

4

その他の電解質輸液製剤 (10% NaCl, 重炭酸Na, K製剤, P製剤, 微量元素など)

1 基本のキ—何が違うのか？

- 本項では「メイン」の輸液製剤(維持液やリンゲル液, 高カロリー輸液などの500mL以上の製剤)以外の電解質輸液製剤について述べる。これらは、「メイン」の輸液製剤のみでは電解質の調整が難しい場合に用いられる。
- 急激な電解質の変化を避けるため, 一部の例外を除いて単独で使うことはなく, 「メイン」に追加・混注して使用する。特にカリウム(K)製剤の単独投与は急激な血中K濃度の上昇をきたし, 重篤な不整脈を惹起するため禁忌となっている。
- 以下, 各組成の製品の電解質含有量やその使い方, 注意点などについて述べる。また, 微量元素製剤についても解説する。

2 主な製剤と特徴

- 主な製剤としてナトリウム(Na)製剤, K製剤, カルシウム(Ca)製剤, リン(P)製剤, アルカリ化剤などがある。
- わが国で一般的に用いられている製剤を表1に示す。

3 使いどころ(用途)は？

①ナトリウム(Na)製剤

はじめどき

- Naが欠乏し, 補充が必要なときに使用する。

かえどき・やめどき

- うっ血性心不全など体液貯留が悪化する場合や高Na血症, 高クロール(Cl)血症が出現する際に中止する。

表1 主な輸液製剤一覧

分類	主な製品名	一般名	電解質 (mEq/mL)		用量 (mL)
Na製剤	塩化ナトリウム® 注10%	塩化ナトリウム	Na 1.7	Cl 1.7	20
	塩化Na補正液® 1mEq/mL	塩化ナトリウム	Na 1.0	Cl 1.0	20
K製剤	KCL補正液® 1mEq/mL	塩化カリウム	K 1.0	Cl 1.0	20
	アスパラ®カリウム 注10mEq	L-アスパラギン酸 カリウム	K 1.0	L-アスパラギン酸 1.0	10
Ca製剤	カルチコール® 注8.5%	グルコン酸 カルシウム水和物	Ca 0.39	グルコン酸 0.39	5, 10
	塩化Ca補正液® 1mEq/mL	塩化カルシウム水和物	Ca 1.0	Cl 1.0	20
P製剤	リン酸2カリウム® 注20mEqキット	リン酸二カリウム	K 1.0	P 1.0 (mmol/mL)	20
	リン酸Na補正液® 0.5mmol/mL	リン酸水素ナトリウム水 和物/リン酸二水素ナトリ ウム水和物	Na 0.75	P 0.5 (mmol/mL)	20
アルカリ化剤	メイロン®静注7%	炭酸水素ナトリウム	Na 0.833	HCO ₃ 0.833	20, 250
	メイロン®静注8.4%	炭酸水素ナトリウム	Na 1.0	HCO ₃ 1.0	20, 250
微量元素製剤	エレメンミック®注		Fe 35, Mn 1, Zn 60, Cu 5, I (ヨウ素) 1 (単位は すべてμmol/管)		2

(2020年9月現在の薬価収載品目をもとに作成)

注意・禁忌

- Na負荷となり、高Na血症や体液貯留の原因となるため、腎機能、心機能に応じて用量を調整する必要がある。
- 大量投与時には浮腫、うっ血性心不全が現れることがある。

典型的使用シーン

症例

- 精神疾患の既往のある30歳代男性。水を大量に飲水後に意識障害、痙攣で救急外来受診。来院時 JCS III-200。血清Na 118mEq/L。水中毒による重症低Na血症と診断した。

【処方内容】

- 3%食塩水 150mL 20分で投与

▶ ポイント解説

- 重篤な神経症状を伴う重症低Na血症であり、急速補正によって症状改善をめざす必要がある。欧州のガイドラインでは、急速補正には3%食塩水を20分で投与し、血清Na値を再確認することが推奨されている¹⁾。わが国では3%食塩水製剤は存在しないため、0.9%生理食塩液400mL (500mLボトルから100mL抜く) に10%NaCl 20mLを6A混注して3%食塩水520mLを作成するとよい。

