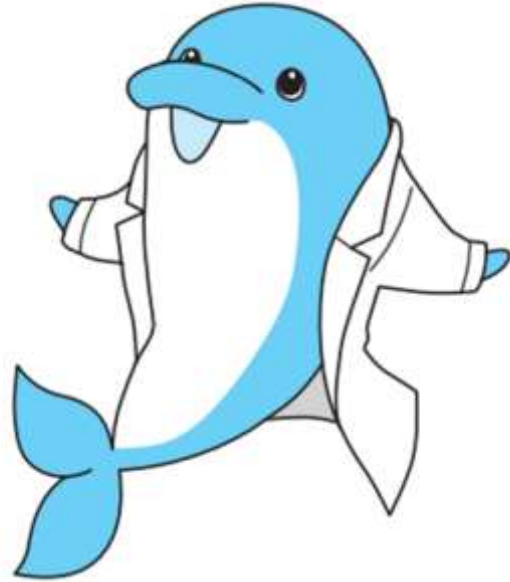


# 基礎から学ぶ輸液管理

～日常の輸液管理がスイスイ理解できるようにお話しします～



テーマ2 クリティカルケア  
ナースの星WEBセミナー

Make  
Patient's  
DREAMS

谷口英喜

恩賜財団 済生会横浜市東部病院

患者支援センター長/栄養部部長

# 自己紹介



名前：谷口英喜

職業：医師（麻醉科医）

所属：済生会横浜市東部病院

患者支援センター長・栄養部部长

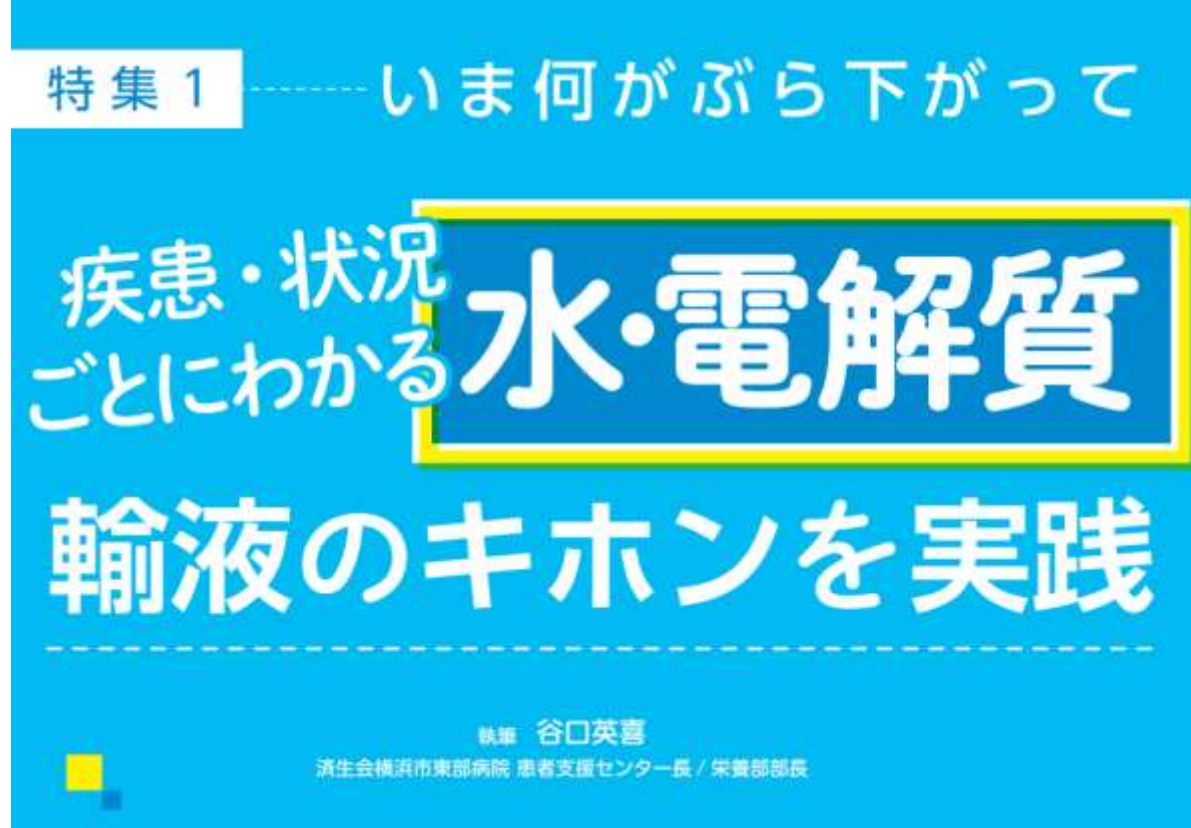
医師支援室室長

東京医療保健大学大学院客員教授

神奈川県立保健福祉大学大学院臨床教授

慶應義塾大学医学部麻醉科学教室非常勤講師

# 本セミナーの参考テキスト



# コトバ; 点滴ではなく “輸液” を使う





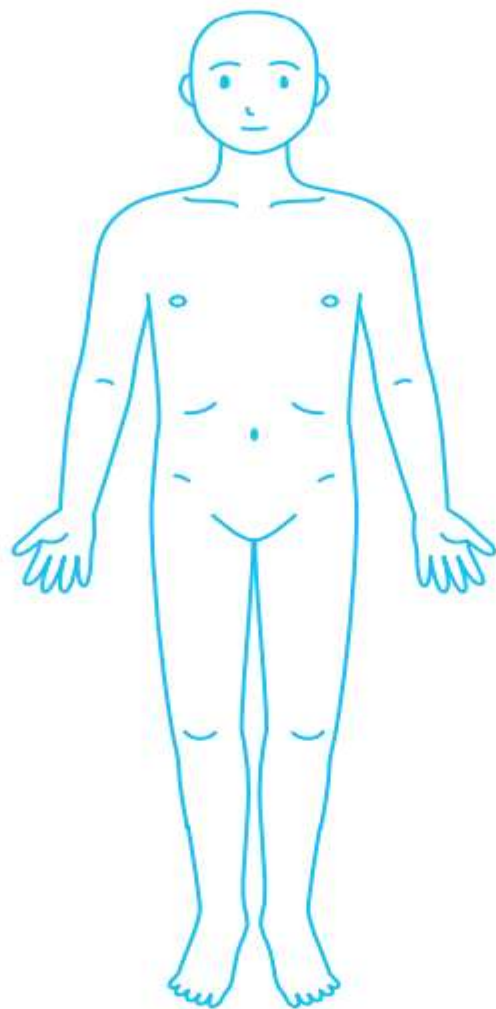
# 1 輸液療法の目的

**Point** 栄養のための輸液はまれで、ほぼ体液管理のための輸液である

## 目的① 体液管理

- ・ 脱水補正
- ・ 血管内容量補充
- ・ 電解質異常の補正
- ・ 循環血液量の維持
- ・ 血漿浸透圧の維持

体液恒常性の維持



## 目的② 栄養管理

- ・ 体液水分量の補充
- ・ 糖質，脂質，アミノ酸の補充
- ・ ビタミン，微量元素の補充

栄養管理目的

## 目的③ 血管確保

- ・ 各種感染症→抗菌薬投与
- ・ 輸血製剤投与
- ・ 検査薬投与（造影剤など）
- ・ 緊急薬剤投与

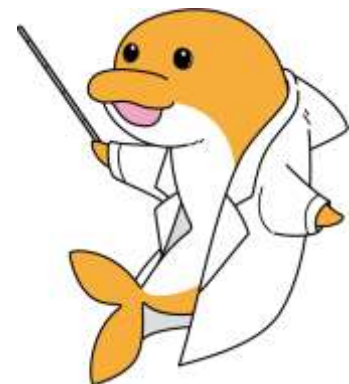


図 1-1 輸液療法の3つの目的

お役立ち豆知識⑩



## 自由水とは？

自由水とは、英語で free water とよばれます。この意味は、水以外の電解質や非電解質が含まれていな

い(free)状態です。決して、自由に移動できるという意味ではありません。

自由水 = 水  
水分 = 水 + その他 = 体液

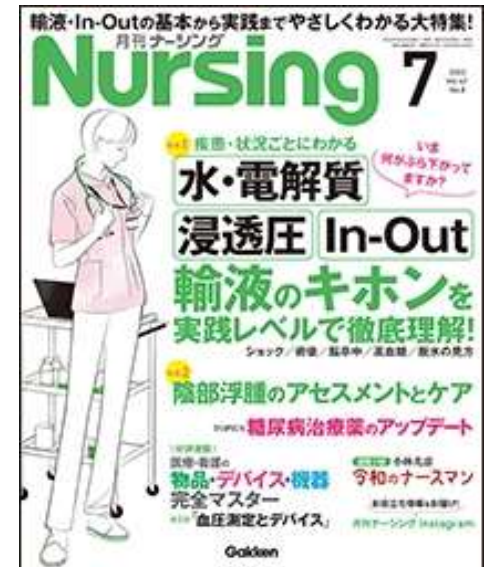




表1-1 輸液製剤の種類

水補給液	水・電解質輸液	電解質輸液
5%ブドウ糖液 蒸留水	細胞内液補充液 細胞外液補充液	K製剤 Na製剤 Mg製剤 Ca製剤
栄養輸液	膠質輸液	輸血
末梢静脈栄養輸液 中心静脈栄養輸液 アミノ酸輸液 脂肪輸液 ビタミン・微量元素製剤	アルブミン輸液 デンプン輸液 HES輸液	全血 血漿 血小板 濃厚赤血球



