, 녹농균, 진성 Enterococcus 균혈증
- 패혈성 쇼크 또는 혈역학 불안정
- 삽입 부위 화농 또는 터널 감염
- 적절한 치료에도 72시간 넘게 균혈증 지속
- 감염성 심내막염, 화농성 혈전정맥염, 전이성 감염

치료기간

CoNS : 5-7일 / 그람음성 : 7-14일 / Enterococcus : 7-14일 / S. aureus : 최소 14일 / Candida : 첫 음성 배양 후 14일

S. aureus 균혈증에서는 감염내과 협진, 추가 혈액배양, 심초음파

CLABSI

경험적 시작

- Vancomycin — 그람양성 커버가 기본
- 중증, 호중구감소, 녹농균 정착, 대퇴 삽입에서는 + 항녹농균 β -lactam (cefepime 2 g q8h 또는 piperacillin-tazobactam 4.5 g q6h)
- Candidemia risk 시 + echinocandin (caspofungin 70 mg 로딩 후 50 mg q24h)
- 혈액배양은 말초와 카테터에서 각각 채혈

배양 후 전환

- MSSA $\rightarrow$ cefazolin 2 g q8h 또는 nafcillin
- MRSA $\rightarrow$ vancomycin 또는 daptomycin 6–10 mg/kg q24h
- Enterococcus (감수성) $\rightarrow$ ampicillin, 내성이면 vancomycin, 반코마이신 내성이면 linezolid 또는 daptomycin
- 그람음성 $\rightarrow$ 감수성에 맞춘 단일제
- Candida $\rightarrow$ echinocandin, 안정화 후 감수성에 따라 fluconazole 전환 가능

치료기간

CoNS : 5–7일 / 그람음성 : 7–14일 / Enterococcus : 7–14일 / S. aureus : 최소 14일 / Candida : 첫 음성 배양 후 14일

기간 기준

S. aureus는 첫 음성 배양일부터 세고, 합병증이 있으면 4–6주로 연장합니다. Candida도 첫 음성 배양 후 14일입니다.

Prosthetic Valve Endocarditis

시기별 호발 균주

- 조기 — 수술 후 12개월 이내
 - Coagulase-negative staphylococci, *S. aureus*
 - 그람음성간균, *Candida*
- 후기 — 12개월 초과
 - 사슬알균, *Enterococcus*, *S. aureus*
 - HACEK 균군

경험적 치료와 수술

- 조기 인공판막 심내막염 경험적 — vancomycin + gentamicin 3 mg/kg/일 + rifampin 900–1200 mg/일
- 배양 결과로 즉시 좁힙니다
- 2023 ESC — 수술 후 6개월 이내 조기 감염은 완전 변연절제와 판막 치환을 권고
- 수술 시기 — 응급 24시간 이내, 긴급 3–5일, 선택적
- 감염내과 협진

치료기간

6주 이상 — 자가판막(2–6주)보다 김니다. 선별된 환자에서 후반부 경구 전환이 가능합니다

진단 — 혈액배양 3세트와 TEE 경식도 심초음파. 인공판막에서는 TTE 검사만으로 배제하지 않습니다

Postop intraabdominal infection

호발 균주

- 장내 그람음성간균 — E. coli, Klebsiella
- 혐기성균 — Bacteroides fragilis 등
- Enterococcus — 중증, 수술 후, 면역저하에서 의미가 있음
- 장기 입원 후에는 Candida와 다제내성 그람음성이 증가

경험적 1차 선택

- Piperacillin-tazobactam 4.5 g q6h — 혐기성 커버를 포함
- 다제내성 위험이 있거나 중증이면 meropenem 1 g q8h
- Cefepime을 쓸 때는 metronidazole 500 mg q8h를 함께
- 중증, 재수술, 장기 입원에서는 echinocandin 추가를 고려
- 혈액학이 불안정하면 Enterococcus 커버 포함을 검토

