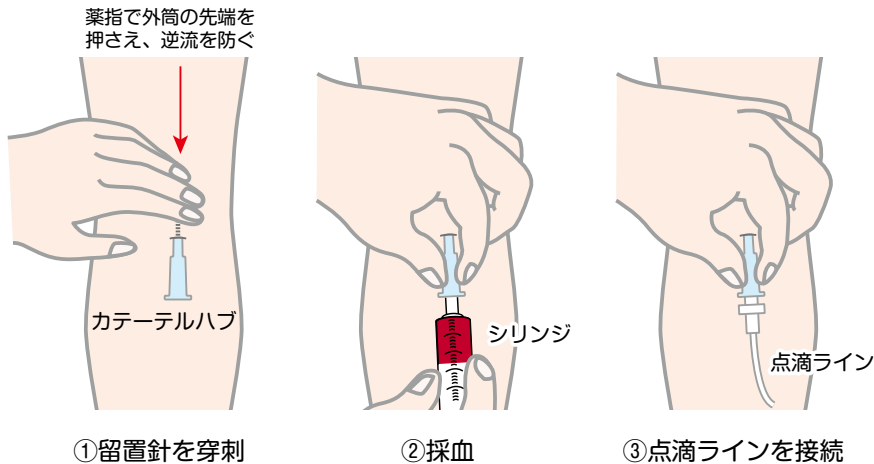


## 2.10 ライン確保と採血

採血とライン確保を同時に行う場合、どのように行うかご存知でしょうか？

片方の腕で採血を行い、もう片方の腕でライン確保を行うのはイメージしやすいと思います。実際にそうすることもありますが、この方法だと2カ所に針を刺すことになります。患者にとっては痛いし、医療従事者にとっては手間がかかります。また、ライン確保できる静脈が1つ無くなってしまいます。

実臨床（特に救急外来）では、1つの血管で採血とライン確保を同時に行うことが多いです。次のように行います。



### ①留置針を血管に留置

まずは留置針を腕の静脈に留置します。

### ②留置針から採血

シリンジを留置針に接続し血液を吸引します。

### ③留置針に輸液製剤をつなぐ

必要量の血液を採取後、留置針からシリンジを外し輸液製剤をつなぎます。

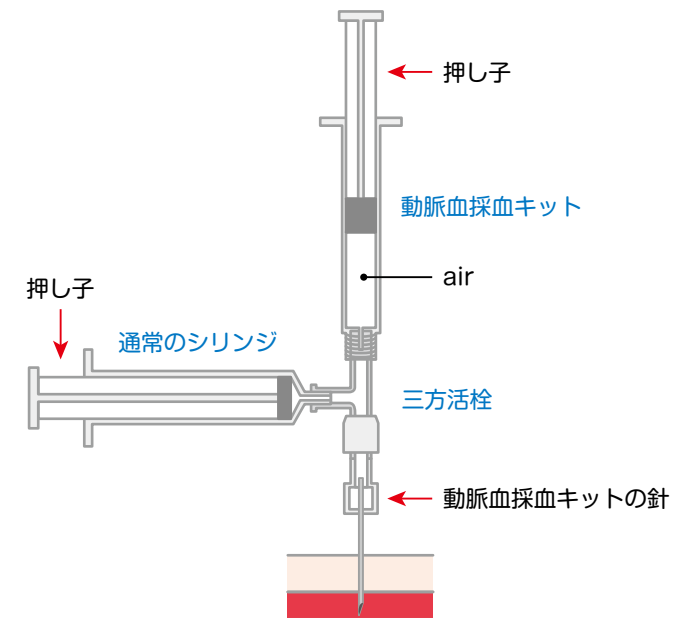
## 2.11 血液ガス分析と通常採血

血液ガス分析用の採血と通常採血を行う場合は、どのようにすればよいでしょうか？ 大腿動脈から血液ガス分析用の採血を行い、腕の静脈から通常の採血を行う方法がありますが、2カ所の血管に穿刺するので患者にとっては痛いし、医療従事者にとっては手間がかかります。また、ライン確保できる静脈が1つ無くなってしまいます。

よって、大腿動脈からまとめて採血することが多いです。**動脈穿刺**は医師しかしてはいけないので、研修医がよく行う手技の1つになります。準備の仕方から覚えておきましょう。

### 物品の準備

**動脈血採血キット**と通常のシリンジ、三方活栓を準備します。動脈血採血キットに元から接続されてある針を一度外します。動脈血採血キットの押し子を引いて1.5mL程 air を入れ、下図のように組み立てます（通常のシリンジには air を入れません）。三方活栓のコックを回し、血液が動脈血採血キットに流れるようにしておきます。これで準備完了です。