② カリウム (K) 製剤

はじめどき

- Kが欠乏し、経口摂取が困難な患者で使用する。経口摂取が可能な場合は経口投与を優先する。

かえどき・やめどき

- 高K血症や乏尿となったときに減量・中止する。

注意・禁忌

- K製剤の単独静注は心室頻拍、心停止などの致死性不整脈を発症する可能性があるため禁忌であり、必ず他の輸液製剤に希釈して用いる。
- 高K血症の誘発を防ぐため、①単独投与はしない、②投与速度20mEq/時以下、③投与濃度40mEq/L以下、④投与量100mEq/日以下の投与条件を満たすように調整する。
- また、腎不全患者では製剤によっては禁忌とされており、K補充は腎臓専門医と相談することが望ましい。

典型的使用シーン

症例

- 複数回の腹部手術歴のある60歳代男性。頻回の嘔吐で受診し、癒着性イレウスの診断で入院。K 2.8mEq/Lで代謝性アルカローシスを合併している。腎障害はなく、頻脈。

【処方内容】

- 生理食塩液500mLに対してKCL補正液1A(20mEq/20mL)を混注 6時間で投与

▶ ポイント解説

- 嘔吐・イレウスで脱水、低K血症、代謝性アルカローシスを呈している。絶食のため注射製剤を使用する。以上から、生理食塩液に投与濃度上限までKを混注して細胞外液とKを補充する。

③ カルシウム (Ca) 製剤

はじめどき

- Ca補充が必要で経口での摂取が困難なときに投与する。カルチコールは心電図変化を伴う高K血症に対して、心筋細胞の膜電位安定化の目的で緩徐に静注することもある。

かえどき・やめどき

- Caが過剰となったときや腎機能が悪化したときに減量・中止する。

注意・禁忌

- 強心配糖体(ジギタリス製剤など)の投与中の患者は、Caが同薬の作用を増強させ、心停止を引き起こすことがあり、禁忌である。そのほか腎結石、重篤な腎不全の患者には禁忌となる。

- 活性化ビタミンD製剤を服用中は、高Ca血症をきたしやすく注意が必要である。また、重曹、クエン酸、リン酸、シュウ酸などが含まれる輸液製剤では沈殿するため配合しない。

典型的使用シーン

症例

- 70歳代男性。数日前から尿量が減っていたことを自覚していた。全身倦怠感が強く救急外来受診。K 7.0mEq/L, Cr 7.0mg/dL, 脈拍30/分, 心電図でテント状T波を認める。

【処方内容】

- カルチコール®注 1A (10mL) 10分で緩徐に静注

▶ ポイント解説

- 腎不全で高K血症を呈した症例である。心停止や致死性不整脈に直結する状態であり、カルチコール®を静注する。重篤な腎不全を合併しているため投与後のCaの経時的な観察が必要である。効果発現は数分で持続は30~60分程度であり、効果不十分な場合は10~20分後に再投与を検討する。

④ リン(P)製剤

はじめどき

- Pが欠乏し、経口摂取ができない場合や、症候性で著明な低P血症をきたしているときに使用する。

かえどき・やめどき

- リン過剰となったときに減量・中止する。

注意・禁忌

- 急速投与により、高P血症、低Ca血症、臓器へのリン酸カルシウム沈着などが発現する恐れがあり、緩徐に投与する。
- リン酸二カリウム製剤は、高K血症誘発を防ぐため、投与速度や濃度、量に注意する。また、CaイオンやMgイオンと沈殿を生じうるため、それらを含む輸液製剤との配合は原則行わない。特にアミノ酸製剤は一部の例外を除いてCa、Pを含んだものが多く、配合する際には注意が必要である。