総論 ■ まずはおさえておきたい輸液の基本

# 1 輸液による体液管理は なぜ重要？





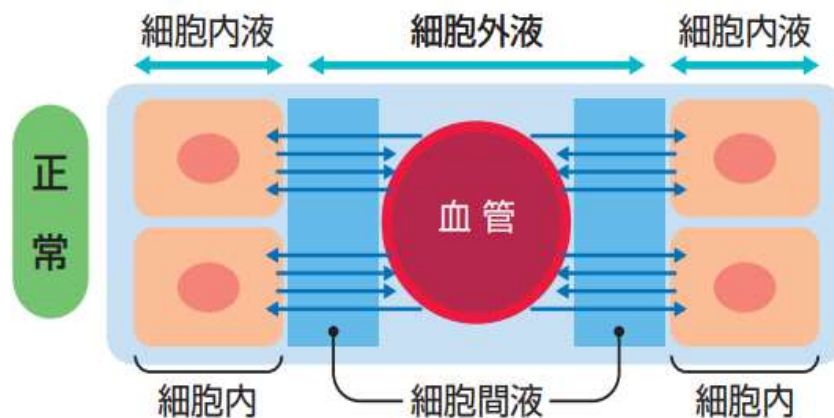
# 脱水では、様々な管理に障害が・・・

## 体液の3つの働き

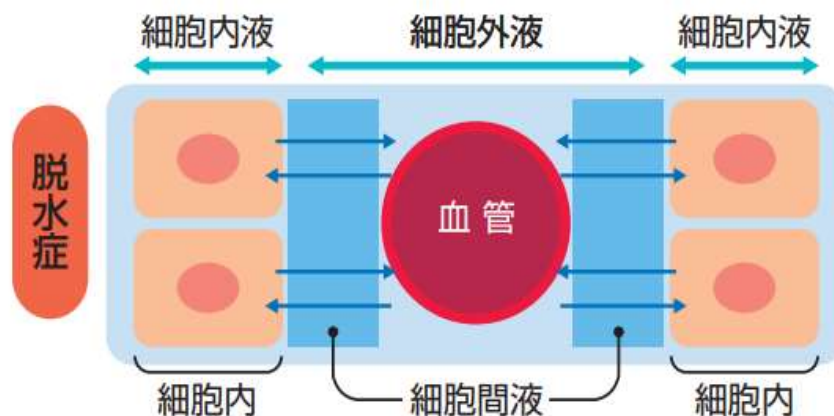
- 1) 人体に必要なものを運び入れる
- 2) 人体から不要になったものを運ぶ
- 3) 人体で過剰産生されたエネルギー