치료기간

Source control이 완전하다면 이후로 4일

심장수술 후 unexplained acidosis + leukocytosis → 비폐색성 장허혈을 먼저 배제합니다

ECMO associated infection

발열없이 감염증이 가능하다

호발 감염과 균주

- 혈류감염이 가장 흔함 — CoNS, S. aureus, 장내세균, Candida
- 캐놀라 삽입부 감염 — 포도알균, 그람음성간균
- 인공호흡기 관련 폐렴
- 체외막산소공급 기간이 길수록 발생률이 증가
- 루틴 예방적 항생제는 권고되지 않습니다

진단과 치료

- 열교환기로 체온이 조절되어 발열이 가려집니다
- 백혈구 증가, 혈소판 감소, 승압제 요구량 증가, 회로 내 응고 증가를 감염 신호로 읽습니다
- 경험적 — vancomycin + 항녹농균 β -lactam
- 진균 위험인자가 모이면 echinocandin 추가
- 삽입부 화농이나 지속 균혈증이면 캐놀라 교체 또는 제거를 검토
- Loading dose use + TDM

치료기간

7-14일이 일반적이며 캐놀라 유지 여부와 균종에 따라 조정합니다

루틴 감시배양은 권고 근거가 약합니다 — 임상 변화가 있을 때 배양합니다

도뇨관 관련 요로감염 (CAUTI)

호발 균주와 함정

- E. coli, Klebsiella, Proteus
- Pseudomonas aeruginosa — 장기 유치 시
- Enterococcus, Candida
- 무증상 세균뇨는 치료 대상이 아닙니다 — 임신과 비뇨기 시술 전 만 예외
- 증상이 없는 환자의 일상적 소변배양이 과사용의 큰 원인

진단과 치료

- Fever, CVA tenderness, hematuria 등 증상이 있을 때만 치료
- 가능하면 도뇨관제거
- 배양 전 도뇨관을 교체하고 새 도뇨관에서 채뇨
- 경험적 — 기관 antibiogram 기준 그람음성 커버. cefepime 2 g q8h 또는 piperacillin-tazobactam 4.5 g q6h
- ESBL 위험이면 meropenem 1 g q8h
- 소변 칸디다는 대부분 치료가 불필요 — 도뇨관 교체 후 재평가

치료기간

7일 — 반응이 느리면 10-14일

Candidemia

위험인자

- 광범위 항생제 장기 사용
- 중심정맥관, 완전정맥영양
- 식도, 복부 수술, 특히 문합부 누출과 반복 수술
- CRRT, ECMO
- 여러 부위 칸디다 정착
- 중환자실 재원 기간 연장

치료 원칙

- 1차는 echinocandin — caspofungin 70 mg 로딩 후 50 mg q24h, 또는 micafungin 100 mg q24h
- 안정화되고 감수성이 확인되면 fluconazole로 전환이 가능
- 중심정맥관 제거
- Fundoscopy to exclude endophthalmitis
- F/u 혈액배양으로 음전일을 확인
- 체외막산소공급에서 voriconazole 등 지질친화성 약물은 회로 흡착으로 농도가 떨어집니다

치료기간

첫 음성 혈액배양일로부터 14일 — 전이 병소가 있으면 더 길어집니다

Clostridium Difficile infection (CDI)

Suspicion & Diagnosis

- 광범위 항생제 사용 후 설사
- 백혈구 증가, 알부민 감소, 발열
- 묽은 변에서만 검사 — 형태가 있는 변은 검사하지 않습니다
- 치료 후 완치 확인 목적의 재검사는 하지 않습니다
- 중증 — 백혈구 15,000/ μ L 초과 또는 크레아티닌 상승

Treatment

- 원인 항생제 중단 또는 축소가 우선
- 1차 — fidaxomicin 200 mg 경구 12시간마다
- 대안 — vancomycin 125 mg 경구 6시간마다
- 전격성 — vancomycin 500 mg 경구 또는 비위관 6시간마다 + metronidazole 정맥 500 mg 8시간마다
- 장폐색이 있으면 vancomycin 직장 주입을 고려
- 재발하면 fidaxomicin 연장요법이나 분변미생물이식을 검토

