

講義④

循環作動薬の特徴と適用

— 強心薬・血管収縮薬・血管拡張薬の理解 —



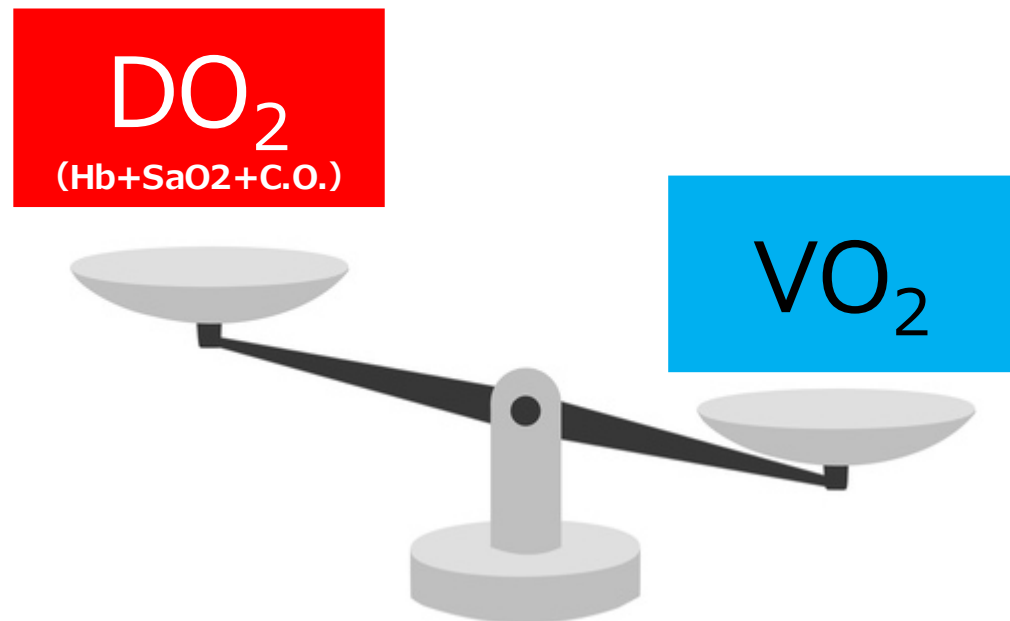
埼玉医科大学国際医療センター
急性・重症患者看護専門看護師

新山 和也

目標

- 循環作動薬の基本的な作用を理解する
- 循環動態から必要な作用を考える
- 患者の状態に応じて循環作動薬を選択できる

循環の安定とは



酸素供給 (DO_2) > 酸素需要 (VO_2)

DO₂ (酸素供給量) は何で決まるか？

酸素供給量 (DO₂) は

SaO₂ と Hb と C.O. で決まる！！
動脈血酸素飽和度 ヘモグロビン濃度 心拍出量

$$DO_2 = 1.34 \times Hb \times SaO_2 \times C.O.$$

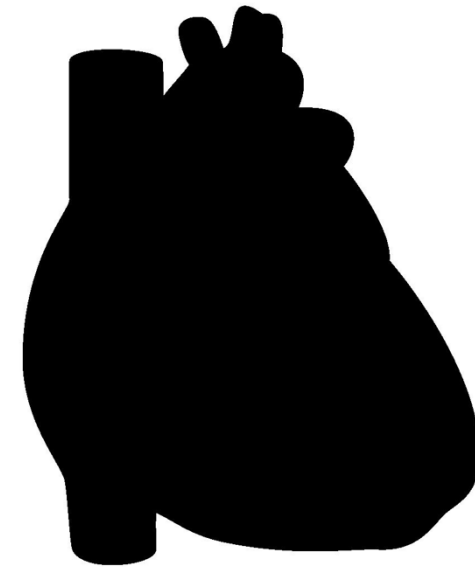
心拍出量 (C.O.) を決める因子

$$\text{C.O.} = \text{一回拍出量 (SV)} \times \text{心拍数 (HR)}$$

心収縮力

前負荷
(静脈還流量)

後負荷
(末梢血管抵抗)