典型的使用シーン

症例

- るい瘦の強い30歳代男性。うつ病で食思不振・強い倦怠感のため入院。中心静脈栄養開始後1週間後に意識障害、痙攣発作が出現した。血清Pは入院時3.0mg/dLから1.0mg/dLまで低下していた。

【処方内容】

- 生理食塩液 100mL+リン酸Na補正液®1A (10mmol) 2時間で投与 1日1~4回

とが勧められている。目の前の重症患者がそのような呼吸をしているか確かめてほしい。

CO変化を見るもの

① 輸液チャレンジ

- 輸液チャレンジは輸液反応性を見るためのgold standardとも呼ぶべき検査で、250～500mLの細胞外液製剤をボラス投与し、COが10～15%以上上昇した場合に「輸液反応性あり」と評価する。

② PLR (受動的下肢挙上) テスト

- 輸液チャレンジの欠点は、実際に輸液をしないと結果がわからないことである。
- 疑似的に輸液負荷を再現するのが受動的下肢挙上 (passive leg raising ; PLR) テストである。45° ヘッドアップした状態からベッドのリクライニング機能を用いて下肢を45° 挙上させ、COの変化を見る。この場合も、1分以内にCOが10～15%以上上昇すれば「輸液反応性あり」と評価する。
- CO変化を見るものは、PPV, SVV, IVCなど呼吸性変動を見るもののように測定に伴う制約は少ない。COは、FloTrac®などのAライン圧波形からCOを解析するデバイスやClearSight®などの非侵襲的デバイス、心エコーなどを用いて測定する必要がある。
- 輸液チャレンジの輸液反応性の指標として、血圧変化や脈拍数の変化でなく、COが勧められている。血圧変化は感度が低いためである。感度が低いことに注意すれば、CO測定が難しい場合には血圧変化を参考にしてもよいだろう。
- これらの輸液反応性指標は、単独の指標を用いないよう気をつける。測定には制約も多くエラーはつきものであり、単独指標に引っ張られると判断ミスを犯す可能性が高いからである。いくつかの指標を組み合わせ、総合的に判断を下すことが重要である。

◎

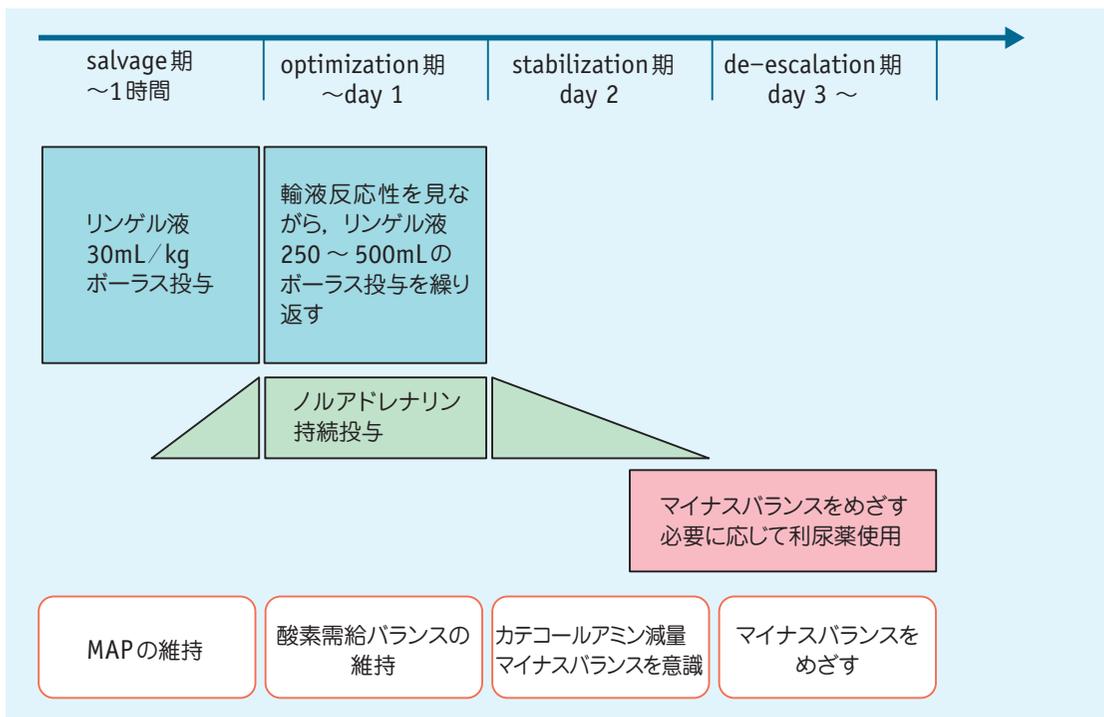
- 輸液はCOを増やすことが目的であるが、**図3**のFrank-Starling曲線の頂点を常にめざすわけではない。輸液必要性を満たせば十分であり、それ以上の過剰輸液は害をきたす恐れがある。
- 「適切な輸液量」とはFrank-Starling曲線上の点ではなく、輸液必要性を満たすCOを維持し、過剰輸液による害を起こさない範囲で示されるものである。

