Ⅱ 総論 Ⅲ 各論

# 1 周術期輸液管理

# POINT

- 体液組成と周術期の変化.
- ② 周術期に必要な輸液と製剤の種類.
- 3 中心静脈栄養法

## Ⅰ 体液区分と組成

- ヒトの体液は成人で体重の約60%を占める。細胞内液 (intracellular fluid: ICF) が40%, 細胞外液 (extracellular fluid: ECF) が20%である。
- ECF は組織間液 (Interstitial fluid: ISF) 15% と血漿 (plasma) 5% に 分かれる。
- 細胞外液の主な電解質組成は Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> ≫ Ca<sup>2+</sup>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>である 表1.
- 細胞内液の主な電解質組成は K<sup>+</sup> ≫ Mg<sup>2+</sup>P
- アルブミンは細胞外液の主な膠質成分であり、血漿(4 g/dL)と組織間(1 g/dL)で濃度差が大きい。

#### 表1 体液の構成

mEq/L		細胞	細胞内液		
		血漿	組織間液	WINDSY 3/IX	
	Na <sup>+</sup>	142	144	15	
陽	K <sup>+</sup> 4		4	150	
イオン	Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> 5		2	
3	$Mg^{2+}$ 3		1.5	27	
	計	154	152	194	
	Cl <sup>-</sup>	103	114	1	
	HCO <sub>3</sub>	27	30	10	
陰イオン	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	

# Ⅱ 周術期に喪失される体液

手術侵襲下ではカテコールアミン、抗利尿ホルモン、アルドステロンなどのストレスホルモンの分泌が増加することで、生体は水とナトリウムを保

持し、血糖を高めようと反応する.

- ・ 喪失される水分はサードスペースへの移行分 + 不感蒸泄 + 出血量 + 尿量である。
- ・ 術中のサードスペースへの移行量(+不感蒸泄)は手術侵襲の大きさによって異なる(表2).
- 出血を細胞外液で補う場合、出血量の3~4倍の輸液量が必要である。基本輸液量に加え、出血量、バイタルサイン、尿量から判断して輸液量に調整を加える必要がある。
- 術後にはドレーン排液および胃液、胆汁などの消化液の体外喪失なども考慮した調整を行う。

#### 表2 手術侵襲に応じた術中のサードスペースへの移行

小手術		サードスペース考慮しない
中手術	胃切除, 結腸切除など	5 mL/kg/時
大手術	食道切除, 膵頭十二指腸切除など	10 mL/kg/時

# Ⅲ 周術期に必要な輸液量と組成

### ●維持輸液

- 手術をしていない場合であっても必要になる水、電解質を補給する輸液.
- 約30 mL/kg/日の水が必要である。
- Na は 2 mEq/kg/ 日, K は 1 mEq/kg/ 日が必要である.

## ○補充輸液

- 手術に伴って喪失される体液の喪失分を補充するために追加される輸液.
- ドレーン排液,消化液の体外喪失(表3),サードスペースへの血管外喪失,不感蒸泄,発汗などの量が補充される対象である。

### 表3 体液の組成

	分泌量	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl-	
血清		136~145	3.5~5	100~110	
胃液	2,000	60	10	100	
胆汁	1,500	140	10	100	
膵液	1,000	140	10	70	
回腸瘻 (早期)	500~2,000	140	10	110	
回腸瘻 (晩期)	400	50	10	60	
下痢	1,000~4,000	120	25	95	

# Ⅳ 輸液製剤の種類 🐯

輸液は、電解質濃度が血漿とほぼ等しい「等張電解質輸液」と、血漿より

も低い「低張電解質輸液」に大別される.

### ○等張電解質輸液

- ■電解質の浸透圧が体液とほぼ同じであり、細胞内へは移動せず、細胞外に 分布する、血管内や組織間に水分・電解質を補給できる。
- 手術、出血、外傷などで細胞外液が不足した際に用いる.
  - 1) 生理食塩水: 血漿と等張であり Na<sup>+</sup>と Cl<sup>-</sup>を含有する.
  - リンゲル液: Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>を加えて血漿に近づけた電解質組成となっている。
    - アシドーシス予防のためのアルカリ化剤として乳酸 Na, 酢酸 Na, 炭酸水素 Na が加わったものがそれぞれ, 乳酸リンゲル液, 酢酸リン ゲル液, 重炭酸リンゲル液である。

### ▶低張電解質輸液

- ブドウ糖を配合して浸透圧を等張にしているが、ブドウ糖は代謝され水になり、結果的には体液より浸透圧の低い液になる、低張電解質輸液はエネルギー補給と同時に細胞内液を含む全体に水分を補給できる。
  - 1)開始液 (1 号液): K<sup>+</sup>を含有せず, 等張電解質液の 1/2~2/3 の Na<sup>+</sup>, CL<sup>-</sup>を含む.
    - 脱水の状態が不明な際の水、電解質補給として開始できる。
  - 細胞内補充液(2号液): Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>に加え K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>などの細胞内電 解質を含む。
    - 1号液により体液が補給されたのちの電解質の補正に用いられる。
  - 3) 維持液 (3 号液): 電解質濃度が生食の 1/3~1/4 と低い.
    - 通常 2,000 mL 程度を補給することで Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、K<sup>+</sup>の組成が健常 人の水・電解質の平均的な 1 円必要量をまかなうことができる。
  - 4) 術後回復液 (4 号液): 3 号液に比べ K<sup>+</sup>を含んでいない.
    - 手術後の尿量が不十分な場合や、細胞内への水分補給効果を期待する 際に用いられる