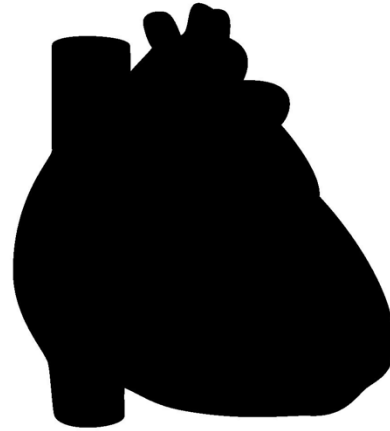
一回拍出量を決めるのは

前負荷



輸液・輸血

心収縮力



強心薬

後負荷

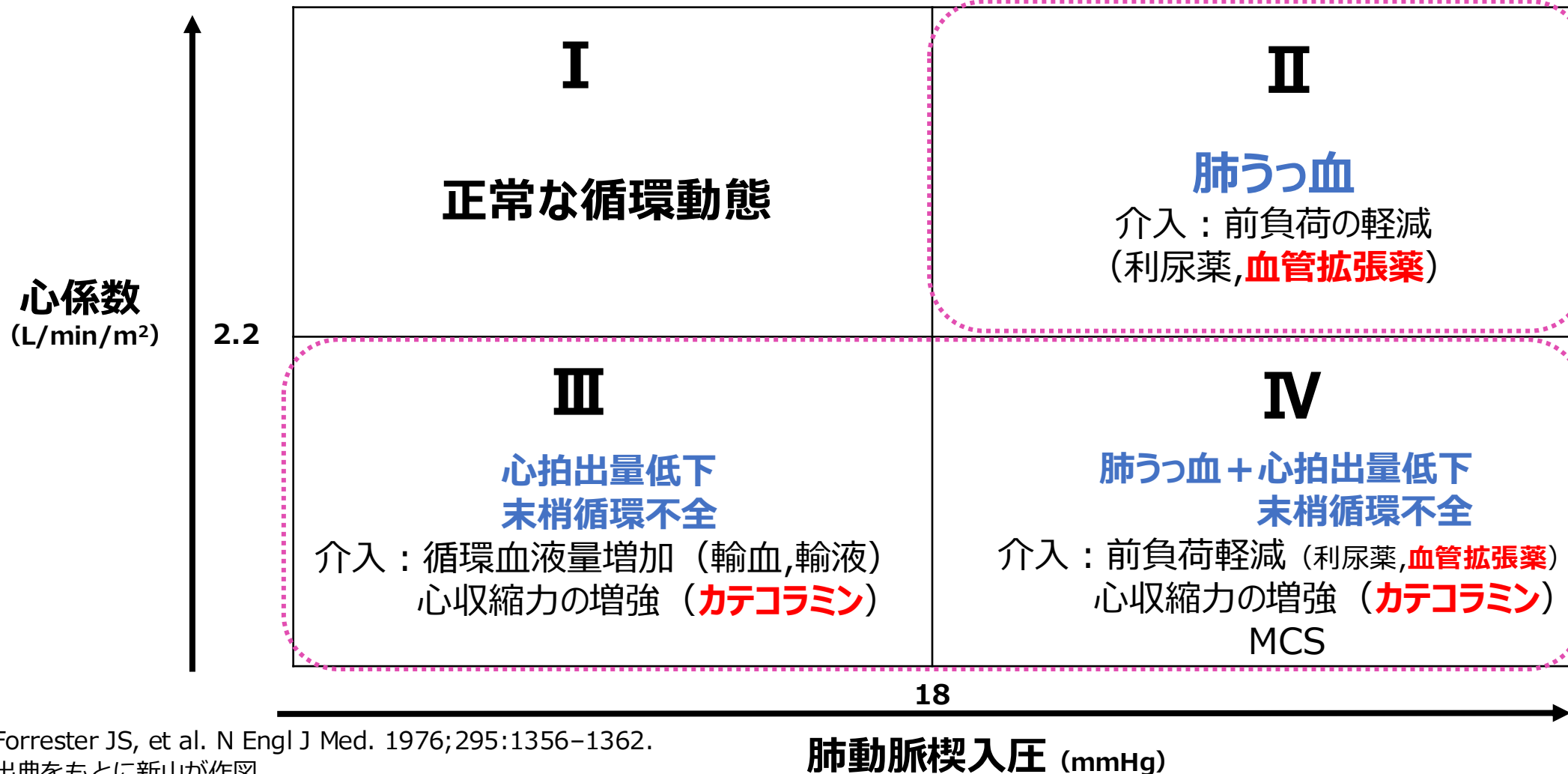


血管収縮・拡張薬

低心拍出量症候群（LOS）

フォレスター分類

- 心拍出量の低下により、全身の臓器血流が不足している状態



循環作動薬

	心収縮	後負荷
血管収縮薬 血管を収縮させ血圧を維持	→ ~ ↑	↑
強心薬 心収縮力を高め、心拍出量を増やす	↑	↓ ~ →
血管拡張薬 血管を拡張させ、心臓の仕事量を減らす	→	↓

↑ : 上昇 ↓ : 低下 → : 変わらない

循環作動薬

	心収縮	後負荷
血管収縮薬 血管を収縮させ血圧を維持	→ ~ ↑	↑
強心薬 心収縮力を高め、心拍出量を増やす	↑	↓ ~ →
血管拡張薬 血管を拡張させ、心臓の仕事量を減らす	→	↓

