

細胞外液補充液の使い分け

生食 vs リンゲル液を徹底比較

「とりあえず生食」から卒業する

医知創造ラボ

本日の学習目標

1

組成の違いを
説明できる

生食・乳酸RL・酢酸RL・
重炭酸RLの特徴

2

エビデンスに基づき
使い分けられる

SMART/BaSICS/PLUS
疾患別の選択

3

Fluid
Stewardship
を実践できる

種類・量・速度・
タイミングの管理

体液分布の基礎 — 60-40-20の法則

体液 = 体重の約 60%

細胞内液(ICF)

体重の約 40%(体液の 2/3)

主要電解質:K⁺、リン酸

細胞外液 (ECF)

体重の約 20%
(体液の 1/3)

間質液 15%(3/4)

血漿 5%(1/4)

輸液はどこに分布する？ — 1/4ルール

細胞外液補充液

1,000 mL 投与



血管内に約 250 mL
(投与量の 1/4)

残り 750 mL は間質へ

5% ブドウ糖液

1,000 mL 投与



血管内に約 83 mL
(投与量の 1/12)

全体液に拡散

出血性ショックで「出血量の3倍の晶質液」と言われる根拠がここにある

細胞外液補充液の種類

生理食塩水(0.9% NaCl)

Na⁺ と Cl⁻ のみ。緩衝剤なし

バランス液(リンゲル液)

血漿に近い電解質組成 + 緩衝剤

乳酸リンゲル液

ラクテック
ソルラクト

肝臓で代謝
使用実績が最も豊富

酢酸リンゲル液

ヴィーンF
ソルアセトF

全身組織で代謝
肝不全でも使用可

重炭酸リンゲル液

ビカネイト

代謝不要で直接緩衝
最も「生理的」

組成比較表 — 生食の「非生理性」に注目

項目	血漿	生食	乳酸RL	酢酸RL	重炭酸RL
Na ⁺	140	154	130	130	130
K ⁺	4.5	0	4	4	4
Ca ²⁺	5	0	3	3	3
Cl ⁻	100	154	109	109	109
緩衝剤	HCO ₃ ⁻ 24	なし	乳酸 28	酢酸 28	HCO ₃ ⁻ 28
浸透圧	285	308	273	280	285
pH	7.4	5.5	6.5	6.7	7.4

生食の Cl⁻ = 154 は血漿(100)より約 50% 高い → 大量投与で高 Cl 性アシドーシス

生食の大量投与で何が起こるか？

生食を大量投与

血中 Cl^- 濃度が上昇

SID(Strong Ion Difference)が低下

代謝性アシドーシス

腎臓への影響

Cl^- 上昇



TGF 活性化



輸入細動脈 収縮



GFR 低下 → AKI ↑

SMART 試験(2018) — 最初の大規模試験

単施設・クラスターランダム化(Vanderbilt ICU) **N = 15,802**

バランス液群

MAKE30

14.3%

生食群

MAKE30

15.4%

P = 0.04 バランス液が有意に優位

BaSICS・PLUS — 全体集団では有意差なし

BaSICS (2021)

75施設 N = 11,052

90日死亡率

26.4% vs 27.2%

P = 0.47

PLUS (2022)

53施設 二重盲検 N = 5,037

90日死亡率

21.8% vs 22.0%

P = 0.90

BEST-Living IPD メタアナリシス(2023)

6 RCT・34,685 名 → 有益性の事後確率 89.5%(有意差なし)

サブグループでは明確な違いあり → 次スライド

バランス液が有利な病態

敗血症

BEST-Living: 有益性の事後確率 89.5%
SSC 2021: バランス液を弱く推奨

DKA

RINSE-DKA: HAGMA 解消が有意に早い
(adjusted HR 1.325, $P < 0.001$)

急性膵炎

乳酸リンゲル液で中等度～重度への
進展リスク低下傾向

生食を選ぶべき病態

外傷性脳損傷(TBI)

BEST-Living: harm 確率 **97.5%**

乳酸 RL 浸透圧 273 mOsm/L → 低張 → 脳浮腫悪化リスク

ESICM 2024: TBI には生食を条件付きで推奨

高カリウム血症

バランス液は K^+ 4 mEq/L を含有 → 重度高 $K(> 6.0)$ では避ける
生食は K^+ を含まないため第一選択

緩衝剤の違い — 乳酸 vs 酢酸 vs 重炭酸

乳酸

ラクテック等

代謝	肝臓
速度	中等度
利点	使用実績が最も豊富
注意	肝不全時に注意

酢酸

ヴィーンF等

代謝	全身の組織
速度	やや速い
利点	肝不全でも使用可
注意	急速投与で低血圧

重炭酸

ビカネイト

代謝	不要(直接緩衝)
速度	即時
利点	最も生理的
注意	隔壁バッグが必要

メタアナリシスでは酢酸 RL と乳酸 RL の間で死亡率・AKI に有意差なし

肝不全時、乳酸リンゲル液は本当にダメ？

輸液由来の乳酸

28 mEq/L

(乳酸 RL 1L あたり)