第3章 輸液製剤の組成と体内分布

# 3.6 5%ブドウ糖液

ここまでの説明で、細胞外液を補充する輸液製剤について理解できたと思います。次に、細胞内に水を補充するにはどのような組成の輸液製剤がよいか考えてみましょう。

		血漿 (mEq/L)	間質液 (mEq/L)	細胞内液 (mEq/L)
陽イオン	Na <sup>+</sup>	140	145.3	13
	K <sup>+</sup>	4.5	4.7	140
	Ca <sup>2+</sup>	5.0	2.8	1×10 <sup>-7</sup>
	Mg <sup>2+</sup>	1.7	1.0	7.0
陰イオン	Cl <sup>-</sup>	104	14.7	3
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	24	6.5	10
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	1.2	—
	リン酸	2	2.3	107
	蛋白	14	9	40
	有機酸	5	5.6	—

細胞内液の組成をみると、K<sup>+</sup> 140mEq/L 程度を含む輸液製剤がよさそうですが、これを投与してはいけません。K<sup>+</sup>が高い液体を投与すると致死性不整脈(心室細動、心室頻拍)をきたしてしまいます。

細胞内に水を補充するには、5%ブドウ糖液を使用します。その理由は後で詳しく解説しますが、ここでは5%ブドウ糖液について3つの重要なポイントを理解しましょう。

## 1) 単位

ブドウ糖は溶解後に電離しないので、単位は mEq/L ではなく % を使います。

## 2) 浸透圧

浸透圧は血漿比で1です。つまり、0.9%食塩水(生理食塩液)と5%ブドウ糖液は同じ浸透圧になります。

## 3) 代謝

体内に投与された後、ブドウ糖は代謝され、無くなります(水と二酸化炭素になる)。生食との大きな違いであり、体内動態を考える上で非常に重要です。



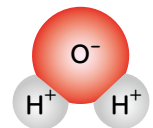
### コラム ゴプロ

臨床で「ゴプロ」という言葉を聞くことがあります。ゴは数字の5、プロはドイツ語の Prozent (プロツェント) の略で % のことです。ブドウ糖はドイツ語で Zucker (ツッカ)、英語で Glucose (グルコース) なので、5%ブドウ糖液を「ゴプロツッカ」もしくは「ゴプログル」と言う人もいます。

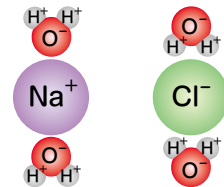
### 補足 溶解と電離の違い

ブドウ糖は電離しないので単位が % と説明しました。しかし水に溶解はしています。電離と溶解はどう違うのでしょうか？

物質が水に溶解する(溶ける)とは、物質の周りに水が結合することです。水(H<sub>2</sub>O)はHとOからなり、Hはプラスに、Oはマイナスに帯電しています。Hは他の物質のマイナスに帯電している部分と、Oは他の物質のプラスに帯電している部分と結合します。

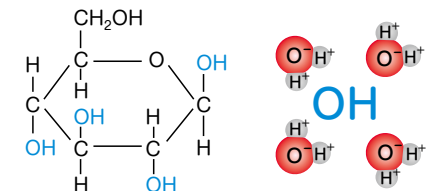


NaCl を考えてみましょう。Na はプラスに、Cl はマイナスに帯電しています。Na は水の O と、Cl は水の H と結合するので、NaCl は水に溶解します。その後、NaCl は Na<sup>+</sup> と Cl<sup>-</sup> とに分かれます。これが電離です。



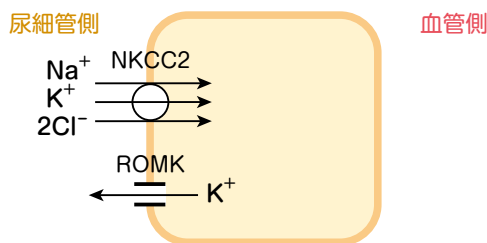
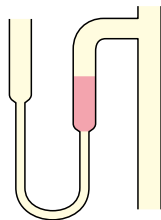
次にブドウ糖を考えてみます。ブドウ糖には OH 基が存在し、O はマイナスに、H はプラスに帯電しています。

OH 基の O は水の H と、OH 基の H は水の O と結合するのでブドウ糖は水に溶解します。この後、ブドウ糖が2つに分かれることはありません。つまり電離はしません。



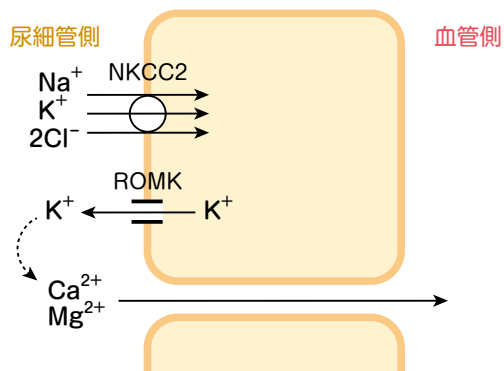
## 6.6 ヘンレループの太い上行脚

ヘンレループの太い上行脚の上皮細胞は、尿細管側に  $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{2Cl}^-$  cotransporter (NKCC2) というトランスポーターがあり、尿細管側の  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $2\text{Cl}^-$  を再吸収します。再吸収された  $\text{K}^+$  の90%は renal outer medullary potassium channel (ROMK) という  $\text{K}^+$  チャンネルを通して尿細管側へ排出されます。