↑ : 上昇 ↓ : 低下 → : 変わらない

血管収縮薬

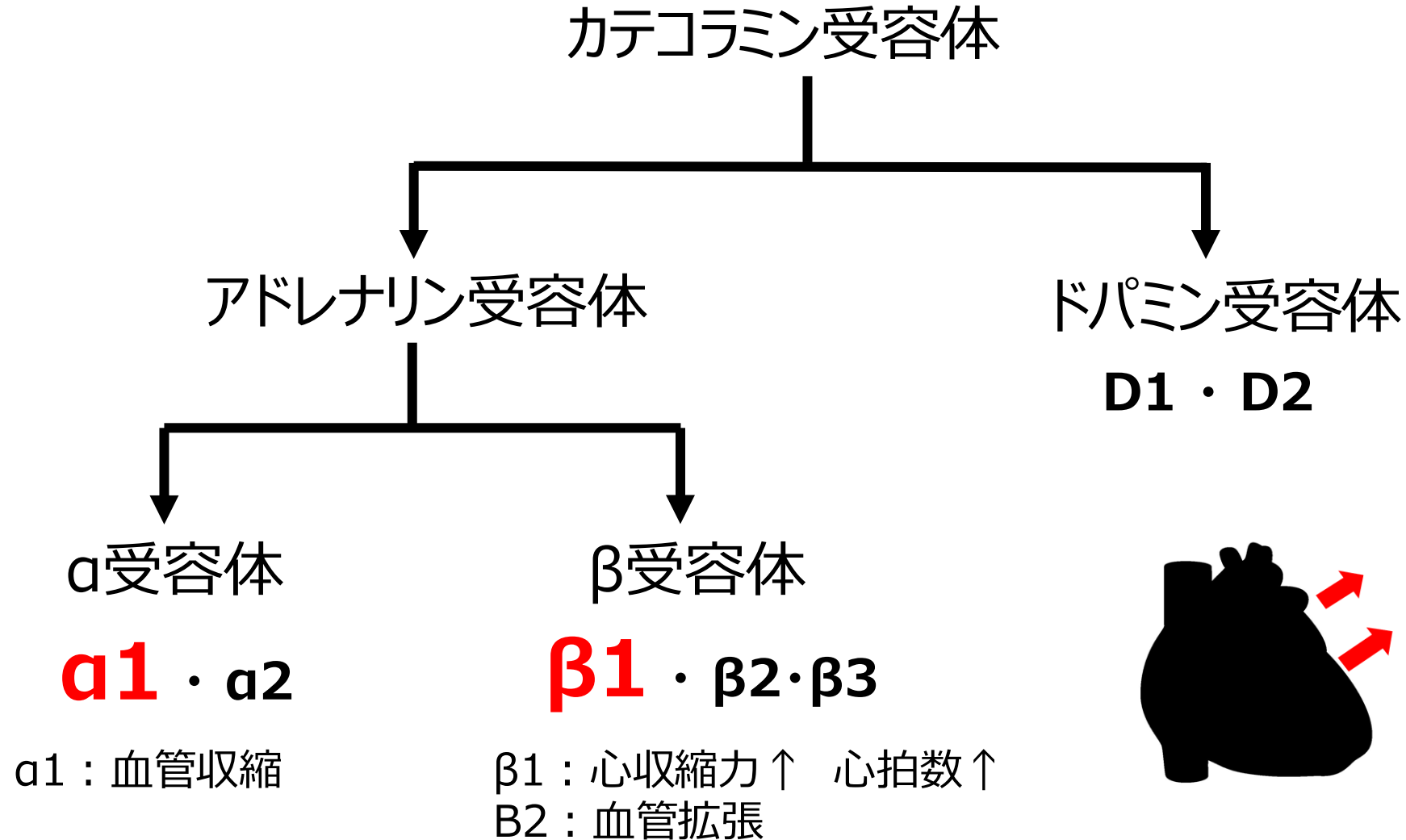
	心収縮	血管収縮
ドパミン	↑ ↑	↑
ノルアドレナリン	↑	↑ ↑
バゾプレシン	→	↑ ↑
アドレナリン	↑ ↑	↑ ↑

↑ : 作用あり ↑ ↑ : 作用が強い
→ : 変わらない

※β1 : 心収縮力

※α1 : 血管収縮
※V1 : 血管収縮

カテコラミン受容体



血管収縮薬

	心収縮	血管収縮
ドパミン	↑ ↑	↑
ノルアドレナリン	↑	↑ ↑
バゾプレシン	→	↑ ↑
アドレナリン	↑ ↑	↑ ↑

↑ : 作用あり ↑ ↑ : 作用が強い
→ : 変わらない

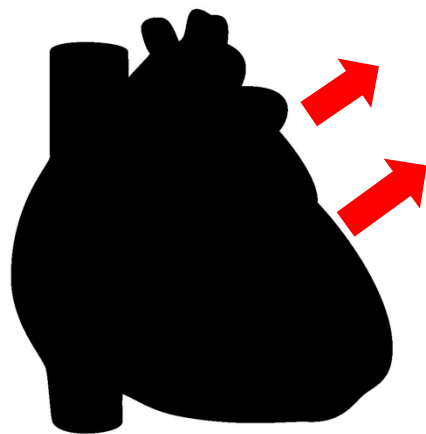
※β1 : 心収縮力

※α1 : 血管収縮
※V1 : 血管収縮

ドパミン (Dopamine)

カテコラミンの一種で用量依存的に受容体を刺激し、心臓・血管に作用

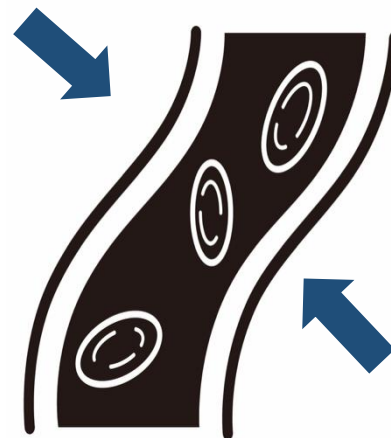
心臓への作用 (β_1 受容体刺激)



