

## 1 輸液の種類と選択

### Point

- ▶ ヒトの体重の60%は水分であり、細胞内：間質：血管内=8：3：1の割合で分布している
- ▶ 脱水には「volume depletion」と「dehydration」の2種類があり、病歴・身体所見・検査所見などから総合的に判断する。
- ▶ 基本的な輸液として、生理食塩水と5%ブドウ糖液とをまず理解し、次に1号液（開始液）と3号液（維持液）とをえるようにしたい。

### ■はじめに一輸液を学ぶ意味

輸液は現代医療には欠かせない。

輸液を一度もやったことがない臨床医はまずいない。しかし、考えてみてほしい。

輸液を系統的に学ぶ機会があったらどうか？ 輸液は経験則で上級医から見て学んだという読者は意外に多いのではないだろうか？ 事実、卒前・卒後教育を通じて、輸液を系統的に学ぶ機会是非常に限られている。輸液を学ぶ意味は計り知れない。

私が考える輸液のポイントは以下の3つである。

- ・輸液は益にもなり、害にもなる。
- ・輸液は簡単でもあり、難しくもある。
- ・輸液はヒトの恒常性（ホメオスターシス）との対話

この3点をまず頭において、これからの項を読み進めていただきたい。

本稿では輸液の概論として、特に水・電解質の輸液について扱う。

いずれも非常に基本的事項であるが、何事も基本が大切であるので、是非一つ一つの理解を確認しながら読み進めていただきたい。

## 1 輸液の種類と目的

輸液の種類から整理したい。輸液の分類の仕方は様々あり、初学者はまずここからつまづくことが多い。ここでは簡単に2つの分類だけ覚えていただきたい<sup>1)</sup>。

### 1) 維持輸液と補正輸液

文字通り、維持輸液は「維持」するための輸液、補正輸液は「補正」するための輸液である（補正輸液は補充輸液ともいう）。すなわち、維持輸液は今後水分が入ってこない状況を想定して行うものであり、一般的には絶食時の輸液がそれに当たる。一方の補正輸液は、現在すでに起こっている脱水や電解質異常などの病態を改善するために行われる輸液である。維持輸液はそれ自体は病態の治療ではないのに対して、補正輸液はそれ自体が病態の改善を目標とすることも、この2つの大きな違いである。

## 2) 水電解質輸液と栄養輸液

輸液の役割は主に水・電解質の補充・補正の意味と、栄養の補充との2つがある。本稿では主に水電解質輸液のみを扱い、栄養輸液は別項に譲る。読者・識者の中には異論がある方もいるかもしれないが、輸液の基本は「水電解質輸液」であると言うのが持論であり、「水電解質輸液」がきちんと理解・実践できていないのに「栄養輸液」を学ぶのは拙速であると考えている。

これら以外にも「膠質液」と「晶質液」などといった分類など、様々な輸液の分類の仕方があるが、今回は割愛する。

### 2 輸液のメリット・デメリット

輸液はヒトの恒常性（ホメオスターシス）との対話である。恒常性の幅は大きく、体液が減少すれば、水分保持の方向に、溢水傾向であれば利尿の方向に作用するようにできている。

しかし、仮に体液の恒常性を上回るほどの体液減少（水にありつけない状況）や大量の失血などが起こった場合、輸液がない状況下では、それは即ち死を意味する。したがって、輸液が医療に与えた恩恵は計り知れない。事実、輸液によって救われた命は限りなく多いだろう。

一方で、輸液による弊害も考えておかねばならない。特に現代は輸液が非常に簡単などこでもできる医療行為になったが、逆に不要な輸液・不適切な輸液が行われていることが少なくない。具体的には心不全患者、慢性腎臓病患者、高齢者、胸水・腹水貯留しているがん悪液質の患者など、特別な配慮を必要とする病態の患者に対して、漫然と過剰な輸液がなされていることはしばしば目にする。これらは身体症状を悪化させるばかりでなく、時として生命予後の短縮にもつながる。