図2 体液量の減少による障害



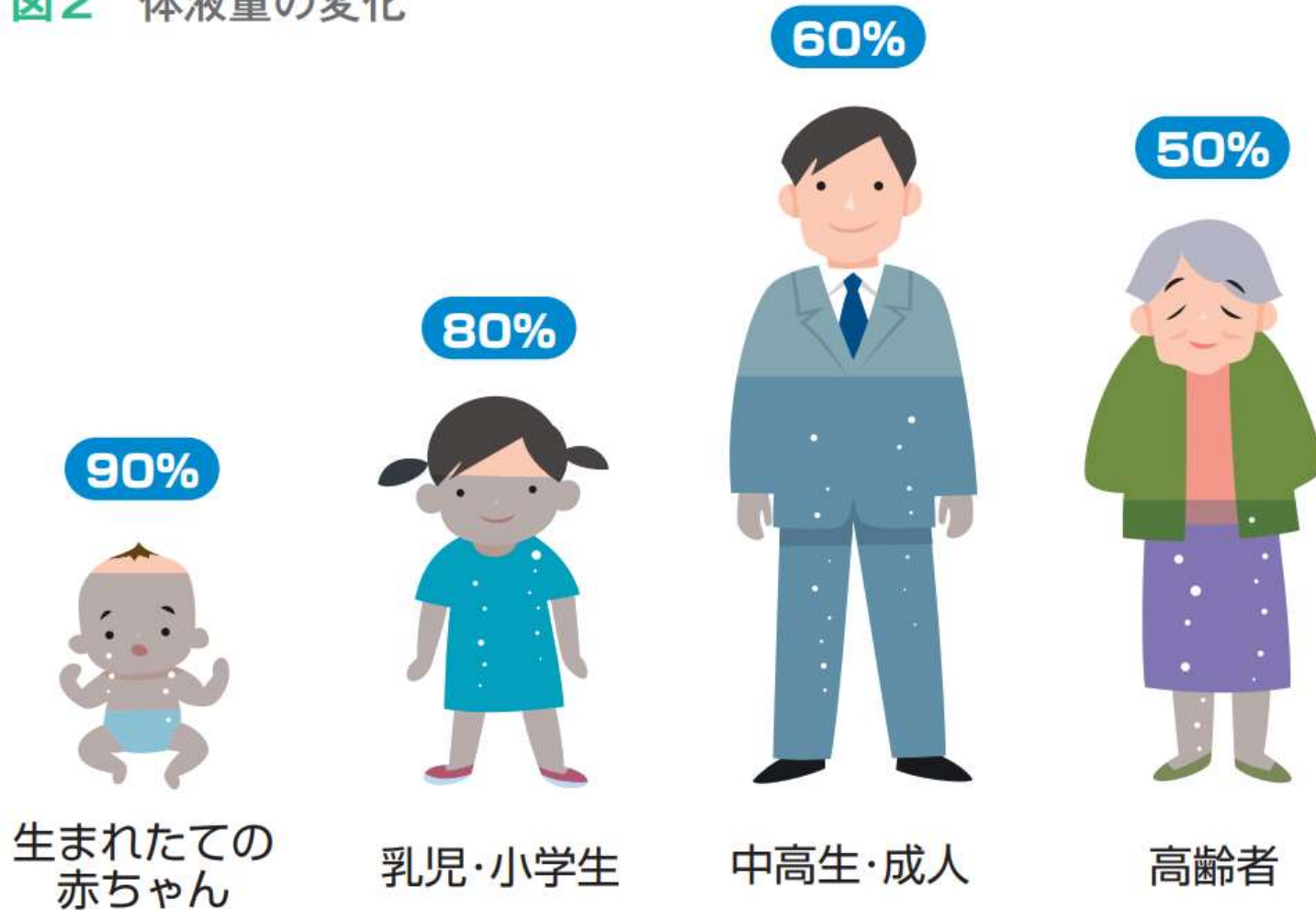
正常では細胞内外で物質の往来が盛んである。



脱水症では、往来ができなくなり、栄養、酸素が行きわたらず、老廃物も蓄積される。

# 私たちの体液量は、一定に維持されている

図2 体液量の変化



60%



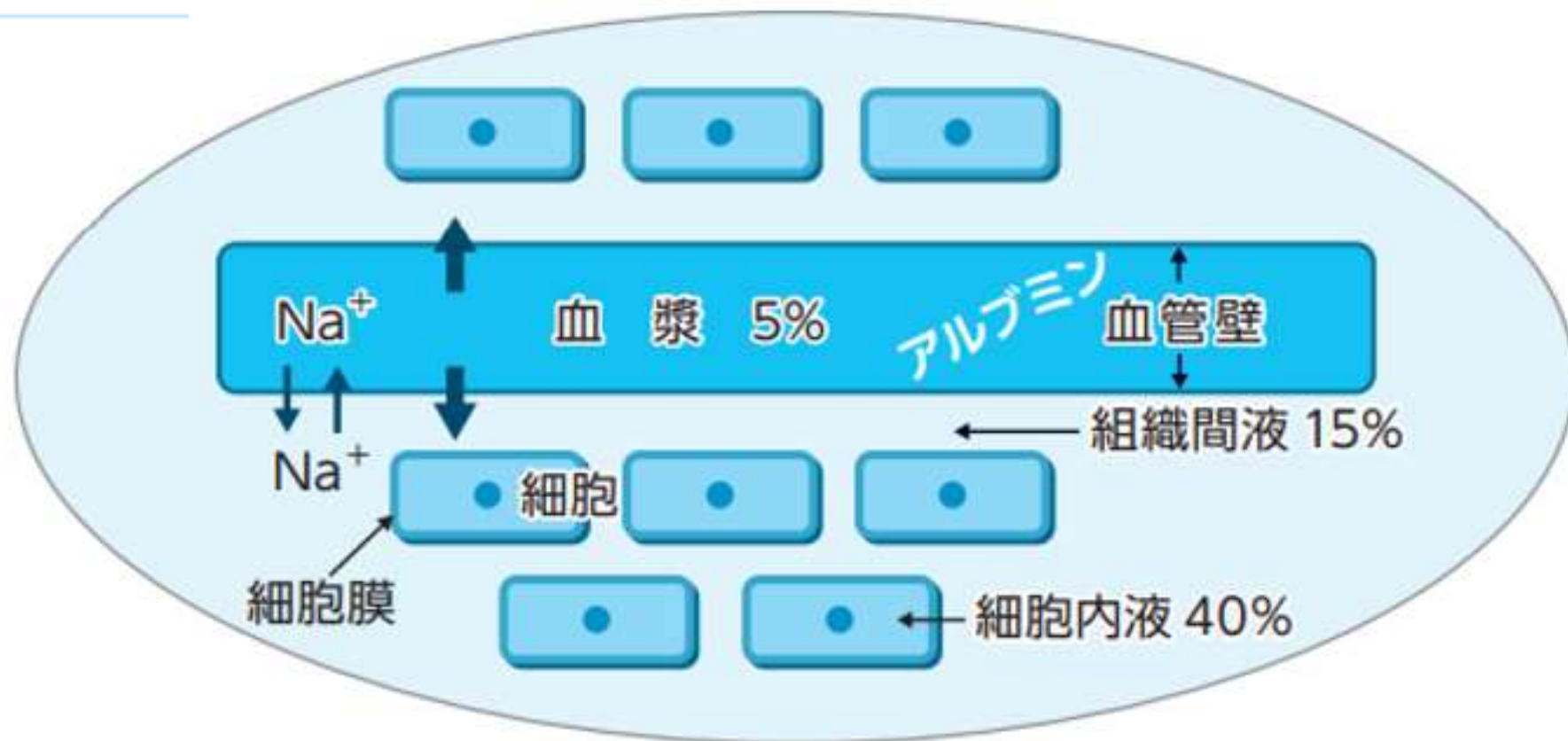
中高生・成人

## 図2 体液分画のイメージ図



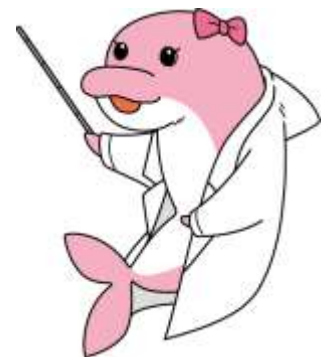


ここが  
**Point!!**



- ①血管壁を通過できるのは自由水とすべての電解質
- ②細胞膜を通過できるのは自由水のみ→細胞内まで入れる
- ③アルブミン・デンプン・血球は血管膜を通過できない→血管内にとどまる

図1-2 輸液療法を理解するためのポイント



# まずは、この3つの輸液を学ぼう

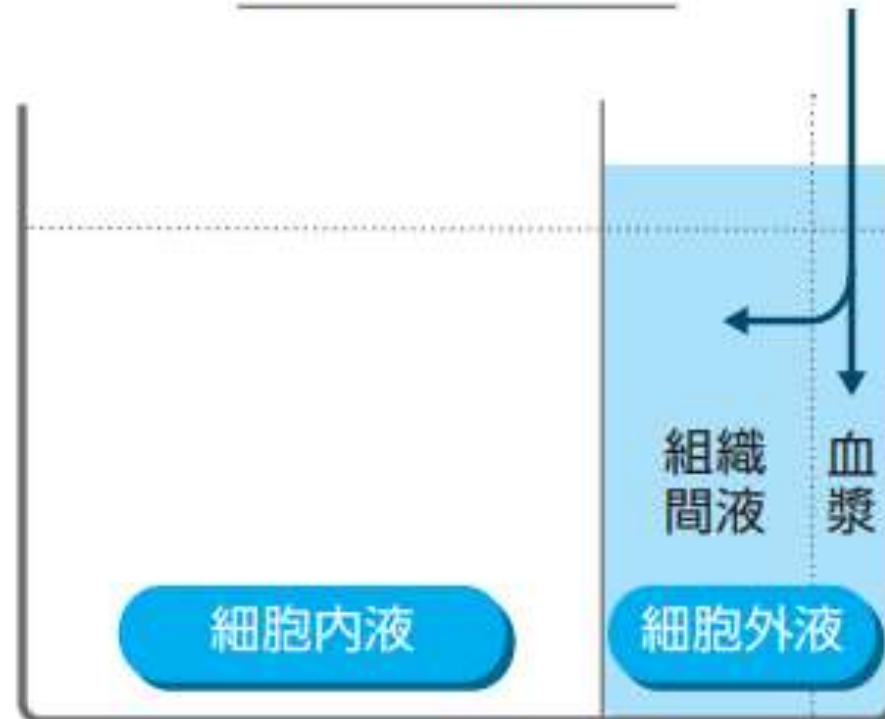
表 1-1 輸液製剤の種類

水補給液	水・電解質輸液	電解質輸液
5%ブドウ糖液 蒸留水	細胞内液補充液 細胞外液補充液	K 製剤 Na 製剤 Mg 製剤 Ca 製剤
栄養輸液	膠質輸液	輸液
末梢静脈栄養輸液 中心静脈栄養輸液 アミノ酸輸液 脂肪輸液 ビタミン・微量元素製剤	アルブミン輸液 デンプン輸液 HES 輸液	全血 血漿 血小板 濃厚赤血球