↑ 心収縮力の増強
(強心作用)

- ・1回拍出量の増加
- ・心拍出量の増加

血管への作用 (α_1 受容体刺激)



↑ 血管収縮
(血管抵抗の上昇)

- ・末梢血管を収縮
- ・血圧を上昇させる

低用量

用量依存的に作用が変化

高用量

ドパミン (Dopamine)

低用量

用量依存的に作用が変化

高用量

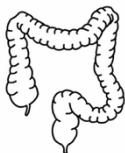
※受容体作用は用量により連続的に変化し、個人差がある

低用量

($\sim 5\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)

主にドパミン受容体 (D1) 刺激

→ 腎・腸・冠血管の血流増加
(血管拡張作用)



中用量

($5\sim 10\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$)

B1受容体刺激が優位

→ 心収縮力増強
心拍出量増加

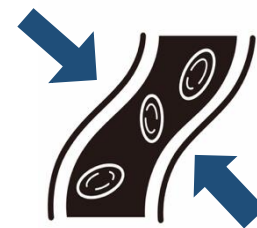


高用量

($10\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}\sim$)

$\alpha 1$ 受容体刺激が優位

→ 血管収縮
血圧上昇



なぜ、現在ドパミンの使用頻度は低下しているのか？・・・

敗血症性ショックでドパミンが使用されなくなった理由

ドパミン

心収縮力 ↑ ↑ 血管収縮 ↑

不整脈が多い (24.1%)

腎血流が増えても
「**腎保護目的**」では**使用しない**

SOAP II trial (NEJM 2010)

ショック患者：1679例
28日死亡率：有意差なし（ドパミンの方が死亡率 ↑ の傾向あり）
不整脈：ドパミン（**24.1%**） vs ノルアド（**12.4%**）

VS

ノルアドレナリン

心収縮力 ↑（軽度） 血管収縮 ↑ ↑

不整脈が少ない (12.4%)

J-SSCG 2024

- ・敗血症性ショックではノルアドレナリンを
第一選択薬として推奨
- ・ドパミンを腎保護目的に使用しないことを推奨

血管収縮薬

	心収縮	血管収縮
ドパミン	↑ ↑	↑
ノルアドレナリン	↑	↑ ↑
バゾプレシン	→	↑ ↑
アドレナリン	↑ ↑	↑ ↑

↑ : 作用あり ↑ ↑ : 作用が強い
→ : 変わらない

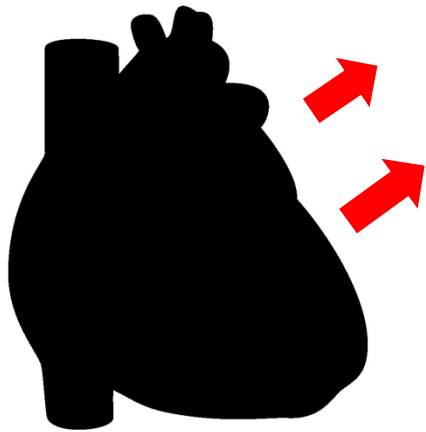
※β1 : 心収縮力

※α1 : 血管収縮
※V1 : 血管収縮

ノルアドレナリン (Norepinephrine)

カテコラミンの一種で α 受容体を強く刺激し、血管を収縮させ血圧を上昇させる
敗血症性ショックの第一選択薬

心臓への作用 (β_1 受容体刺激)

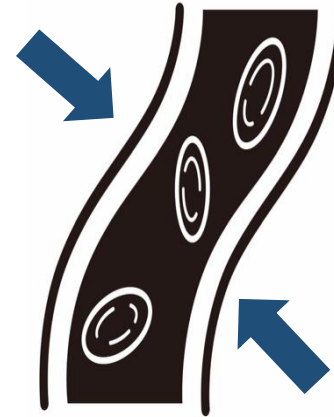


心収縮力の軽度増強

- ・心拍出量の軽度増加
- ・心拍数は軽度増加～不変

β_1 作用は若干あるが
主は血管収縮作用

血管への作用 (α_1 受容体刺激)



強い血管収縮
(血管抵抗の上昇)

- ・動脈、静脈を収縮
- ・末梢血管抵抗 (SVR) の上昇
- ・血圧を上昇させる

α_1 作用が優位で、血圧上昇が主作用

低用量

用量依存的に作用が変化

高用量

血管収縮薬

	心収縮	血管収縮
ドパミン	↑ ↑	↑
ノルアドレナリン	↑	↑ ↑
バゾプレシン	→	↑ ↑
アドレナリン	↑ ↑	↑ ↑

↑ : 作用あり ↑ ↑ : 作用が強い
→ : 変わらない

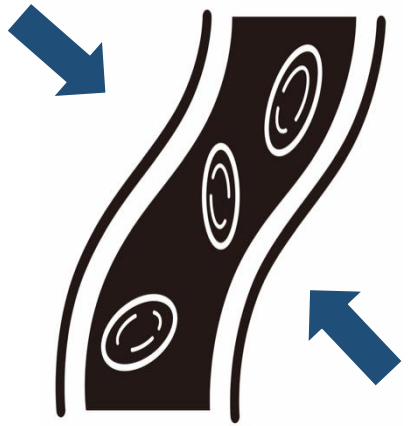
※β1 : 心収縮力

※α1 : 血管収縮
※V1 : 血管収縮

バゾプレシン (Vasopressin)