2 | 輸液が必要となるシーンベスト3

① 敗血症

症例

- 糖尿病の既往のあるADL自立した75歳女性。数日前から倦怠感を自覚。朝から発熱あり、立てなくなり意識混濁してきたため救急要請。来院時、脈拍120/分、血圧75/30 (45) mmHg、呼吸数28回/分、体温39.5℃であった。



まず考えるべきこと (病態の把握など)

- 敗血症性ショックを疑ったら、感染源検索を行い、まず血液培養などの各種培養を採取し、抗菌薬投与を行う。1時間以内に30mL/kg程度の細胞外液製剤を投与し、MAP > 65mmHgを維持できない場合はノルアドレナリンの持続投与を開始する。同時に、エコーで心原性ショック、閉塞性ショックを除外しておく。
- 乳酸値を測定し2mmol/L以上であった場合は必ずフォローを行う。
- 難治性のショックで、代謝性アシドーシスの進行がある場合や意識障害がある場合などは気管内挿管を行う。

やっておくべきこと (検査・処置など)

- 血圧モニタリングと血液ガスフォローのためのAライン、カテコールアミン投与ルートとしてCVCを挿入する。Aラインは、圧波形解析から持続的にCOをモニタリングするFloTrac®などを考慮してもよい。CVCから血液ガスを測定し、ScvO₂を測定することも考慮する。

輸液処方:何をどれくらいどの速さで

- salvage期ではMAPの維持を目標とする。その後、optimization期では輸液を維持量まで減量することをめざす。
- 血圧、尿量、mottled skin、CRT、乳酸値、ScvO₂などから輸液必要性があると判断したら、輸液反応性の評価を行う。IVC呼吸性変動やPLRなど複数の動的指標を組み合わせ評価し、輸液反応性があると判断した場合に細胞外液製剤のボラス投与を適宜追加する。

- 数時間～日の単位で循環が安定してくればボース投与の必要性はなくなり、カテコールアミンは減量できるようになる (stabilization期)。その後、マイナスバランスをめざし、尿量が確保できない場合は利尿薬の追加も考慮する (de-escalation期)。

これだけは忘れるな！(禁忌・副作用など)

- 過剰輸液は害である。ただし、初期に十分な輸液も重要であることを忘れてはならない。過剰輸液により肺水腫をきたすが、血管透過性が亢進した状態では非心原性肺水腫もきたしうるため呼吸状態をモニタリングする。

② 急性呼吸促迫症候群 (ARDS)

症例

- 腹部手術歴のある65歳男性。癒着性イレウスで入院中に大量嘔吐あり。その後、RR 32回/分、SpO₂ 88% (酸素10L/分投与下)、脈拍120/分、血圧80/40 (53) mmHgとなった。胸部X線では両肺野にびまん性浸潤影を認めた。