치료기간

10일이 표준이며 재발 치료는 별도 요법을 따릅니다

예방 — 불필요한 광범위 항생제를 줄이는 것이 가장 효과적인 중재입니다

ICU Doses — Normal Renal Function

약제	용량	비고
Cefazolin	2 g q8h	MSSA 표적 치료
Cefepime	2 g q8h, 3–4시간 주입	항녹농균
Piperacillin-tazobactam	4.5 g q6h 또는 q8h 4시간 주입	혐기성 커버 포함
Meropenem	1–2 g q8h, 3시간 주입	ESBL과 중증
Vancomycin	로딩 20–35 mg/kg 후 AUC 400–600	베이지안 농도감시
Linezolid	600 mg q12h	MRSA 폐렴 대안
Daptomycin	6–10 mg/kg q24h	폐렴에는 사용 불가
Amikacin	15–20 mg/kg q24h	농도 의존, 농도감시
Ciprofloxacin	400 mg q8h	두 번째 그람음성 제제
Metronidazole	500 mg q8h	혐기성 보강
Caspofungin	70 mg 로딩 후 50 mg q24h	칸디다혈증 1차
Ceftazidime-avibactam	2.5 g q8h, 3시간 주입	KPC와 OXA-48
Cefiderocol	2 g q8h, 3시간 주입	MBL과 CRAB 대안

Don't Overcorrect — Load and Monitor

ECMO

Circuit sequestration is greatest for lipophilic, highly protein-bound drugs — voriconazole, posaconazole

Meropenem, pip-tazo, cefepime, vancomycin — minimal sequestration

Recent adult PK data: critical illness itself dominates. Do not multiply doses empirically — use an adequate loading dose and TDM

CRRT

Effluent 20–25 mL/kg/h maintains substantial drug clearance

Requires higher maintenance doses than anuric dosing

Reading CRRT as “renal failure” and under-dosing is the most common error. Depends on modality and residual renal function — follow the local protocol

In special situation

ECMO

회로 흡착은 지질친화성과 단백결합률이 높은 약물에서 큼 — voriconazole, posaconazole 등

meropenem, piperacillin-tazobactam, cefepime, vancomycin은 흡착 자체가 작습니다

최근 성인 자료는 중증질환 자체의 영향이 지배적이라고 봅니다. 임의로 용량을 더하지 말고 충분한 로딩과 농도감시로 접근하십시오

CRRT

배액률 20–25 mL/kg/h에서도 상당한 청소율이 유지됩니다

무뇨증 환자의 표준 용량보다 높은 유지 용량이 필요합니다

신부전으로 간주해서 항생제 감량하는 것이 가장 흔한 오류입니다. 모드와 잔존신기능에 따라 달라지므로 기관 프로토콜을 쓰십시오

MDR infection

병원체	선호 약제	대안
ESBL 생산 장내세균	Carbapenem (비요로 감염)	Cefepime-enmetazobactam
AmpC 과생산균	Cefepime	비 β -lactam 제제
카바페넴 내성 — KPC	Ceftazidime-avibactam 또는 meropenem-vaborbactam	Imipenem-relebactam
카바페넴 내성 — NDM	Aztreonam-avibactam	Cefiderocol, CAZ-AVI + aztreonam
카바페넴 내성 — OXA-48	Ceftazidime-avibactam	Cefiderocol
치료가 어려운 녹농균	폐렴에서 ceftolozane-tazobactam	CAZ-AVI, cefiderocol
카바페넴 내성 Acinetobacter	Sulbactam-durlobactam + carbapenem	Cefiderocol 기반, 고용량 ampicillin-sulbactam
Stenotrophomonas maltophilia	Cefiderocol 단독	Aztreonam-avibactam, TMP-SMX 기반