輸液は必要十分に行うことが重要であり、多ければ良いというものではない（健常人であれば、仮に過剰輸液となったとしても、一定は尿量が増える代償機構が働くため、身体への影響はほとんど発生しないが…）。

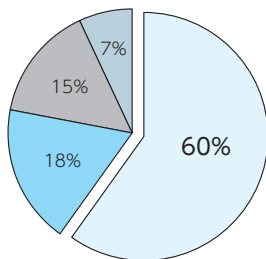
この点は重々肝に銘じておきたい。

### 3 体液の分布と組成

輸液を理解するためには、まずヒトの体液の分布・組成を理解することがとても大切である<sup>2)</sup>。

成人の場合、体重の約60%が水分でできており、その他の40%が蛋白質・脂質・無機質などからなる**図1**。この60%の水分のは、細胞内：細胞外に2：1の割合で分布するため、細胞内には40%、細胞外には20%として存在する。さらに細胞外液は間質：血管内に3：1で分布するため、間質には体重の約15%、血管内は5%存在することになる。すなわち、細胞内：間質：血管内=8：3：1の割合で分布することは、この先とても重要なので頭に入れておきたい**図2**。

これを体重60kgのヒトで考えると、 $60\text{kg} \times 0.6 = 36\text{L}$ が体内の総水分量となり、このうち24Lが細胞内液として、12Lが細胞外液（うち間質内に



□ 水分 □ 蛋白質 □ 脂質 □ 無機質

図1 ヒトのからだの組成

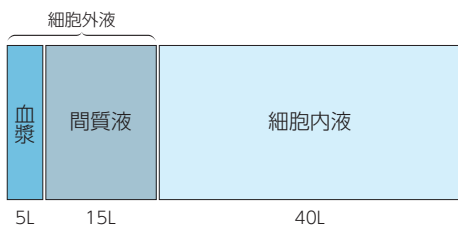


図2 ヒトの体液分布



図3 ヒトの体液分布 (60kgのヒトの場合)

9L, 血管内に 3L) として存在するのが, 定常状態となる 図3.

細胞内液と細胞外液の組成は大きく異なり, 間に細胞膜 (およびポンプ) が存在することで, この組成を維持している. 細胞外液の陽イオンはほとんどを Na イオンが占めるのに対して, 細胞内液の陽イオンは K イオンが主である. 陰イオンは細胞外液は塩化物イオンが多いのに対し, 細胞内液はリン酸水素イオンが多い. この組成の違いも輸液を行う上で重要であり, 是非理解しておきたい 表1.

表1 細胞内外の電解質組成

mEq/L		細胞外液		細胞内液
		血漿	組織間液	
陽イオン	Na <sup>+</sup>	142	144	15
	K <sup>+</sup>	4	4	150
	Ca <sup>2+</sup>	5	2.5	2
	Mg <sup>2+</sup>	3	1.5	27
	計	154	152	194
陰イオン	Cl <sup>-</sup>	103	114	1
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27	30	10
	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	2	100
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	1	20
	有機酸	5	5	
	蛋白質	16	0	63
	計	154	152	194

↑ 毛細血管壁                      ↑ 細胞膜

#### 4 1日に必要な水分量・電解質

維持輸液を考える上で、1日に必要な水分量・電解質・栄養素を大まかに知っておくことは必須である。栄養部分に関しては他項に譲るが、水分・電解質部分はざっと触れておきたい。

##### 1) 水分量

3通りの考え方があがるが、最も簡単な式は

$$\cdot 1 \text{ 日必要水分量} = \text{体重} \times 25 \sim 30 \text{ mL/日}$$

というもので、これに当てはめると体重60kgのヒトの場合、約1,500～1,800mL/日という計算となる。

2番目の方法は、水分出入を用いた考え方であり、尿量・汗や不感蒸泄（呼吸に含まれる水分や汗以外の皮膚からの水分喪失）・便の水分量・代謝水などを考慮に入れる。汗や不感蒸泄は約15mL/kg/日とされ、体温が37℃から1℃上昇することに喪失する水分量は100から150mL増加する。便の水分量は1日約100mL、代謝水は炭水化物や脂肪が代謝されることで産生される水分であり、およそ1日300mLである。