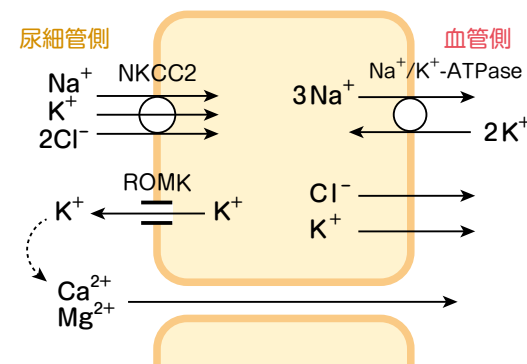


NKCC2 で  $\text{K}^+$  を再吸収し ROMK で  $\text{K}^+$  を排泄するのは、一見すると意味がないことのように思えますが、重要な役割があります。NKCC2 は  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  を再吸収するときに同時に2個の  $\text{Cl}^-$  を再吸収するので、尿細管側の陽イオンと陰イオンの比率は変わりません。

一方、ROMK は陽イオンの  $\text{K}^+$  のみを排泄するので、尿細管側の陽イオンの比率が増加します。その結果、同じ陽イオンである  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  は尿細管側に存在しづらくなり、上皮細胞間を通して血管側へ移動します。つまり ROMK からの  $\text{K}^+$  排泄は、 $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  の再吸収に役立っています。



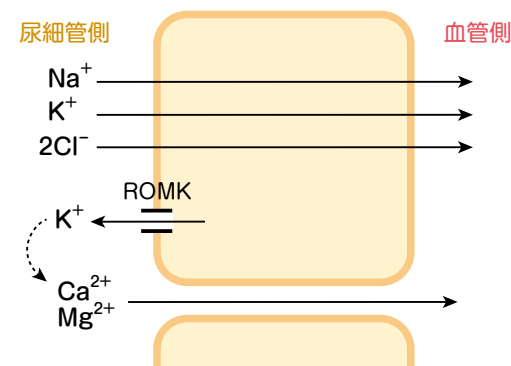
NKCC2 で再吸収された  $\text{K}^+$  の残りは、血管側の  $\text{K}^+$  チャンネルを介して血管側へ移動します。血管側には  $\text{Na}^+/\text{K}^+ \text{-ATPase}$  があり、上皮細胞内の  $\text{Na}^+$  が血管側に、血管側の  $\text{K}^+$  が上皮細胞内に移動します。あちこちで  $\text{K}^+$  の移動がありややこしいのですが、上皮細胞全体としては  $\text{K}^+$  を再吸収していることになります。また、NKCC2 で上皮細胞内に再吸収された  $\text{Cl}^-$  は、 $\text{Cl}^-$  チャンネルを介して血管側に移動します。



水の再吸収は起こらないので、原尿の浸透圧は低下します。

### 最終的に覚えること

色々な物質の移動がありました、覚えるのはこれだけです。



- $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $2\text{Cl}^-$  を再吸収する。
- $\text{K}^+$  を ROMK から排泄し  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{Mg}^{2+}$  を再吸収 (上皮細胞全体としては  $\text{K}^+$  を再吸収) する。
- 水は再吸収しない。

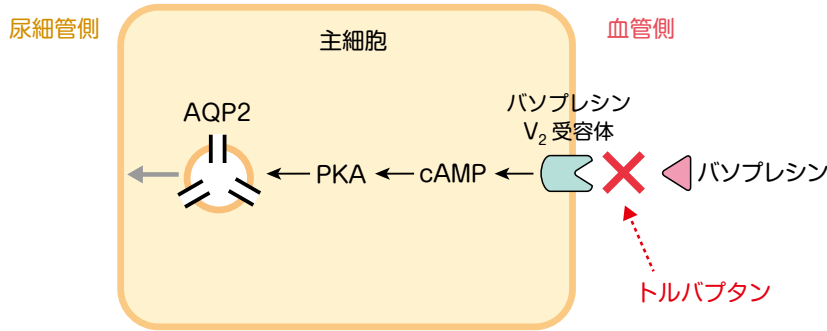
$\text{K}^+$  チャンネルの ROMK は、覚えておくと今後の学習に役立ちます。