視床下部で産生され下垂体後葉で分泌されるホルモン。
V1受容体を刺激し、強力な血管収縮作用を示す。

血管への作用 (V1受容体刺激)



強い血管収縮 (血管抵抗の上昇)

- ・動脈、静脈の強力な収縮
- ・末梢血管抵抗 (SVR) の上昇
- ・血圧を上昇させる

直接的に心収縮力の増強作用はなし

投与方法



持続静注

0.01~0.04単位/分
必要に応じて増減

※小用量でも効果を発揮するのが特徴

バゾプレシンの使用場面・副作用

主な使用場面

- ・敗血症性ショック
- ・ノルアドレナリンに反応しない
ショックの補助療法

カテコラミンと異なり、
心拍数や心収縮力を増加させずに
血圧を上昇させることができる

副作用・注意点



末梢虚血
(皮膚壊死、チアノーゼ)



腸管虚血・壊死



高用量・長期間投与では
虚血性合併症に注意する

血管収縮薬

	心収縮	血管収縮
ドパミン	↑ ↑	↑
ノルアドレナリン	↑	↑ ↑
バゾプレシン	→	↑ ↑
アドレナリン	↑ ↑	↑ ↑

↑ : 作用あり ↑ ↑ : 作用が強い

※β1 : 心収縮力

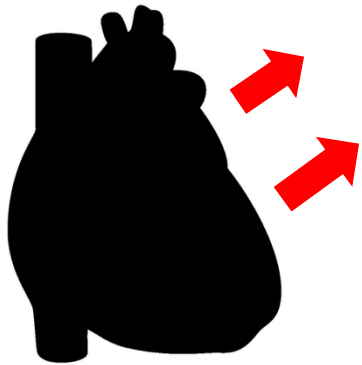
※α1 : 血管収縮

※V1 : 血管収縮

アドレナリン (Adrenaline/Epinephrine)

副腎髄質から分泌されるカテコラミンの一種。
 $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\alpha 1$ 受容体を強く刺激し心収縮力と血圧を上昇させる。

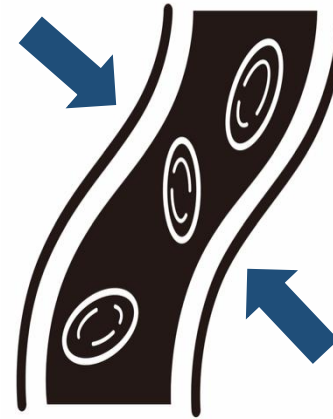
心臓への作用 ($\beta 1$ 受容体刺激)



↑ 強い心収縮力の増強

- ・心拍出量増加
- ・心拍数増加
- ・刺激伝導系の亢進

血管への作用 ($\alpha 1$ 受容体刺激)



↑ 強い血管収縮
(血管抵抗の上昇)