これをらまると、

$$\cdot 1 \text{ 日必要水分量} = \text{尿量} + \text{汗} \cdot \text{不感蒸泄} + \text{便の水分量} - \text{代謝水}$$

となり60kgのヒトで計算すると

$$\cdot 1 \text{ 日必要水分量} = \text{尿量} + 900 \text{ mL} + 100 \text{ mL} - 300 \text{ mL/日}$$

$$= \text{尿量} + 700 \text{ mL/日}$$

という計算となる。尿量を仮に1,000mL/日とすると1,700mL/日の水分量となる。

# I 輸液の基本

3番目の方法としては、同じく尿量を用いて

$$\cdot 1 \text{ 日必要水分量} = \text{尿量} + 15 \text{ mL/kg/ 日}$$

として計算する方法もある。

これも 60kg のヒトで計算すると

$$\cdot 1 \text{ 日必要水分量} = \text{尿量} + 900 \text{ mL/ 日となり、先とほぼ同じくらいの計算となる。}$$

## 2) 電解質

電解質の 1 日必要量は文献によってかなり幅があるが、

$$\cdot \text{Na: } 1 \sim 2 \text{ mEq} \times \text{体重} / \text{日}$$

$$\cdot \text{K: } 0.5 \sim 1 \text{ mEq} \times \text{体重} / \text{日}$$

として理解しておけばよい。

これを 60kg のヒトで計算すると、

$$\cdot \text{Na: } 60 \sim 120 \text{ mEq/ 日}$$

$$\cdot \text{K: } 30 \sim 60 \text{ mEq/ 日}$$

となる。

その他の電解質もあるが、水・電解質輸液をする範囲としては Na・K の必要量の理解だけで十分である。炭水化物やエネルギー量も他項に譲る。

## 5 脱水の評価：2種類の脱水とその鑑別

「脱水」は、細胞外脱水（血管内脱水）と細胞内脱水に大別される。日本語では「脱水」と同じ用語になってしまうが、英語では細胞外液の減少を意味する「volume depletion」といい、主として細胞内液の減少を意味する「dehydration」と区別される。同様に日本語では高張性脱水（水欠乏性脱水）・低張性脱水（Na 欠乏性脱水）・等張性脱水という分類もある<sup>3)</sup>。

脱水の評価は非常に難しい。しかし、適切に初期輸液メニューを立てるためには、本来存在すべきどの部分にどれくらいの水分量が欠乏しているかのあたりをつけることが非常に重要である。

脱水を示唆する病歴としては、飲水量の低下、長時間の屋外滞在での汗などからの水分喪失などがある。身体所見としては血圧低下、頻脈、起立性低

表2 細胞外液量低下を示唆する身体所見

	所見	感度 (%)	特異度 (%)	LR (+)	LR (-)
体位変化	$\Delta \text{HR} > 30 \text{ bpm}$	43	75	1.7 [0.7-4.0]	0.8 [0.5-1.3]
	$\Delta \text{d BP} < 20 \text{ mmHg}$	29	81	1.5 [0.5-4.6]	0.9 [0.6-1.3]
	腋窩乾燥	50	82	2.8 [1.4-5.4]	0.6 [0.4-1.0]
	鼻口粘膜の乾燥	85	58	2.0 [1.0-4.0]	0.3 [0.1-0.6]
	舌の乾燥	59	73	2.1 [0.8-5.8]	0.6 [0.3-1.0]
	舌の縦溝	85	58	2.0 [1.0-4.0]	0.3 [0.1-0.6]
	窪んだ眼	62	82	3.4 [1.0-12]	0.5 [0.3-0.7]
	皮膚のツルギールの低下	22	72	0.79	1.08

McGee S, et al. JAMA. 1999; 281: 1022-9<sup>3)</sup> より。