集合管に作用する抑制薬

ホルモンの作用を理解したところで、次は抑制薬について説明します。基本的にホルモンと逆の作用をもたらします。

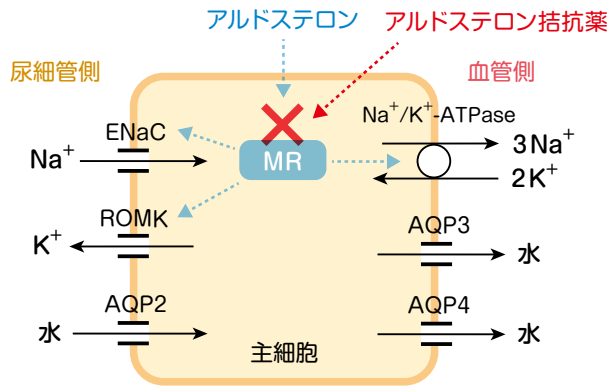
トルバプタン

バソプレシン V<sub>2</sub> 受容体を阻害するのが**トルバプタン**です(商品名の**サムスカ**<sup>®</sup>の方が有名かもしれません)。主細胞内から尿細管側へ移動する AQP2 が少なくなり、尿細管側から血管側へ移動する水の量が減ります。結果、浸透圧の低い尿が多量に排泄されます。



アルドステロン拮抗薬

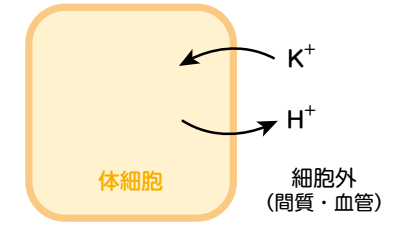
MR を抑制するのが**アルドステロン拮抗薬 (MR 拮抗薬)**です。主細胞の ENaC、ROMK、Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase を抑制します。



ENaC の機能が低下するので Na<sup>+</sup> の再吸収が低下し、体内の Na<sup>+</sup> 量が減少します。Na<sup>+</sup> の再吸収が低下すると水の再吸収も低下するので、必ずしも低 Na 血症にはなりません。細胞外液量が少なくなるので血圧が下がります。

ROMK の機能が低下するので K<sup>+</sup> 排泄が低下し、主細胞内の K<sup>+</sup> が上昇します。Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase の作用も低下するので、血管側から主細胞内に移動する K<sup>+</sup> が低下し、高 K 血症をきたします。

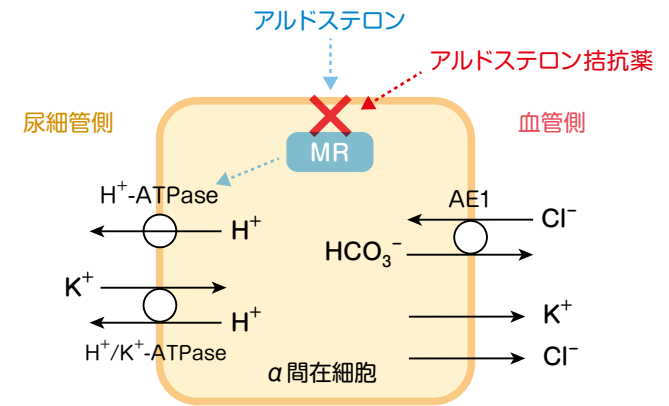
高 K 血症のときは、細胞外の K<sup>+</sup> が(主細胞以外の)体細胞内に移動し、体細胞内の H<sup>+</sup> が細胞外に移動するので代謝性アシドーシスをきたします。



アルドステロン拮抗薬は α 間在細胞の H<sup>+</sup>-ATPase の機能も抑制します。尿細管側へ排泄される H<sup>+</sup> が低下するので、α 間在細胞内の H<sup>+</sup> が多くなります。その結果、α 間在細胞内で



の反応が低下し HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の産生が低下します。AE1 を介して血管側へ移動する HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の量が減るので、血液の HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> が低下します。



血液では以下の平衡が成り立っています。



血液の HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> が低下すると反応が右に進み、H<sup>+</sup> が多くなるのでアシドーシスになります。呼吸とは関係がないので**代謝性アシドーシス**です。アルドステロン拮抗薬はこの機序と先ほどの高 K 血症の 2 つの機序で代謝性アシドーシスをきたします。

※ 酸塩基平衡は第 7 章で詳しく説明します。

## 8.2 低 Na 血症 ( $\text{Na} \leq 134 \text{ mEq/L}$ )

(基準範囲 135 ~ 145 mEq/L)

### ① 初めの 10 分ですること

#### 補正 Na の計算

高血糖、高中性脂肪血症、高蛋白血症がある場合は補正 Na を計算します。

高血糖：  $\text{補正 Na} = \text{血清 Na} + 2 \times (\text{血糖} - 100) / 100$

高中性脂肪血症：  $\text{補正 Na} = \text{血清 Na} + (\text{中性脂肪} - 100) / 460$

高蛋白血症：  $\text{補正 Na} = \text{血清 Na} + 1.2 \times (\text{蛋白} - 7)$

※ Na : mEq/L、血糖 : mg/dL、中性脂肪 : mg/dL、蛋白 : g/dL

※ 以後、高血糖、高中性脂肪血症、高蛋白血症がある場合は血清 Na を補正 Na におきかえてください。

#### 治療

血清 Na 125 mEq/L 未満でかつ重症な症状（意識障害、痙攣、嘔吐など）がある場合は、速やかに **3% 食塩水** での治療が必要です。上記以外の場合は 3% 食塩水は投与せず、原因を考えます。