● 細胞外液補充液は，細胞外液に補給されます。

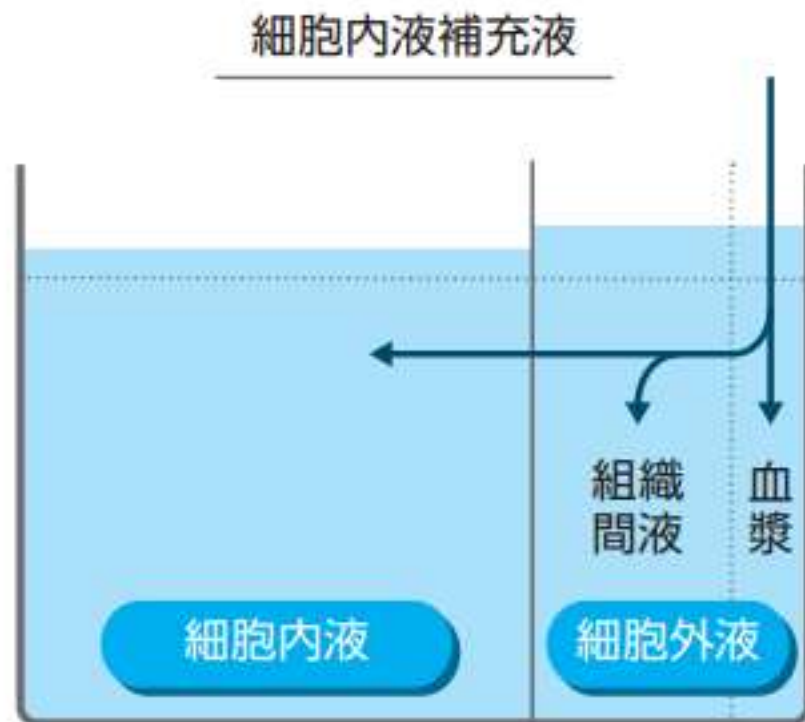
➔ 生理食塩水，乳酸リンゲル輸液，酢酸リンゲル輸液，重炭酸リンゲル輸液。

### 細胞外液補充液





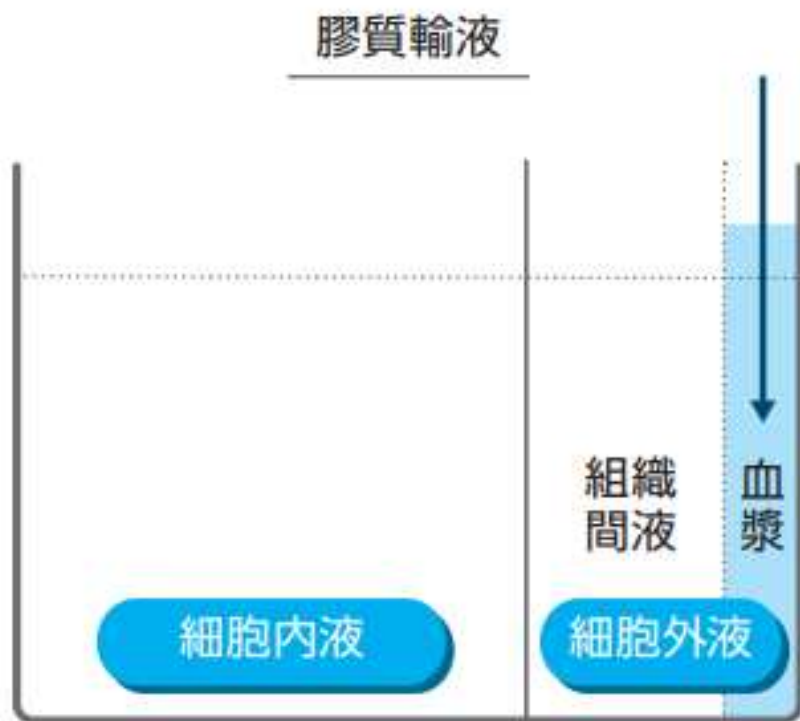
- 細胞内液補充液は、細胞外液と細胞内液に補給されます。  
→ 5%ブドウ糖液, 低張維持液 (1~4号液), 5~10%糖液.





● 膠質輸液は血漿だけに補給されます。血漿増量輸液またはコロイド輸液ともいわれます。

➔ 輸血製剤，デキストラン製剤，アルブミン製剤，代用血漿。





輸液を学ぶ、はじめの一步は . . . .





# 細胞外液補充液を歴史から学ぶ

Point

現場ではじめに使用されるほとんどの輸液は細胞外液補充液

## Sydney Ringer Field Note

for the 100th memorial Year in 2010

Biography of Dr.Sydney Ringer (1835-1910)



Produced by LISA INOUE copyright(c)Lisa Inoue 1997



シドニー・リンゲル先生(左), アレクシス・フランク・ハルトマン先生(右)





## ■ Step1：細胞外液の組成を確認してみよう

表1-2 体液分画ごとの電解質量

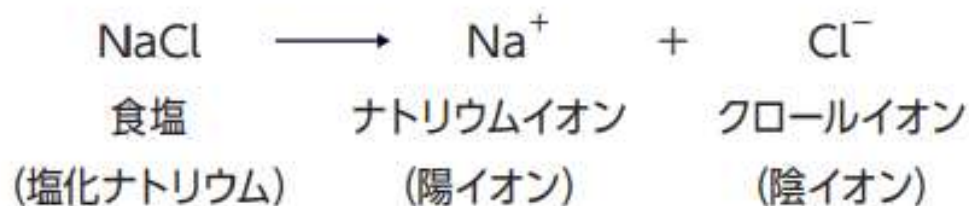
電解質 (mEq/L)	細胞外液		細胞内液	
	★ 血漿	組織間液		
陽イオン	Na <sup>+</sup>	145	144	15
	K <sup>+</sup>	4	4	150
	Ca <sup>2+</sup>	3	2.5	2
	Mg <sup>2+</sup>	2	1.5	27
	計	154	152	194
陰イオン	Cl <sup>-</sup>	103	114	1
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27	30	10
	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	2	100
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	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





## ■ Step2：細胞外液補充液の元祖は生理食塩水



生理食塩水の電解質組成

	$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
mEq/L	154	154
g/L	3.54	5.46

key number : 154



計算上の浸透圧は  
308mOsm/L

図 1-5 生理食塩水の組成







### ■ Step3：生理食塩水より，もっと組成に近いのがリンゲル輸液

生理食塩水も細胞外液に近い組成ですが，あるイオンが足りないことに気がつきませんか？ それが， $K^+$ ・ $Ca^{2+}$ ・ $Mg^{2+}$ です．シドニー・リンゲル先生（生理学者）は，生理食塩水に各種イオンを加えることで，取り出したマウスの心臓が検査装置の中でもよく動くことを証明しました．リンゲル先生が発見したこの輸液がリンゲル輸液です（図1-6）．

生理食塩水にカリウムイオンやカルシウムイオンを加えた溶液がリンゲル液

$Na^+$	147mEq/L
$K^+$	4mEq/L
$Ca^{2+}$	4.5mEq/L
$Cl^-$	155.5mEq/L

計算上の浸透圧は  
311mOsm/L

→ 浸透圧比 1.0

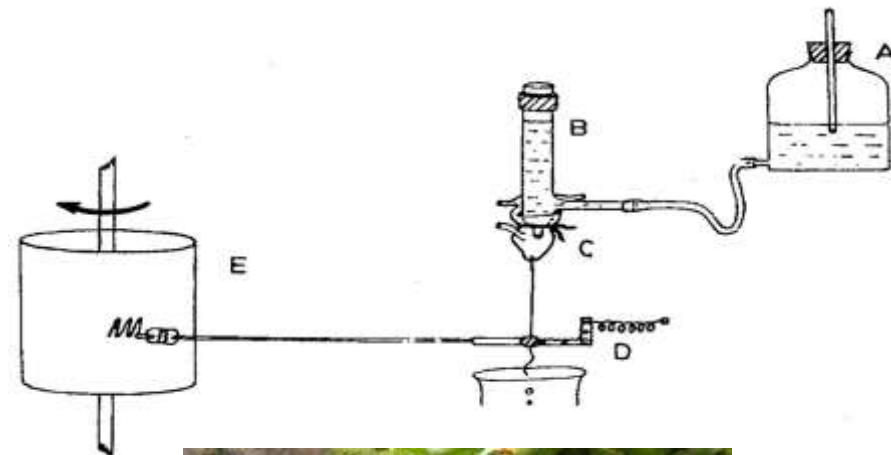


図1-6 リンゲル輸液の組成

シドニー・リンゲル先生の名前は英語で記載すると Sydney Ringer, リンゲル輸液は英語で Ringer solution と記載します。まさに、リンゲル先生の功績を讃えて、命名されたのがわかるネーミングです。

さらに、このシドニー・リンゲル先生のお兄さんを紹介しましょう。フレデリック・リンゲルさんです。お兄さんは貿易商で、明治維新の時代に日本にわたり大きな商社を立ち上げました。その流れが現在でも残っているのをご存じ

ません、“リンガーハット”  
(図1-7)をイメージして

リンガーハットに関連しているの  
です！

# リンガーハットの創設者の弟が リンゲル液を開発した！



図1-7 長崎にあるリンゲル邸宅



## ■ Step4：リンゲル輸液より、より組成に近いのがハルトマン輸液（乳酸リンゲル輸液）

皆さん、リンゲル輸液に足りないもの、おわかりですね。そうです、私たちの身体で生まれた酸を中和する中和剤です。アレクシス・フランク・ハルトマン先生は、乳酸（ラクテート）イオンという中和剤を加えた輸液を開発しました。それが、ハルトマン輸液、皆さんご存じの乳酸リンゲル輸液です（図1-8）。リンゲル輸液や生理食塩水の多量投与で懸念される塩化物イオン（Cl<sup>-</sup>）の過剰を防ぎ、浸透圧も低く抑えることができるメリットもあります。長い間、医療現場の輸液の主役の座に君臨してきた輸液です。

ハルトマン輸液は、かなり細胞外液に近い組成になったことを確認してください。浸透圧も血清浸透圧値に、ぐっと近くなりました。

表1-2 体液分画ごとの電解質量

電解質 (mEq/L)	細胞外液		細胞内液	
	血漿	組織間液		
陽イオン	Na <sup>+</sup>	145	144	15
	K <sup>+</sup>	4	4	150
	Ca <sup>2+</sup>	3	2.5	2
	Mg <sup>2+</sup>	2	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

リンゲル液に中和剤（乳酸）を加えた  
→ハルトマン輸液（乳酸リンゲル液）

Na<sup>+</sup> 131mEq/L  
K<sup>+</sup> 4mEq/L  
Ca<sup>2+</sup> 3mEq/L  
Cl<sup>-</sup> 110mEq/L  
Lactate<sup>-</sup> 28mEq/L  
(中和剤)

計算上の浸透圧は  
276mOsm/L

→ 浸透圧比 0.9

図1-8 ハルトマン輸液の組成



# この逆方向の反応は？

## 用語解説 中和剤

ブドウ糖の代謝を例に解説します。ブドウ糖は、体内に取り込まれると肝臓のミトコンドリアにおいてエネルギーに代謝されます。そのときに、代謝水とともに酸性物質が産生されます。