VS

内因性の乳酸産生

**1,000~1,500
mEq/時**

(体内で毎時産生)

臨床的に問題になることは稀。輸液由来の乳酸はごくわずか不安なら → 酢酸 RL or 重炭酸 RL に切り替え

疾患別選択 — 出血性ショック

第一選択: バランス液(細胞外液補充液)

出血量 × 3 の晶質液が目安(1/4 ルール)

⚠ Damage Control Resuscitation

- ・大量晶質液 → 希釈性凝固障害・間質浮腫のリスク
- ・晶質液を控えめにし 早期に輸血へ移行
- ・推定 1,500 mL 以上の出血では MTP 発動を検討

疾患別選択 — 敗血症

SSC 2021: バランス液を弱く推奨

初期蘇生: 30 mL/kg 以内(最初の 3 時間)

輸液反応性の評価(PLR・SVV)に基づき追加

早期のノルアドレナリン併用が推奨傾向

アルブミンは大量晶質液投与後に考慮

疾患別選択 — DKA

第一選択: バランス液(乳酸リンゲル液)

生食よりも病態生理学的に合理的

RINSE-DKA

HAGMA 解消
HR 1.325
(95%CI 1.121-1.566)
P < 0.001

なぜ生食は不利？

生食 大量投与
↓
高Cl性 非AG アシドーシス
↓
ケトアシドーシスの
解消を遅延

疾患別選択 — 周術期管理

Restrictive

制限的

術後浮腫 ↓
肺合併症 ↓

腎灌流低下
AKI

Liberal

開放的

循環動態安定

術後浮腫 ↑
肺水腫

GDFT

個別化

過不足なく
最適化

機器・技術
が必要

現在のコンセンサス → GDFT(SVV・PPV で個別化)

細胞外液補充液 vs 維持液

項目	細胞外液補充液	維持液(3号液)
目的	蘇生・補充	水・電解質の維持
Na ⁺	130~154(等張)	35~50(低張)
ブドウ糖	なし	あり(2.5~5%)
適応	ショック・出血・術中	絶食時維持
代表製品	生食・ラクテック・ヴィーンF	ソリタT3・フィジオ35

迷ったらまず細胞外液補充液。維持液の急速投与は低 Na 血症リスク

晶質液 vs 膠質液

晶質液

初期蘇生の
第一選択

血管内に 1/4
大量投与で間質浮腫

アルブミン

肝硬変の蘇生
大量晶質液後

ESICM: 肝硬変で
条件付き推奨

HES

推奨されない

AKI↑ 死亡率↑
EMA 使用停止勧告
SSC 強い推奨で非推奨

Fluid Stewardship — ROSE model



ESICM 2024-2025: 選択・量・除去の 3 部構成ガイドライン

輸液オーダー時の 4 つの問い

1

この輸液は本当に必要か？

経口摂取で代替できないか

2

どの種類が最適か？

病態に応じた選択

3

どのくらいの量が必要か？

過不足なく

4

いつ中止すべきか？

漫然投与を避ける

まとめ — 輸液選択の判断フレームワーク

1

目的の明確化

蘇生・補充 → 細胞外液補充液
維持 → 維持液

2

種類の選択

一般 → バランス液が第一選択
TBI・高K → 生食

3

量と速度

蘇生: ボーラス + 輸液反応性評価
安定後: 維持量へ移行

4

再評価と中止

「この輸液はまだ必要か？」
漫然投与を避ける

ご視聴ありがとうございました

医知創造ラボ

1. Semler MW, et al. SMART Trial. NEJM 2018;378:829-839.
2. Self WH, et al. SALT-ED. NEJM 2018;378:819-828.
3. Zampieri FG, et al. BaSICS Trial. JAMA 2021;326:818-829.
4. Finfer S, et al. PLUS Trial. NEJM 2022;386:815-826.
5. Zampieri FG, et al. BEST-Living IPD MA. Lancet Respir Med 2023.
6. Evans L, et al. SSC Guidelines 2021. Crit Care Med 2021.
7. Zampieri FG, et al. ESICM Fluid GL Part 1. ICM 2024.
8. Malbrain MLNG, et al. Fluid Stewardship. Ann Intensive Care 2023.
9. RINSE-DKA. Pharmacotherapy 2024.