3% 食塩水は製剤として存在しないので、自分で作製します。500 mL の生食から 100 mL 捨て、10% 食塩水を 120 mL 加えます。輸液ポンプを用いて、**30 mL / 時** で開始してください。この時点で代謝・内分泌科にコンサルトするのがよいです。



#### 検査

**血液検査**：ルーチン検査 (p.26)、浸透圧、ADH、ACTH、コルチゾール、TSH、FT4、レニン活性、アルドステロン、BNP

**尿検査**：定性、Na、K、Cr、浸透圧、NAG、 $\beta_2$  ミクログロブリン

※ 上記で不足している分を追加オーダーしてください。

### ② 基本的な考え方

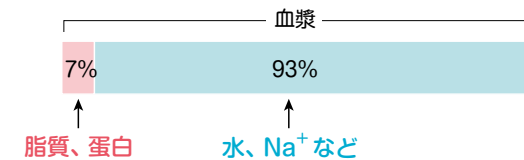
低 Na 血症はなぜ悪いのでしょうか。本当に悪いのでしょうか。次の 3 つの場面を通して考えてみましょう。

- ① 血糖正常かつ蛋白 / 脂質高値
- ② 血糖高値かつ蛋白 / 脂質正常
- ③ 血糖正常かつ蛋白 / 脂質正常

#### ① 血糖正常かつ蛋白 / 脂質高値

血漿は 93% が水、7% が脂質（中性脂肪、コレステロール）と蛋白です。Na<sup>+</sup> は血漿中の水に溶けていて、濃度は 150 mEq/L です。

通常の生化学検査では水、脂質、蛋白が混ざった状態で測定するので、Na<sup>+</sup> 濃度が薄まり 140 mEq/L と測定されます（通常の検査では血漿ではなく血清 Na として測定します）。



このことから、脂質や蛋白が多くなれば多くなるほど通常の血液検査で Na（血清 Na）は低く測定されることが分かります。しかし、血漿の水に溶けている Na<sup>+</sup> 濃度が低くなっているわけではありません。これを **偽性低 Na 血症** と言います。浸透圧は血漿の水に溶けている物質の濃度で決まるので、血漿浸透圧は基準範囲 (275 ~ 290 mOsm/kg) のままであり、細胞内外で水の移動は起こりません。

※ 第 3 章、第 4 章で学んだように、細胞内外の水の移動は正確には張度で決定されます。しかし、通常の血液検査では張度ではなく浸透圧を測定するので、低 Na 血症の分類は浸透圧で行うのが一般的です。浸透圧と張度の違いは尿素の有無ですが、低 Na 血症を考えたときに尿素は重要ではないので、浸透圧と張度はほぼ同義と考えてください。

#### ② 血糖高値かつ蛋白 / 脂質正常

次は高血糖の場合を考えてみましょう。糖は間質にも血液とほぼ同じ濃度で存在します。血糖は浸透圧を形成する物質であるので、高血糖のときは間質の浸透圧が高くなり、細胞から間質・血管へ水が移動し、細胞は小さくなります。細胞から移動した水で間質・血管の Na<sup>+</sup> は薄まり、低 Na 血症になります。血糖が