この酸性物質を中性に中和する働きをもつものが中和剤です。

中和剤には、乳酸イオン、この後出てくる酢酸イオン、重炭酸イオン、クエン酸イオンなどがあります。

表1-3 中和剤の名前と輸液製剤

乳酸 (ラクテート) リンゲル輸液	製品名：ソルラクト、ラクテック、ヴィーンF
酢酸 (アセテート) リンゲル輸液	製品名：ソルアセトD、フィジオ140
重炭酸 (バイカルボネート) リンゲル輸液	製品名：ビカーボン、ビカネイト

中和剤の種類により命名。



表1-4 細胞外液補充液

# 中和剤に着目！



製剤名	液量	会社名	糖質	w/v%	mEq/L					pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)
					Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>			
					147 147.2	4	4.5	155.5 155.7	—	5.0~7.5	1 0.9~1.1	—
					131 130	4	3 3	110 109	28 28	6.0~7.5 6.0~8.5	0.9 0.9	—
ラクテック注	250, 500, 1,000	大塚製薬										
ソルアセットF輸液	500, 1,000	テルモ			131						0.9	
ヴィーンF輸液	500	扶桑			130						1	
ソリュージェンF注	500	共和C	—	—	130	4	3	109	Ace <sup>-</sup> 28	6.5~7.5	0.8~1.0	—
リナセートF輸液	500	エイワイ/麗進堂			130						1	
ピカネイト輸液*	500, 1,000	大塚製薬	—	—	130	4	3	109	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 28	6.8~7.8	0.9	—
ピカーボン輸液*	500	エイワイ/麗進堂	—	—	135	4	3	113	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 25		0.9~1.0	
ソルラクトD輸液	250, 500	テルモ			131			110		4.5~7.0	2	
ハルトマンD液「小林」	500	共和C	Glu	5	131	4	3	110	28	4.1~4.9	1.8~2.2	200
ラクテックD輸液	500	大塚製薬			130			109		3.5~6.5	2	
ソルアセットD輸液	250, 500	テルモ			131					4.0~6.5	2	
ヴィーンD輸液	200, 500	扶桑			130					4.0~6.5	2	
ソリュージェンG注	200, 300, 500	共和C	Glu	5	130	4	3	109	Ace <sup>-</sup> 28	4.0~6.5	1.8~2.1	200
リナセートD輸液	200, 500	エイワイ/麗進堂			130					4.5~6.0	2	
ソルラクトS輸液	250, 500	テルモ			131			110		6.0~7.5		
ラクテックG輸液	250, 500, 1,000	大塚製薬	Sor	5	130	4	3	109	28	6.0~8.5	2	200
ソルラクトTMR輸液	250, 500	テルモ			131			110			1	
ポタコールR輸液	250, 500	大塚製薬	Mal	5	130	4	3	109	28	3.5~6.5	1.5	200
フィジオ140輸液*	250, 500	大塚製薬	Glu	1	140	4	3	115	Ace <sup>-</sup> 25	5.9~6.2	1	40

\*ピカネイト輸液はその他にMg<sup>2+</sup> 2mEq/L, Cit<sup>3-</sup> 4mEq/Lを含む。\*ピカーボン輸液はその他にMg<sup>2+</sup> 1mEq/L, Cit<sup>3-</sup> 5mEq/Lを含む。\*フィジオ140輸液はその他にMg<sup>2+</sup> 2mEq/L, Gluco<sup>-</sup> 3mEq/L, Cit<sup>3-</sup> 6mEq/Lを含む。



# 重炭酸イオンが理想的

## ■ Step5：さらに進化して身体にやさしい輸液の時代に突入した——そのポイントは中和剤の変更

乳酸リンゲル輸液で使われている中和剤の乳酸イオンにも欠点がありました。それは、乳酸イオンの代謝のほとんどが肝臓で行われるために、肝臓に負担がかかることです。このため、中和剤の種類を変える工夫が加えられました。現在では、乳酸イオンの代わりに、肝臓以外の組織でも代謝が可能な酢酸イオン、重炭酸イオン、クエン酸イオンが中和剤として使用されるようになりました。

これにより、大量に投与されても肝臓に負担がかからない身体にやさしい細胞外液補充液の時代に突入しました。輸液製剤の名前も、中和剤の名前に由来しているものが多いのです (表1-3)。





## お役立ち豆知識③



# 重炭酸に耐えられる包装が開発された!

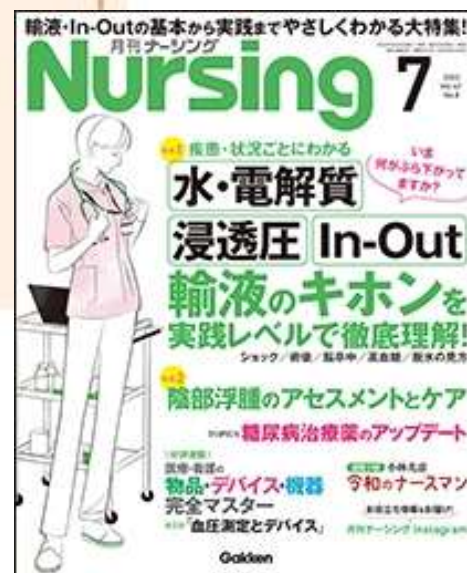
中和剤として重炭酸を用いるのは理想的なのですが、実は重炭酸は炭酸ガスとなり、輸液のプラスチック包装を通過してしまう可能性があります。そこで、炭酸ガスに対して高いバリア性を持ったガスバリア性フィルムと、炭酸ガス濃度をモニターできる炭酸ガスインジケータを装着させた製品が開発されました(図5)。その結果、重炭酸リンゲル液の安定性向上と品質の確認が可能になったのです。

図5 ビカネイト輸液



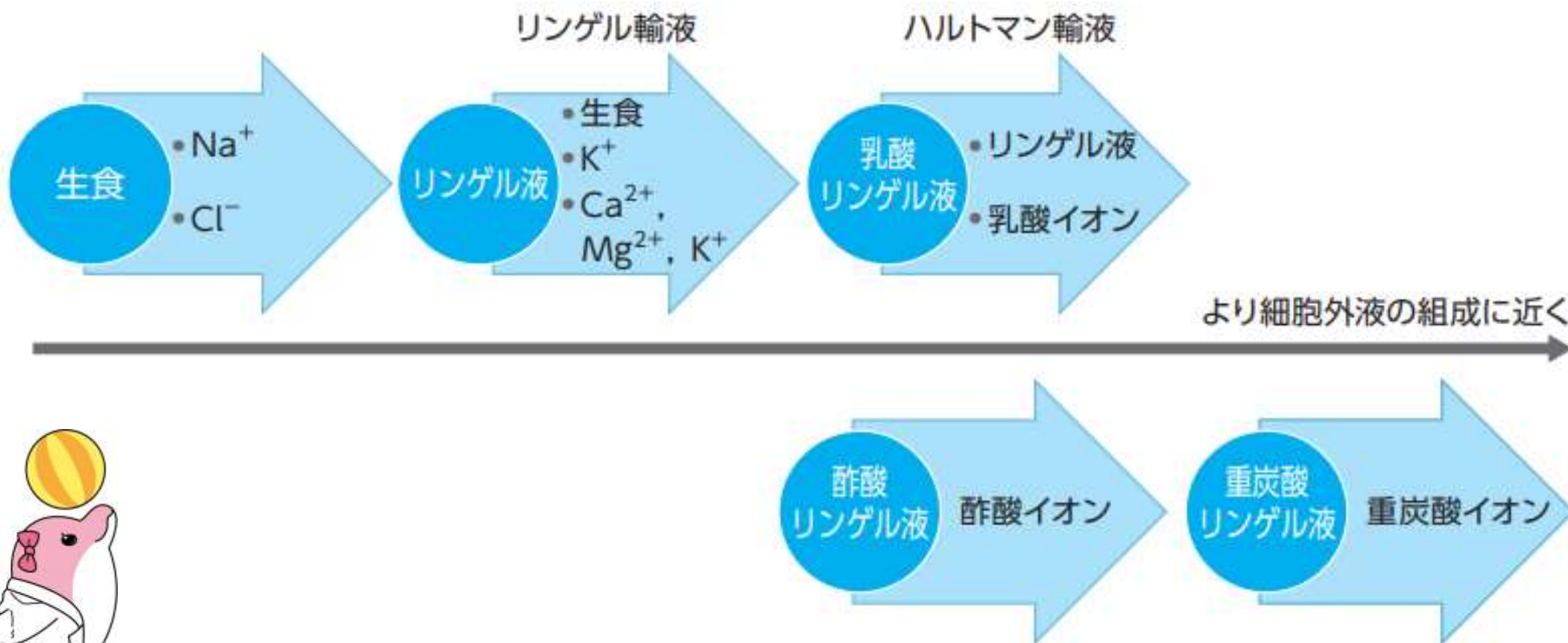
ガスバリア性フィルムで梱包され、炭酸ガスインジケータが装着されている

画像提供：株式会社大塚製薬工場





# ■ Step6 : 歴史で振り返ろう, 細胞外液補充液の進化



細胞外液補充液の進化の歴史



## お役立ち豆知識⑤



# 浸透圧比の値が大きいほど 静脈への負担が大きくなる

表2にある各製品の浸透圧比を確認してみましょう。  
浸透圧比とは、生理食塩水の浸透圧を1.0としたときの浸透圧の値です。  
知っておきたいことは、値が大きいほど静脈への負担が大きくなることです。具体的には、浸透圧比3.0