- ・動脈、静脈を収縮
- ・末梢血管抵抗 (SVR) の上昇
- ・血圧上昇

$\beta 2$ 受容体刺激
→ 一部の血管で拡張作用

$\alpha 1$ 作用が優位で、全体として血圧を上昇させる

アドレナリンの投与方法、使用場面・副作用

投与方法



持続静注

0.01～1 μ g/kg/分
で開始し、効果をみて
増減

※ショックの程度に応じて用量を調整

主な使用場面

- ・心原性ショック
- ・心停止時の蘇生
- ・ショック全般
- ・重症気管支喘息

副作用・注意点

- ・頻脈、不整脈、動悸
- ・心筋虚血、狭心症の悪化
- ・四肢冷感、壊死



高用量・長期間投与では
乳酸アシドーシスに注意する

血管収縮薬の使い方（例）

70歳男性

現病：肺炎による**敗血症性ショック**

初期輸液：1,500ml施行後も

ABP 78/42mmHg、mBP 54mmHg、HR 115/min。

乳酸値：6.5mmol/L、尿量低下、四肢は温かい。

心エコー：LVEF 60%、明らかな右心不全なし。



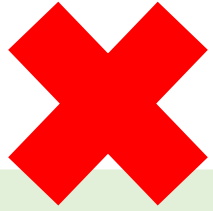
ドパミン

ノルアドレナリン

バゾプレシン

アドレナリン

血管収縮薬の使い方（例）



ドパミン

ノルアドレナリン

バゾプレシン

アドレナリン

使用しない

- ・死亡率の改善なし
- ・不整脈と頻脈のリスク
- ・腎血流を改善しない

血管収縮薬の使い方（例）

第一選択薬

ノルアドレナリン

バゾプレシン

アドレナリン

まずノルアドレナリンから開始

初期投与量：0.05～0.1 μ g/kg/min

目標：mBP 65mmHgを目安に増減

※2026SSC：65歳以上では60～65mmHg以上も考慮

血管収縮薬の使い方（例）

ノルアドレナリン中等量でもMAPが保てない場合

ノルアドレナリン

併用



バゾプレシン

アドレナリン



投与量：0.25～
0.5 μ g/kg/min前後



投与量：0.01～0.04単位/min

血管収縮薬の使い方（例）

ノルアドレナリン+バゾプレシン追加でもMAPが保てない場合



投与量：0.25～
0.5 μ g/kg/min前後

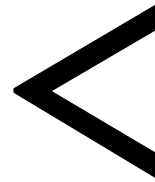
投与量：0.01～0.04単位/min

投与量：0.01～0.05 μ g/kg/min
から開始

血管収縮薬の使い方（例）

不整脈や頻脈、右心機能が悪い場合

ノルアドレナリン



バゾプレシン

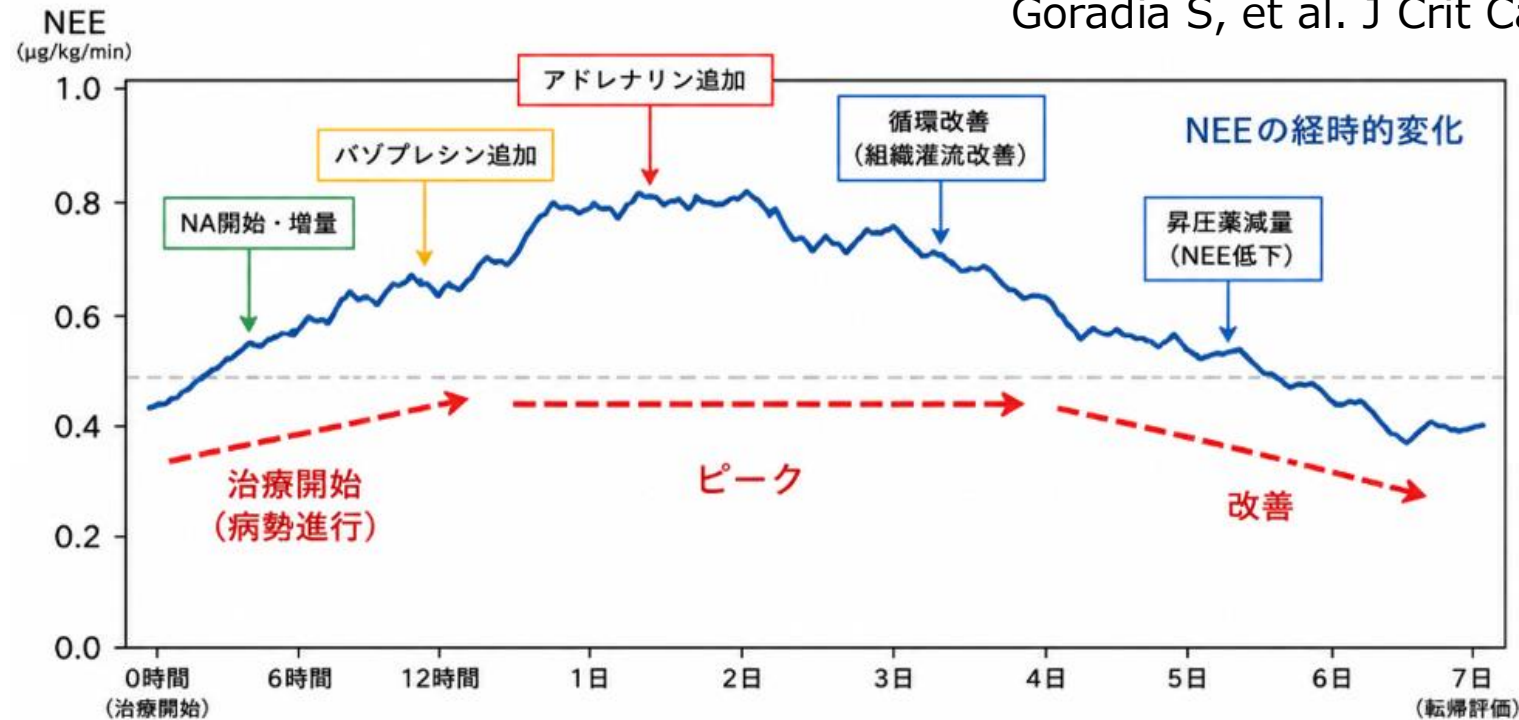
β作用がない
肺血管への影響が比較的小さい

ノルエピネフリン換算量 (NEE : Norepinephrine Equivalent)

複数の昇圧薬をNA相当量に換算し、昇圧薬全体の強度を表す

$$\text{NEE} \doteq \text{NA} + \text{Adrenaline} + 2.5 \times \text{Vasopressin}$$

Goradia S, et al. J Crit Care. 2021;61:233–240.