## 8.3 高K血症 ( $K \geq 5.1 \text{ mEq/L}$ ) (基準範囲 3.6 ~ 5.0 mEq/L)

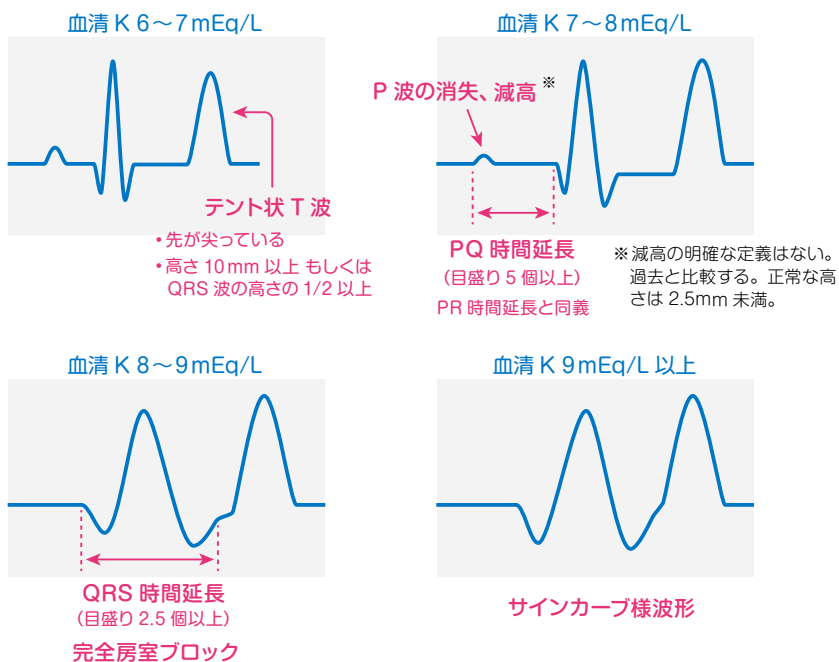
### ① 初めの10分ですること

#### 心電図

特に血清K 6.0mEq/L以上では不整脈が起こる可能性があります。まずはモニター心電図を装着し、12誘導心電図を施行します。

以下の場合には**致死性不整脈**（心室細動、心室頻拍）を引き起こす可能性があり、すぐに治療が必要です。どちらでもない場合は、すぐに治療は行わず、原因を考えます。

- 血清K 7.0mEq/L以上（心電図変化がなくても）
- 血清K 6.0mEq/L台で心電図変化がある



※ 血清Kと心電図変化は個人差があるので、必ずしも上図のようになるわけではありません。

初期治療 ①から順に行います。

#### ① ライン確保

ライン確保していない場合は、**10%ブドウ糖液**でライン確保してください。投与速度は**50mL/時**です。他の輸液製剤でライン確保してある場合は、そのまま継続してください。

#### ② カルチコール

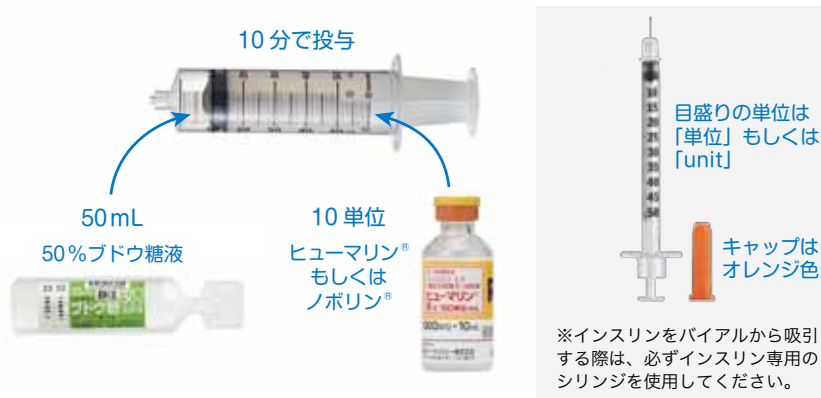
**カルチコール<sup>®</sup> 10mL**を側管から**3~5分**で静注します。血清Kを低下させる作用はありませんが、致死性不整脈を起こしにくくします。

※ ジギタリスを内服している場合にカルチコール<sup>®</sup>を急速投与すると、致死性不整脈を起こす可能性があります。投与しないか、する場合はカルチコール<sup>®</sup> 10mLを5%ブドウ糖100mLに混注し30分以上時間をかけて点滴静注します。



#### ③ グルコース・インスリン (GI) 療法

インスリン（ヒューマリン<sup>®</sup>もしくはノボリン<sup>®</sup>）10単位と50%ブドウ糖液50mLを混注したものを側管から10分で投与します。血清Kを低下させる作用があります。効果は10~20分で発現し、30~60分でピークとなり、4~6時間持続します。



低血糖を避けるために10%ブドウ糖液を50mL/時で継続し、1時間毎に血糖チェックを行います（他の輸液製剤でライン確保してある場合は10%ブドウ糖液に変更）。何度か血糖チェックを行い、低血糖にならなければ徐々に血糖チェックの間隔をのばし、10%ブドウ糖液を減量・中止します。

## 8.5 高Ca血症 (Ca ≥ 10.3mg/dL) (基準範囲 8.5 ~ 10.2mg/dL)

### ① 初めの10分ですること

#### 補正Caの計算

血清アルブミン (Alb) が 4mg/dL 未満の場合は、補正Caを計算しましょう。

$$\text{補正Ca} = \text{血清Ca} + 4 - \text{Alb}$$

※ 以後、血清Albが4mg/dL未満の場合は血清Caを補正Caにおきかえてください。

#### 初期治療

以下の場合には**生食 200mL/時**を開始してください。尿量 100mL ~ 150mL/時を目安に速度を調整します。

- 血清Ca 14mg/dL 以上の場合
- 血清Ca 12mg/dL 以上かつ症状(全身倦怠感、思考力低下、意識障害など)がある場合

血清Ca 16mg/dL 以上では生食での治療に加え透析が検討されるので、腎臓内科にコンサルトを行います。

#### 検査

**血液検査**：ルーチン検査 (p.26)、P、Mg、intact PTH、PTHrP、1,25(OH)<sub>2</sub>D

**尿検査**：定性、Ca、Cr

※ 上記で不足している分を追加オーダーしてください。

### ② 基本的な考え方

高Ca血症の主な症状は**意識障害**です。血清Ca 12mg/dL 以上では意識障害を起こす可能性があります。

逆に血清Ca 12mg/dL 未満では意識障害を起こす可能性は低いです。例えば

血清Ca 11.5mg/dL など、基準範囲よりは高いが12mg/dL 未満で意識障害がある場合は、低血糖など他に意識障害をきたす疾患がないか確認が必要です(下の表を参考にしてください)。