までであれば末梢静脈からの投与が可能です。3.0に近づくほど静脈炎のリスクが高くなります。それ以上では、中心静脈からの投与が選択されます。当然、栄養素が多く含有されれば、浸透圧比は高くなります。





表2 細胞外液補充液の組成

製品名	液量 (m/L)	会社名	mEq/L											糖質 g/L	熱量 Kcal/L	pH	浸透圧比	
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonate <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>						
生理食塩液	大塚生食注 20, 50, 100 250, 500, 1,000	大塚	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
	テルモ生食 100, 250, 500 1,000, 1,300	テルモ	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
	生理食塩液 バッグ「フソー」 250, 500 1,000, 1,500	扶桑	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
リンゲル液	リンゲル液「オーツカ」 500	大塚	147	4	—	4.5	155.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0~7.5	約1
	リンゲル液「フソー」 500	扶桑	147.2	4.0	—	4.5	155.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0~7.5	0.9~1.1
乳酸リンゲル液	ラクテック注 250, 500, 1,000	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	約0.9
	ラクテックD輸液 500	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	G50	200	—	3.5~6.5	約2	
	ラクテックG輸液 250, 500, 1,000	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	S50	200	—	6.0~8.5	約2	
	ポタコールR輸液 250, 500	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	M50	200	—	3.5~6.5	約1.5	
	ソルラクト輸液 250, 500, 1,000	テルモ	131	4	—	3	110	28	—	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	約0.9	
	ソルラクトTMR輸液 250, 500	テルモ	131	4	—	3	110	28	—	—	—	—	M50	200	—	3.5~6.5	約1	
ラクトリンゲル液 「フソー」 200, 500, 1,000	扶桑	130.4	4.0	—	2.7	109.4	27.7	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	0.8~1.0	
酢酸リンゲル液	フィジオ 140輸液 250, 500	大塚	140	4	2	3	115	—	25	—	—	3	6	G10	40	—	5.9~6.2	約1
	ヴィーンD輸液 200, 500	扶桑	130	4	—	3	109	—	28	—	—	—	G50	200	—	4.0~6.5	約2	
	ソルアセットD輸液 250, 500	テルモ	131	4	—	3	109	—	28	—	—	—	G50	200	—	4.0~6.5	約2	
	ソルアセットF輸液 500, 1,000	テルモ	131	4	—	3	109	—	28	—	—	—	—	—	—	6.5~7.5	約0.9	
	ソリューゲンF注 500	共和/ ニプロ/光	130	4	—	3	109	—	28	—	—	—	—	—	—	—	6.5~7.5	0.8~1.0
リンゲル液 <small>重炭酸</small>	ピカネイト輸液 500, 1,000	大塚	130	4	2	3	109	—	—	28	—	4	—	—	—	—	6.8~7.8	約0.9
	ピカーボン輸液 500	エイワイ/ 隔達堂	135	4	1	3	113	—	—	25	—	5	—	—	—	—	6.8~7.8	0.9~1.0

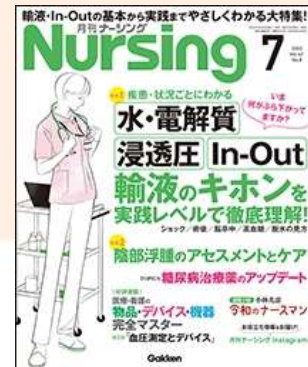
ここに着目  
浸透圧比  
末梢から行ける？

表2 細胞外液補充液の組成

製品名	容量 (m/L)	会社名	mEq/L										糖質 Kcal/L	pH	浸透圧		
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonate <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>					
生理食塩液	大塚生食注 20, 50, 100 250, 500, 1,000	大塚	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
	テルモ生食 100, 250, 500 1,000, 1,300	テルモ	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
	生理食塩液 バッグ「フソー」 250, 500 1,000, 1,500	扶桑	154	—	—	—	154	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5~8.0	1
リンゲル液	リンゲル液「オーツカ」 500	大塚	147	4	—	4.5	155.5	—	—	—	—	—	—	—	5.0~7.5	約1	
	リンゲル液「フソー」 500	扶桑	147.2	4.0	—	4.5	155.7	—	—	—	—	—	—	—	5.0~7.5	0.9~1.1	
乳酸リンゲル液	ラクテック注 250, 500, 1,000	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	約0.9	
	ラクテック D 輸液 500	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	G50	200	3.5~6.5	約2	
	ラクテック G 輸液 250, 500, 1,000	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	S50	200	6.0~8.6	約2	
	ポタコール R 輸液 250, 500	大塚	130	4	—	3	109	28	—	—	—	—	M50	200	3.5~6.5	約1.5	
	ソララクト輸液 250, 500, 1,000	テルモ	131	4	—	3	110	28	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	約0.9	
	ソララクト TMR 輸液 250, 500	テルモ	131	4	—	3	110	28	—	—	—	—	M50	200	3.5~6.5	約1	
ラクトリンゲル液 「フソー」 200, 500, 1,000	扶桑	130.4	4.0	—	2.7	109.4	27.7	—	—	—	—	—	—	6.0~7.5	0.8~1.0		
酢酸リンゲル液	フィジオ 140 輸液 250, 500	大塚	140	4	2	3	115	—	25	—	3	6	G10	40	5.9~6.2	約1	
	ヴィーン D 輸液 200, 500	扶桑	130	4	—	3	109	—	28	—	—	—	G50	200	4.0~6.5	約2	
	ソラアセット D 輸液 250, 500	テルモ	131	4	—	3	109	—	28	—	—	—	G50	200	4.0~6.5	約2	
	ソラアセット F 輸液 500, 1,000	テルモ	131	4	—	3	109	—	28	—	—	—	—	—	6.5~7.5	約0.9	
	ソリューゲン F 注 500	共和/ ニプロ/光	130	4	—	3	109	—	28	—	—	—	—	—	6.5~7.5	0.8~1.0	
リンゲル液 重炭酸	ピカネイト輸液 500, 1,000	大塚	130	4	2	3	109	—	—	28	—	4	—	—	6.8~7.8	約0.9	
	ピカーボン輸液 500	エイワイ/ 開進堂	135	4	1	3	113	—	—	25	—	5	—	—	6.8~7.8	0.9~1.0	

## 組成表の読み方

- Step1 細胞外液補充液では、Na<sup>+</sup>濃度が高いかを確認します
- Step2 含まれている陽イオンと陰イオンの種類を確認します
- Step3 中和剤の種類を確認します
- Step4 糖質含有の有無(製剤にFの文字が入っているとFree:糖質ゼロ、製剤にD,R,Gなどの文字が入っていると含有されている)を確認します
- Step5 浸透圧比を確認します

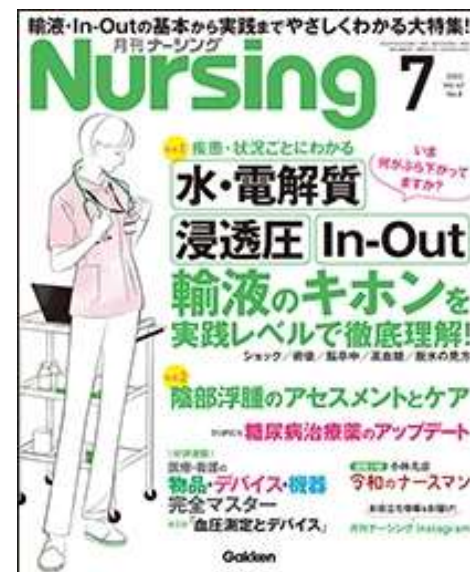




## 細胞外液補充液の 大量・長期投与に注意

細胞外液補充液の大量投与および長期投与により、  
次のような弊害が生じます。

- 高ナトリウム血漿，高クロール血症
- 間質浮腫……ナトリウムイオンが間質に移動することにより，水も同時に移動するため。
- エネルギー不足……糖質がほぼ入っていないため。