まず考えるべきこと (病態の把握など) / やっておくべきこと (検査・処置など)

- 誤嚥性肺炎による敗血症性ショックを疑うケースである。
- 行うべきことは、敗血症時と同様である。たとえ急性呼吸促迫症候群 (acute respiratory distress syndrome; ARDS) をきたしていたとしても循環動態が不安定な salvage期はショックの治療を優先する。

輸液処方: 何をどれくらいどの速さで

- Starlingの法則によると、血管内から間質に水が漏れやすくなるのは、血管透過性亢進、膠質浸透圧低下、静水圧上昇のときである。
- 静水圧上昇による肺水腫を「心原性肺水腫」と呼ぶ。血管透過性亢進による肺水腫は非心原性肺水腫であり、ARDSという症候群に分類される。
- 心原性肺水腫のときには水を引き、静水圧を下げる管理を行う。ARDSのときにも、静水圧は低いに越したことはない。静水圧を下げると間質に水が漏れにくくなることは同様である。
- ただし、血行動態が不安定な salvage期は適切な輸液負荷が必要である。血行動態安定後は、よりドライサイドの管理を意識することがポイントである。

これだけは忘れるな！(禁忌・副作用など)

- ARDSでも、初期蘇生では輸液が必要である。
- ただし、いつも以上に輸液を最小限にし、可能な限り早くドライサイドの管理を心がける必要がある。

③ 急性膵炎

症例

- 40歳男性。総胆管結石に対し内視鏡的逆行性胆管膵管造影 (ERCP) 施行翌日に心窩部痛、背部痛あり。造影CTで重症膵炎と診断。気管内挿管後、大量輸液、昇圧薬投与を行って血圧は安定したものの、翌日になっても乳酸値上昇を認めている。

まず考えるべきこと (病態の把握など)

- 急性膵炎や外傷、熱傷、腹部大動脈瘤破裂などのケースでは、大量輸液に伴い腹腔内圧が上昇することがある。腹腔内圧上昇により、腹腔内臓器灌流が低下し腎不全や腸管虚血をきたしたり、換気障害による呼吸不全を呈したりすることがある。この病態を腹部コンパートメント症候群 (abdominal compartment syndrome; ACS) と呼ぶ。

やっておくべきこと (検査・処置など)

- 腹腔内圧 (IAP) は膀胱留置カテーテルで測定が可能である。IAP > 12mmHg を腹腔内高血圧 (IAH) と呼び、IAP > 20mmHg で新規の臓器障害を伴うと ACS と呼ぶ。

輸液処方: 何をどれくらいどの速さで

- ACS 時の輸液管理では、可能な限り輸液量を減らし、必要時は晶質液でなくアルブミン製剤を選択する。

3 輸液が必要となるその他のシーン (特殊な状況)

① 慢性心不全患者の敗血症

- 慢性心不全患者では拡張障害を伴うことが多く、左室前負荷増加に伴い左室拡張末期圧が上昇しやすい。左室拡張末期圧の上昇は肺の静水圧を上昇させ、肺水腫をきたしやすい。
- ただし、慢性心不全患者においても salvage 期の輸液負荷は必要である。肺水腫の出現に注意しながら輸液量を最小限とし、循環安定後は早めにドライサイドの管理を心がける。

② 肝硬変患者の特発性細菌性腹膜炎 (SBP)

- 肝硬変患者の特発性細菌性腹膜炎 (spontaneous bacterial peritonitis; SBP) は、アルブミン製剤使用が推奨されている数少ない病態である。
- 特に腎障害を伴う SBP では、診断後6時間以内に 1.5g/kg、第3病日の 1g/kg のアルブミン投与を考慮する。

③ 頭部外傷

- 頭部外傷ではアルブミン製剤による予後悪化が大規模研究で示されており²⁾、避けるべきである。