意識障害以外の症状として全身倦怠感、消化器症状(便秘、食思不振)、多尿があります。

#### 意識障害の原因と判断方法

バイタル・心電図	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高血圧脳症</li> <li>• 低酸素血症</li> <li>• 低体温、高体温(熱射病、悪性症候群)</li> <li>• 失神</li> <li>• 感染症</li> </ul>
病歴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• アルコール(ウェルニッケ脳症)</li> <li>• 頭部外傷</li> <li>• 痙攣発作</li> <li>• ヒステリー、重度うつ</li> </ul>
迅速検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低血糖、高血糖</li> <li>• 薬物中毒(トライエージ)</li> </ul>
血液検査・尿検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 尿毒症(GFR 10mL/分/1.73m<sup>2</sup> 未満)</li> <li>• 高Na血症、低Na血症、高Ca血症</li> <li>• 甲状腺機能亢進症、甲状腺機能低下症</li> <li>• 肝性脳症(アンモニア)</li> <li>• 血栓性血小板減少性紫斑病</li> <li>• 急性間欠性ポルフィリン症[尿中δ-アミノレブリン酸(ALA)、尿中ボルホピリノゲン(PBG)]</li> </ul>
画像検査	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 脳卒中</li> </ul>

#### コラム 意識障害の鑑別

意識障害の鑑別のゴロとして「AIUEO TIPS」が有名ですが、毎日救急をしていないとしっかり暗記するのは難しいでしょう。意識障害の鑑別は、漏れがあると致命的な結果を招く場合があります。ゴロなどの暗記に頼るのではなく、毎回鑑別表を見て1個1個確認することをお勧めします。

毎回鑑別表を見て確認する場合、ゴロで記載するメリットはありません。それよりも系統的にまとめられている方が利用しやすいです。上の表は、救急で行う対応順(バイタル・心電図⇒病歴⇒迅速検査⇒血液検査・尿検査⇒画像検査)に鑑別すべき疾患をまとめました。スマホに入れたりしてご活用ください。

## 第9章 病態別の輸液

## 9.1 ショック

## 初めの10分ですること

## 初期輸液

収縮期血圧 90mmHg 以下、頻脈、蒼白、冷や汗でショックを疑います。

最終的にはショックの分類や疾患を特定し輸液製剤を決定しますが、初めほどのショックかは分かりません。まずは

## 細胞外液をクレンメ全開

で投与します。留置針の太さは 18G が望ましいです。難しければ 20G も許容範囲です。

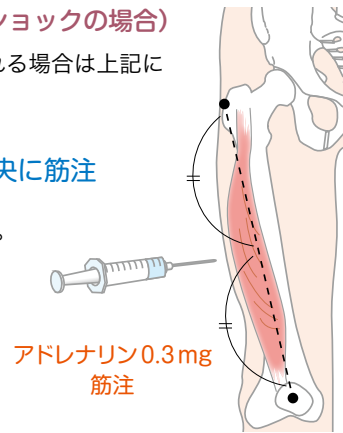
## アドレナリン筋注 (アナフィラキシーショックの場合)

病歴からアナフィラキシーショックが疑われる場合は上記に加え、

## アドレナリン 0.3mg を大腿外側中央に筋注

してください。針の太さは 22G か 23G です。

※ 静注ではなく筋注です。



**Q** 留置針は太ければ太いほど輸液を大量に投与できるので、18G より 16G や 14G の方がよいのではないですか？

**A** 16G はかなり針が太く留置が難しいので、通常は使用しません。ショック状態の患者は血管が見えづらいのでなおさらです。14G はそもそも病院に置いていないと思います。留置でき、かつ急速投与できるバラ

ンスのよい太さが 18G です。18G が難しい場合は 20G も許容範囲です。20G でも難しければ 22G になりますが、24G は避けたいです。24G は小児用で細いため、成人では十分な輸液を行うことができません。26G は通常使用しません。

## 基本的な考え方

ショックは原因により以下に分類されます。

- 循環血液量減少性ショック (出血、血管内脱水)
- 血液分布異常性ショック (アナフィラキシーショック、敗血症性ショック)
- 心原性ショック (心筋梗塞、心筋炎)
- 閉塞性ショック (心タンポナーデ、緊張性気胸)

ここでは治療として輸液が重要になる循環血液量減少性ショック、アナフィラキシーショック、敗血症性ショックについて詳しく説明していきます。

## 病態と治療

## 循環血液量減少性ショック

体内から血液もしくは血漿が少なくなったことによるショックを循環血液量減少性ショックと言います。原因としては出血や熱中症、飲水不足 (小児、高齢者) などがあります。