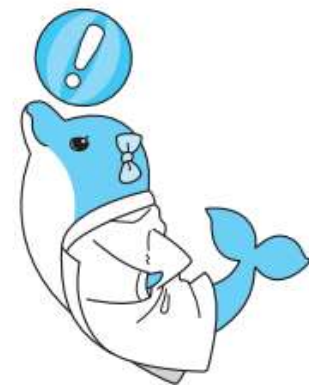


# 細胞内液補充液を学ぶ

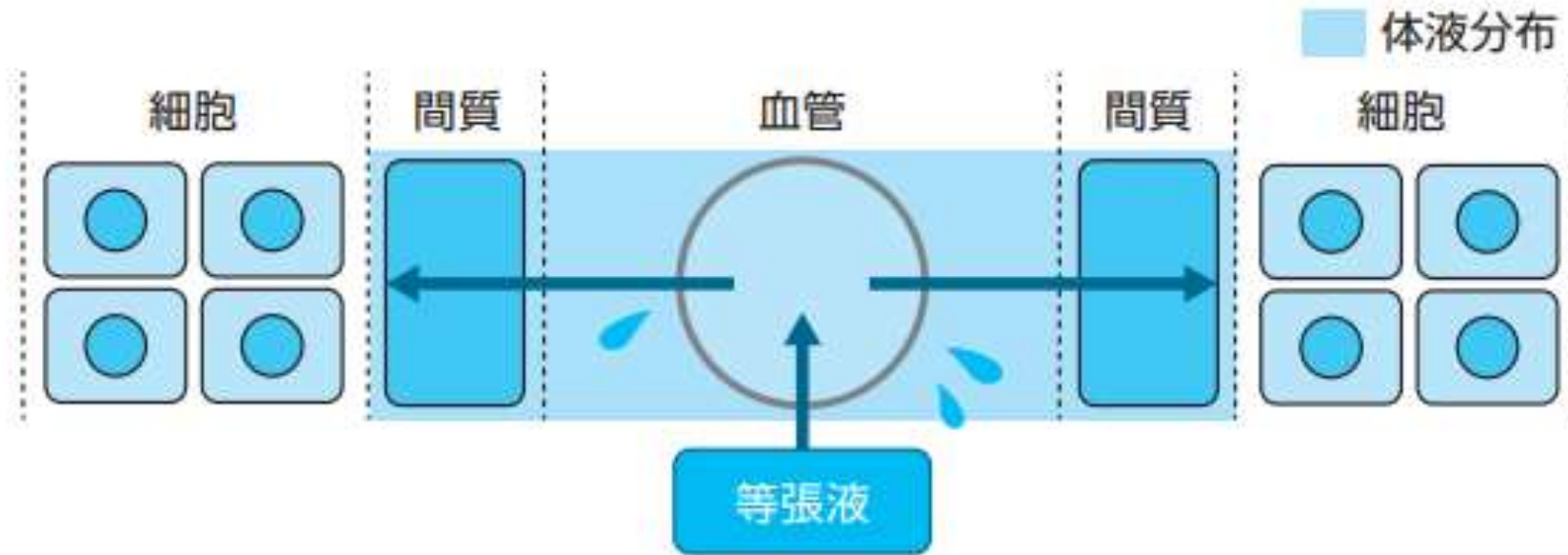
## 細胞内液補充液（低張輸液）

**Point**

細胞内に補充するには低浸透圧な組成にして、水を細胞内に移動させる



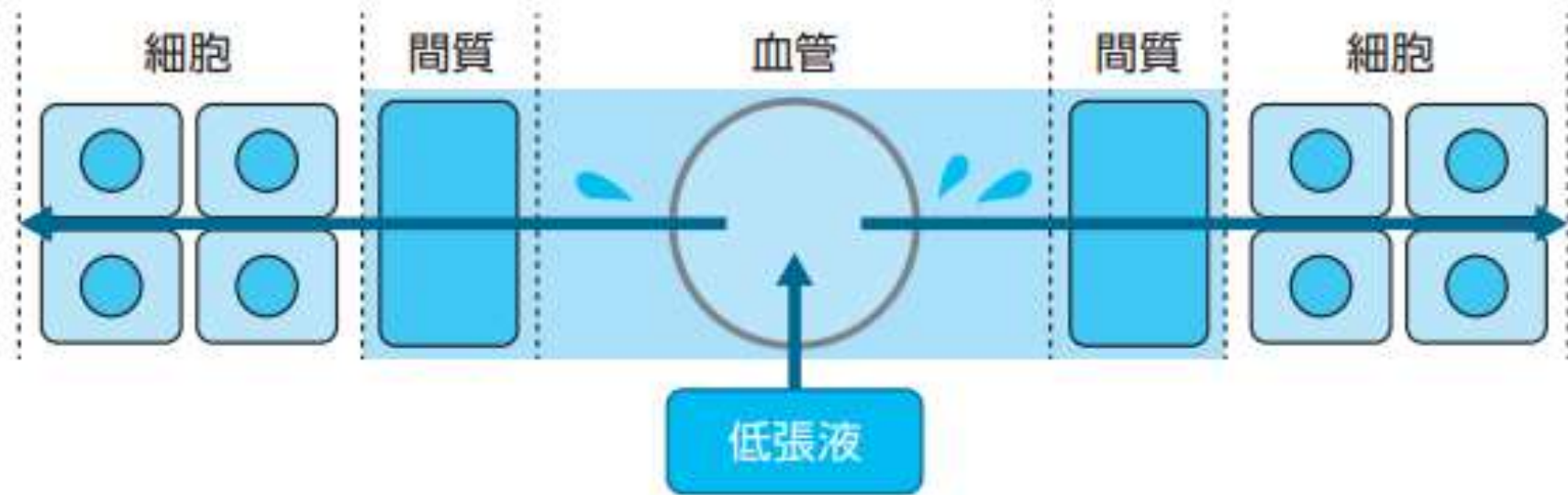
- ・等張液を輸液すると……細胞外液と等張なので、細胞外液中にとどまります。



**等張液＝細胞外液補充液**

ここが  
**Point!!**

- 低張液を輸液すると……細胞外液を等張に濃縮するために、浸透圧の高い細胞内液に水が移動します。



**低張液 = 細胞内液補充液**



**Point** 低張液のつくり方は、生理食塩水を5%ブドウ糖液で割ります（カクテル）

それでは、低張輸液を作成してみましょう。つくり方は、生理食塩水を5%ブドウ糖液で割る、カクテルをつくるような感じです（図1-11）。

**Point** 細胞内液補充液の $\text{Na}^+$ 濃度の数値を見てみよう  
臨床では3号液がもっとも使用されている

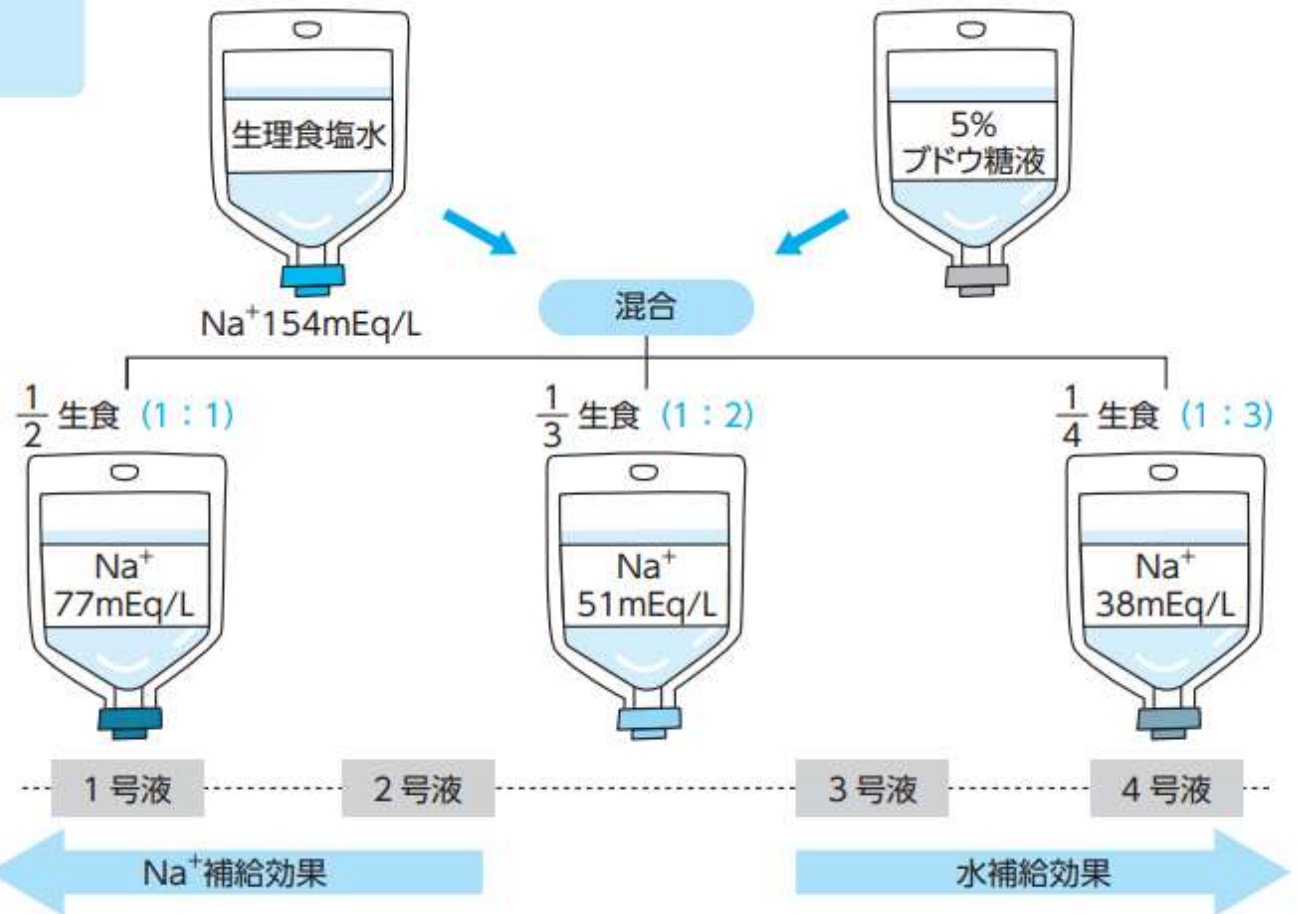
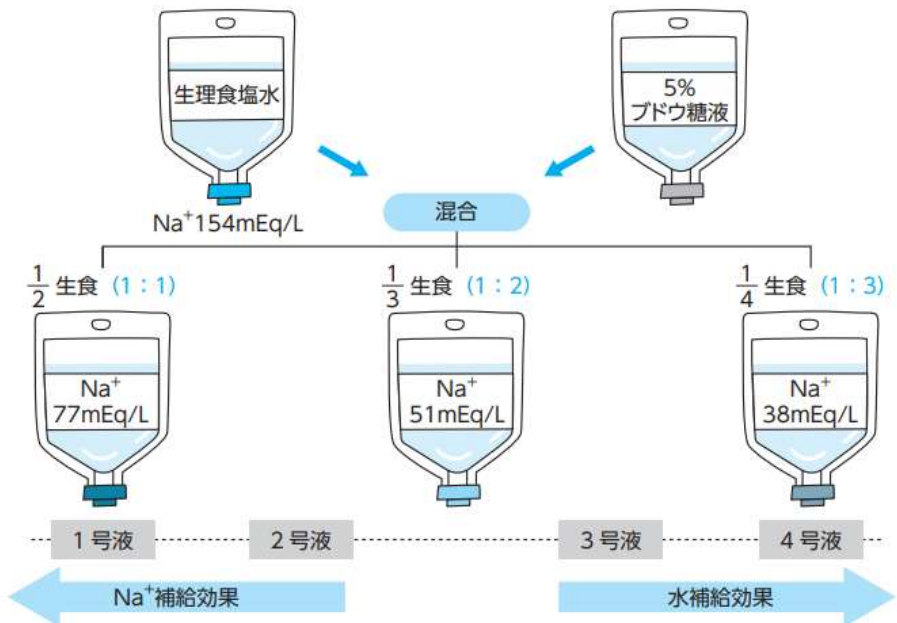


図1-11 生理食塩水と5%ブドウ糖液を混合させ、低張液を作成する方法





# いわゆる、半生食

## ■ 1号液：開始液 (表1-5)

生理食塩水：5%ブドウ糖液=1：1

$\text{Na}^+$ 濃度が生理食塩水の1/2：77~90mEq/L

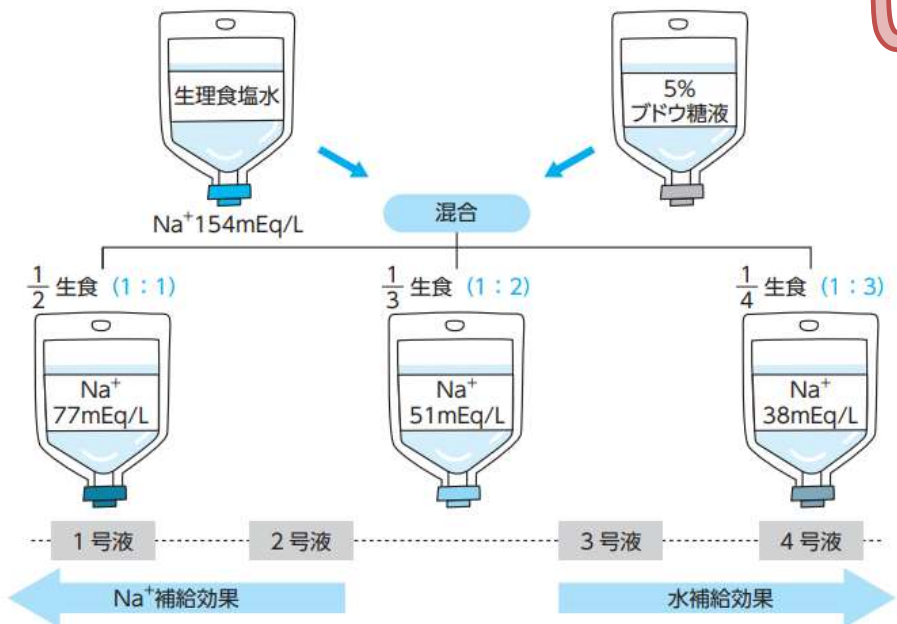