RESISTANT GRAM-POSITIVES

MRSA & VRE — Narrow Options

상황	1차	주의
MSSA 균혈증	Cefazolin 2 g q8h 또는 nafcillin	Vancomycin을 계속 쓰면 치료 실패가 늘어납니다
MRSA 균혈증	Vancomycin (AUC 400–600) 또는 daptomycin 6–10 mg/kg	추종 배양과 심초음파를 생략하지 않습니다
MRSA 폐렴	Vancomycin 또는 linezolid 600 mg q12h	Daptomycin은 폐 계면활성제에 불활성화되어 사용 불가
인공물질 관련 포도알균 감염	Vancomycin + rifampin (제거가 불가능할 때)	Rifampin 단독 사용 금지, 약물상호작용 확인
Enterococcus (ampicillin 감수성)	Ampicillin	가능하면 vancomycin보다 ampicillin
반코마이신 내성 장알균	Linezolid 600 mg q12h 또는 고용량 daptomycin	Linezolid 장기 사용 시 혈소판 감소를 감시

Switch back to a β -lactam the moment MSSA is confirmed

국내 상황 고려

상황	IDSA 2026 선호	국내 지침 권고	국내 실무 1차
KPC 생산균	CAZ-AVI 또는 MVB	MVB, CAZ-AVI, IMI-REL	Ceftazidime-avibactam
MBL(NDM) 생산균	Aztreonam-avibactam	CAZ-AVI + aztreonam 또는 cefiderocol	CAZ-AVI + aztreonam 또는 cefiderocol
OXA-48 생산균	CAZ-AVI	CAZ-AVI, 대안 cefiderocol	Ceftazidime-avibactam
카바페넴 내성 Acinetobacter	SUL-DUR + carbapenem	별도 국내 지침 없음	고용량 ampicillin-sulbactam 기반 또는 cefiderocol

국내 사용 가능

Ceftazidime-avibactam(Zavicefta) (2024년 2월 급여) · Ceftolozane-tazobactam(Tazobactam) · Cefiderocol(Fetroja) (2025년 2월 허가, 2026년 2월 급여와 출시)

국내 미도입

Sulbactam-durlobactam · Aztreonam-avibactam · Imipenem-relebactam · Meropenem-vaborbactam

48-72 h ANTIBIOTIC TIME-OUT

- 1 지금도 감염이 맞는가?
- 2 배양 결과로 더 좁은 약제로 바꿀 수 있는가?
- 3 Source control은 완성되었는가?
- 4 종료일을 오늘 정해놓을 수 있는가?

SSC 2026은 균종과 감수성이 확인된 환자에서 de-escalation을 강한 권고로 격상했고, 배양이 계속 음성인 경우에도 축소나 중단을 제안합니다.

Duration of therapy

짧게 끝내는 것이 이제 표준이다

상황	기간	근거
수술 후 예방적 항생제	48시간 이내	STS Class IIa / Level B
병원획득 폐렴 · 인공호흡기 관련 폐렴	7일	IDSA/ATS
균혈증 (source control 완료)	7일	BALANCE, NEJM 2025
Source control 완료된 복강내 감염	4일	STOP-IT
도뇨관 관련 요로감염	7일 — 반응이 느리면 10–14일	IDSA
Clostridioides difficile 감염	10일	IDSA/SHEA
S. aureus 균혈증	최소 14일, 합병증 시 4–6주	첫 음성 배양일부터 계산
칸디다혈증	첫 음성 배양 후 14일	IDSA
심부 흉골 상처 감염 · 종격동염	4–6주	6주 초과는 이익 없음
인공판막 심내막염	6주 이상	2023 ESC

Common scenarios

상황	경험적 1차	기간
수술예방적항생제	Cefazolin 2 g, 수술중 3-4시간마다 재투여	48시간 이내 종료
DSWI	Vancomycin + cefepime, 즉시 변연절제	4-6주
VAP , risk factor(-)	Piperacillin-tazobactam 4.5 g q6h	7일
VAP , risk factor(+)	Meropenem + amikacin ± vancomycin	7일
CLABSI	Vancomycin ± cefepime, 카테터 제거	균종별
Intra abdominal infection	Piperacillin-tazobactam, 영상과 개복 판단	source control 후 4일
Aggravation during ECMO	배양 후 vancomycin + 항녹농균 β-lactam	7-14일
Candida with risk factors	Caspofungin 70 mg 로딩 후 50 mg	첫 음성 후 14일