出血の診断で注意が必要なのが Hb です。Hb の単位は mg/dL ですから、濃度であり絶対量ではありません。出血により血液が少なくなっても、Hb 濃度はすぐには変化しません。Hb が低下していないからといって、出血 (消化管出血や腹腔内出血) を否定することはできません。

バイタルが落ち着くまで細胞外液の投与を継続します。Hb 7mg/dL 未満の場合は輸血を検討します。Hb 7mg/dL 以上の場合は輸血を行わないことが多いですが、Hb 7~10mg/dL では出血量やバイタルから必要と判断すれば輸血を行う場合があります。

## 血液分布異常性ショック

体内からは無くならないけれど、血管 (特に動脈) から血液もしくは血漿が少なくなったことによるショックを血液分布異常性ショックと言います。その中にアナフィラキシーショック、敗血症性ショックが含まれます。



第9章 病態別の輸液

## 9.8 食事が摂れない患者 (栄養輸液)

学生時代は勉強する機会が少ないのですが、臨床でよく使用され重要である栄養輸液（アミノ酸製剤、中心静脈栄養、脂肪製剤）について説明します。

第5章で、ヒトが生きていくために1日で必要なものは

- 水 ..... 2,000mL
- Na ..... 80mEq
- K ..... 40mEq
- ブドウ糖 ..... 100g
- ビタミン ..... ビタミン B<sub>1</sub>、ビタミン B<sub>6</sub>、ビタミン B<sub>12</sub>

と説明しました。少なくとも数日はこれ（3号液 2,000mL）で大丈夫です。しかし、これには三大栄養素のうち

- 蛋白（アミノ酸）
- 脂質

が含まれていません。

蛋白が不足すると筋が減少してしまいます。特に高齢者は少し筋が減少しただけで歩行できなくなるので、早めに蛋白を補充したいです。蛋白を血管に投与すると抗原と認識される可能性があるため、輸液として投与する場合は蛋白ではなくアミノ酸を使用します。

### アミノ酸製剤

3号液をベースにアミノ酸を加えたものがアミノ酸製剤です。代表的製剤にビーフリード®があります。ビーフリード®は500mL中に15gのアミノ酸が含まれています。ブドウ糖濃度は7.5%と高めです。エネルギーは500mLで210kcal、2,000mLで840kcalです（3号液 2,000mLでは約350kcal）。

第5章では初学者が理解しやすいよう「食事が摂れない場合は3号液を使用する」と説明しましたが、臨床ではアミノ酸製剤の方が多く使われていると思います。



		500mL 中	1000mL 中
電解質	Na <sup>+</sup>	17.5mEq	35mEq
	K <sup>+</sup>	10mEq	20mEq
	Mg <sup>2+</sup>	2.5mEq	5mEq
	Ca <sup>2+</sup>	2.5mEq	5mEq
	Cl <sup>-</sup>	17.5mEq	35mEq
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2.5mEq	5mEq
	Acetate <sup>-</sup>	8mEq	16mEq
	L-Lactate <sup>-</sup>	10mEq	20mEq
	Citrate <sup>3-</sup>	3mEq	6mEq
	P	5mmol	10mmol
糖質	Zn	2.5μmol	5μmol
	ブドウ糖	37.50g	75.00g
	ブドウ糖濃度	7.5%	7.5%
アミノ酸	総遊離アミノ酸量	15.00g	30.00g
	総窒素量	2.35g	4.70g
	必須アミノ酸 / 非必須アミノ酸	1.44	1.44
	分岐鎖アミノ酸含有率	30w/w%	30w/w%
ビタミン	チアミン塩化物塩酸塩（チアミンとして）	0.96mg (0.75mg)	1.92mg (1.5mg)
	総熱量	210kcal	420kcal
	非蛋白熱量	150kcal	300kcal
	非蛋白熱量 / 窒素	64	64

### 中心静脈栄養

ビーフリード®は3号液よりブドウ糖やアミノ酸が多く含まれているので、食事が摂れない場合に使用されることが多いと説明しました。とは言え、ビーフリード®を2,000mL投与してもエネルギー量は840kcalです。ヒトが長期的に生きていくには十分ではなさそうです。

「それなら、ビーフリード®にもっとブドウ糖やアミノ酸を加えればよいのでは？」と思われるかもしれません。しかし、ビーフリード®の浸透圧は血漿比で3であり、末梢から投与できる上限です。これ以上ブドウ糖やアミノ酸を追加することはできません。

※アミノ酸も浸透圧を形成する物質です。ただし、通常は血液中に存在する量が少ないので浸透圧や張度の計算式には含めません。

そこで登場するのが中心静脈栄養です。中心静脈（上大静脈と下大静脈）は径が太く血液量が多いので、投与された輸液製剤は希釈され、静脈炎を起こす可能性は低いです。よって、中心静脈からは浸透圧の高い輸液製剤を投与することが