NEEのイメージを生成AIで作図

循環作動薬

	心収縮	後負荷
血管収縮薬 血管を収縮させ血圧を維持	→ ~ ↑	↑
強心薬 心収縮力を高め、心拍出量を増やす	↑	↓ ~ →
血管拡張薬 血管を拡張させ、心臓の仕事量を減らす	→	↓

↑ : 上昇 ↓ : 低下 → : 変わらない

強心薬

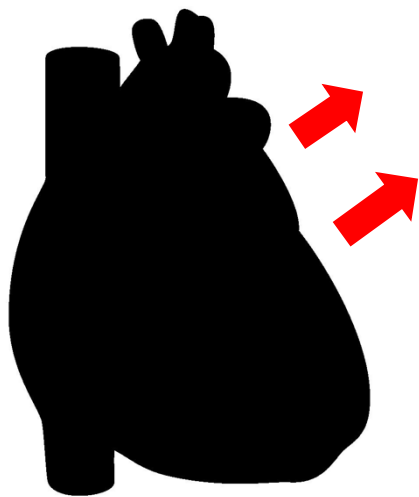
	心収縮	後負荷
ドブタミン	↑ ↑	↓
ミルリノン	↑	↓ ↓

↑ ↓ : 作用あり ↑ ↑ / ↓ ↓ : 作用が強い

ドブタミン (Dobutamine)

β 1 受容体を主に刺激するカテコラミン。
β1作用により心収縮力を増強し、心拍出量を増加させる

心臓への作用 (β1受容体刺激)



強い心収縮力の増強

- ・1回拍出量の増加
- ・心拍出量増加
- ・心係数増加

B2作用により
末梢血管拡張 → 後負荷軽減

投与方法



持続静注
2.5～20μg/kg/分

※ショックの程度に応じて用量を調整

主な使用場面

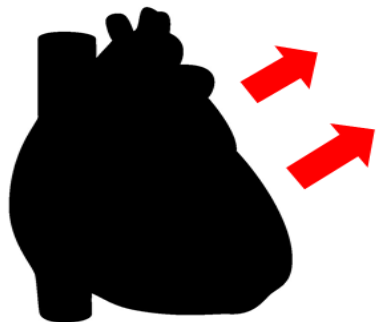
- ・心原性ショック
- ・急性心不全
- ・LOSの改善

ミルリノン (Milrinone)

ホスホジエステラーゼⅢ (PDE3) 阻害薬

cAMPの分解を抑制し、細胞内cAMP濃度を上昇させることで、心筋収縮力を増強し、血管を拡張させる

心臓への作用 (cAMP増加)



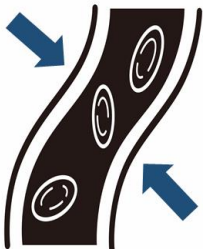
心収縮力の増強

(正の変力作用)

- ・1回拍出量の増加
- ・心拍出量増加
- ・肺動脈楔入圧 (PCWP) の低下

頻脈をきたしにくい

血管への作用 (cAMP増加)



血管拡張作用

(前負荷・後負荷の軽減)

- ・全身血管抵抗 (SVR) の低下
- ・肺血管抵抗 (PVR) の低下
- ・肺動脈圧の低下

投与方法



持続静注

0.25~0.75 μ g/kg/分

※腎機能に応じて減量

主な使用場面

- ・低心拍出症候群
(開心術後、心不全など)
- ・肺高血圧を伴う右心不全
- ・重症心不全の急性増悪

ドブタミンとミルリノン 使い分け（例）

ドブタミン	ミルリノン
血圧が低い	B遮断薬を使用している
素早く調整したい	肺高血圧・右心不全
腎機能低下がある	頻脈をできるだけ避けたい
β 1刺激による強心作用を期待	SVR/PVR低下も期待

強心薬の使い方（例）

70歳男性

現病：急性心不全でICU入室

ABP 105/68mmHg、mBP 80mmHg、HR 108/min。

尿量低下、四肢冷感あり

乳酸値：4.5mmol/L、ScvO₂ 52%。

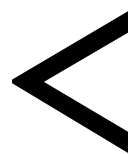
心エコー：LVEF 25%、低心拍出を示唆。

輸液反応性なし β遮断薬を内服中。

追加情報：腎機能正常、肺高血圧あり



ドブタミン



ミルリノン

強心薬の使い方（例）

70歳男性

現病：急性心不全でICU入室

ABP **82/50**mmHg、mBP 61mmHg、HR 108/min。

尿量低下、四肢冷感あり

乳酸値：4.5mmol/L、ScvO₂ 52%。

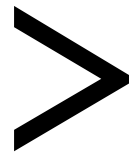
心エコー：LVEF 25%、低心拍出を示唆。

輸液反応性なし β遮断薬を内服中。

追加情報：腎機能低下あり



ドブタミン



ミルリノン

循環作動薬

	心収縮	後負荷
血管収縮薬 血管を収縮させ血圧を維持	→ ~ ↑	↑
強心薬 心収縮力を高め、心拍出量を増やす	↑	↓ ~ →
血管拡張薬 血管を拡張させ、心臓の仕事量を減らす	→	↓

↑ : 上昇 ↓ : 低下 → : 変わらない

血管拡張薬

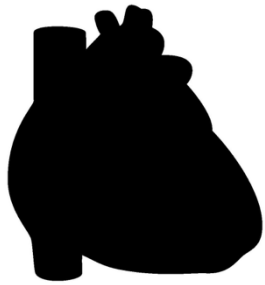
	前負荷	後負荷
ニトログリセリン（硝酸薬）	↓ ↓	↓
ニカルジピン（Ca拮抗薬）	→	↓ ↓