#### 表4 主な輸液製剤と組成

輸液	等張/低張		ブドウ糖				
判1/1文		Na	K	Ca	Cl	Lac	(g/L)
生理食塩液	等張	154			154		
ラクテックD®	等張	130	4	3	109	28	50
ソリタ-T1号®	低張	90			70	20	26
ソリタ-T2号®	低張	84	20		66	20	32
ソリタ-T3号®	低張	35	20		35	20	43
ソリタ-T4号®	低張	30			20	10	43

# V 中心静脈栄養法

### ●中心静脈栄養法(total parenteral nutrition: TPN)の適応

- 腸閉塞, 縫合不全などにより 2 週間以上経腸栄養(enteral nutrition: EN)ができない.
- EN や末梢静脈栄養 (peripheral parenteral nutrition: PPN) では栄養が不足する.
- EN や PPN の投与経路が確保できない.

### ○中心静脈カテーテル(central venous catheter: CVC)挿入部位

- 内頸静脈: 挿入は比較的容易, 動脈誤穿刺のリスク, 頸部不快感.
- 鎖骨下静脈: 不快感が少ない. 気胸のリスク.
- 大腿静脈: 挿入は比較的容易, 感染と血栓形成のリスク.
- PICC (peripherally inserted central catheter): 最も安全, 挿入経路は長い.

### ▶高カロリー輸液

- ■電解質,糖質、アミノ酸、ビタミン剤、微量元素が投与される. TPN 用輸液はキット化されており、病態に応じて選択される. TPN キット製剤の例を示す(表5).
- ■電解質、糖質、アミノ酸、脂肪を配合したキット製剤ではミキシッド®がある。

#### 表 5 TNP キット製剤 電解質+糖質+アミノ酸+ビタミン+微量元素

製品名(大塚製薬工場)		エルネオパNF1号 <sup>®</sup> 輸液		エルネオパNF2号 <sup>®</sup> 輸液			
液量 (mL)		1,000	1,500	2,000	1,000	1,500	2,000
	Na <sup>+</sup>	50	75	100	50	75	100
	K <sup>+</sup>	22	33	44	27	41	54
	C <sup>a2+</sup>	4	6	8	5	7.6	10
	Mg <sup>2+</sup>	4	6	8	5	7.5	10
mEq/容器	Cl <sup>-</sup>	50	75	100	50	75	100
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4	6	8	5	8	10
	Lactate <sup>-</sup>	11	17	23	14	21	28
	Citrate <sup>3-</sup>	8	11	15	12	18	24
	Acetate <sup>-</sup>	39	58	78	48	72	96
mmol/容器	Р	5	7.6	10	6	9	12
	Zn	30	45	60	30	45	60
	Fe	10	15	20	10	15	20
μmol/容器	Mn	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1
	Cu	2.5	3.75	5	2.5	3.75	5
	I	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1

つづく

## 表5 つづき

製品名(	エルネオパNF1号 <sup>®</sup> 輸液		エルネオパNF2号 <sup>®</sup> 輸液					
液	1,000	1,500	2,000	1,000	1,500	2,000		
mg/容器	ビタミン B1	チアミン 酸化物塩 基	3.84	5.76	7.68	3.84	5.76	7.68
mg/容器	ビタミン B2	リボフラ ミン リン酸エ ステルナ トリウム	2.3	3.45	4.6	2.3	3.45	4.6
	ビタミン B3	ピリドキ シン塩酸 基	3.675	5.5125	7.35	3.675	5.5125	7.35
μg/容器	ビタミン B12	バラミン	2.5	3.75	5.0	2.5	3.75	5.0
	ン	ニコチン 酸アミド	20	30	40	20	30	40
mg/容器	パントテ ン酸	パ ン テ ノール	7	10.5	14	7	10.5	14
	葉	酸	0.3	0.45	0.6	0.3	0.45	0.6
μg/容器		チン	30	45	60	30	45	60
mg/容器	ビタミン	アスコル ビン酸	100	150	200	100	150	200
ビタミンA 単位	ピタミンA				ビタミ ン A 油 : 3300	ビタミ ン A 油 : 1650		ビタミ ン A 油 : 3300
μg/容器	ビタミンD		コレカル シフェ ロール : 2.5	コレカル シフェ ロール : 3.75	コレカル シフェ ロール : 5.0	コレカル シフェ ロール : 2.5	コレカル シフェ ロール : 3.75	コレカル シフェ ロール : 5.0
mg/容器	ビタミン E	トコフェ ロール酢酸 エステル	5	7.5	10	5	7.5	10
	ビタミン K	フィトナ ジオン	0.075	0.1125	0.15	0.075	0.1125	0.15
グルコース (g/容器)			120	180	240	175	262.5	350
糖質 (%)			12.0	12.0	12.0	17.5	17.5	17.5
総熱量(kcal/容器)			560	840	1,120	820	1,230	1.640
非蛋白熱量(k			480	720	960	700	1,050	1,400
非蛋白熱量/	153	153	153	149	149	149		

つづく