↓：低下 ↓ ↓：低下が強い →：作用は小さい

ニトログリセリン (Nitroglycerin)

有機硝酸薬。主に静脈を拡張し、前負荷を低下させる。
用量を増やすと動脈にも作用し、後負荷も低下させる。心筋酸素需要を減少させる。

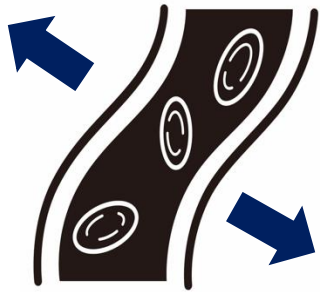
心臓への作用 (主に静脈拡張)



前負荷の低下

- ・静脈還流の減少
- ・肺動脈楔入圧 (PCWP) の低下
- ・肺うっ血の改善
- ・壁張力、心筋酸素需要の低下

血管への作用 (用量依存性)



低用量 (静脈優位)

- ・静脈拡張 → 前負荷 ↓ ↓
- ・肺うっ血の改善

高用量 (動脈にも作用)

- ・動脈拡張 → 後負荷 ↓
- ・冠動脈拡張
- ・心筋虚血の改善

投与方法



持続静注

5~200 μ g/分

※通常10~50 μ g/分から開始。効果をみて調整する。

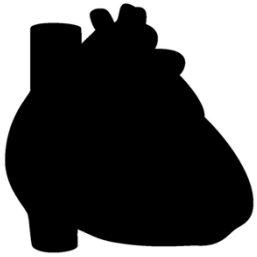
主な使用場面

- ・急性心不全 (肺うっ血)
- ・高血圧緊急症
- ・急性冠症候群
- ・心臓周術期の高血圧、
前負荷管理

ニカルジピン (Nicardipine)

カルシウム拮抗薬。主に動脈を拡張し、後負荷を低下させる。
腎血流を保ちつつ降圧できることが特徴で、急性期の高血圧管理に広く用いられる。

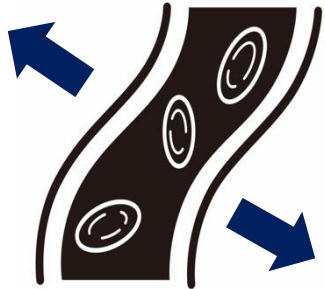
心臓への作用 (間接的な効果)



後負荷の低下

- ・動脈拡張による全身血管抵抗の低下
- ・心筋の仕事量の減少
- ・酸素需要の低下

血管への作用 (選択的な動脈拡張)



選択的な動脈拡張

- ・末梢動脈の拡張 → 後負荷 ↓
- ・冠動脈、脳動脈の拡張
- ・腎動脈を拡張し、腎血流を維持

静脈拡張作用は乏しく、
前負荷への影響は少ない

投与方法



持続静注

0.5～4.0mg/時

※通常0.5mg/時から開始し、
血圧をみて0.5mg/ずつ増減する。

主な使用場面

- ・高血圧緊急症
- ・脳出血、くも膜下出血の血圧管理
- ・大動脈解離の急性期降圧療法
- ・心臓術後の血圧管理
- ・冠動脈疾患患者の周術期血圧管理

ニトログリセリンとニカルジピン 使い分け（例）

ニトログリセリン	ニカルジピン
肺うっ血が強い	血圧が高い
前負荷を下げたい	後負荷を下げたい
PCWP・静脈圧を下げたい	末梢血管抵抗（SVR）が高い
心筋虚血を伴う場合にも有用	血圧コントロールが主な目的

血管拡張薬の使い方（例）

70歳男性

現病：急性心不全でICU入室

ABP 175/95mmHg、HR 105/min、SpO2 89%。

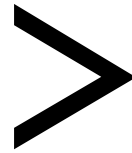
呼吸数 30/min、起坐呼吸、両側湿性ラ音あり

胸部x-ray：肺うっ血

心エコー：LVEF 40%、PCWP：24mmHg。



ニトログリセリン



ニカルジピン

まとめ

- 循環管理のゴールは、酸素需要 (VO_2) に見合った酸素供給 (DO_2) を維持することである
- 循環動態の「どこ」に問題があるかを考えることが大切
- 必要な作用から循環作動薬を選択する

参考文献

- PMDA電子添文：ドパミン、ノルアドレナリン、バゾプレシン、アドレナリン、ドブタミン、ミルリノン、ニトログリセリン、ニカルジピン
- 日本循環器学会／日本心不全学会合同．2025年改訂版 心不全診療ガイドライン．2025．
- 日本集中治療医学会・日本救急医学会．日本版敗血症診療ガイドライン2024（J-SSCG 2024）．
- Singer M, et al. *Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2026*. Intensive Care Med. 2026.
- De Backer D, et al. Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med*. 2010;362:779–789.
- Forrester JS, et al. *N Engl J Med*. 1976;295:1356–1362.
- Goradia S, et al. *J Crit Care*. 2021;61:233–240.
- Jentzer JC, et al. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*. 2015;20:249–260.