$\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ しか含まれていない

1号液は「開始液」と呼ばれます。電解質濃度が生理食塩水の2分の1程度です。特徴は、 $\text{K}^+$ が含まれていないことです。病態がわからない脱水症や心不全、腎機能障害患者や腎排泄能力が未熟な乳幼児などの患者に用いられます。

表1-5 1号液(開始液)

製品名	液量 (mL)	会社名	糖		mEq/L					pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)
			糖質	w/v%	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{Lac}^-$			
ソルデム1輸液	200, 500	テルモ								4.5~7.0	1	104
ソリター-T1号輸液	200, 500	エイワイ/麗進堂	Glu	2.6	90	—	—	70	20	3.5~6.5	1	104
KN1号輸液	200, 500	大塚製薬	Glu	2.5	77	—	—	77	—	4.0~7.5	1	100





# いわゆる、脱水治療輸液 あまり使用されていない

## ■ 2号液：脱水補給液 (表1-6)

生理食塩水：5%ブドウ糖液＝1：1

Na<sup>+</sup>濃度が生理食塩水の1/2：77～90mEq/L

Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>のほかにK<sup>+</sup>やMg<sup>2+</sup>が含まれている

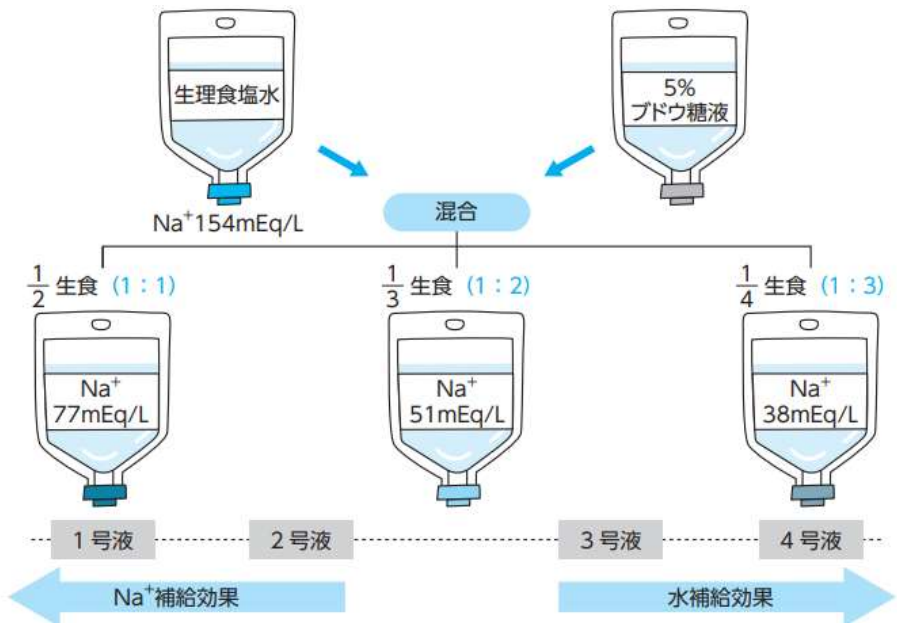
2号液は「脱水補給液」と呼ばれます。Na<sup>+</sup>濃度が1号液とほぼ一緒です。さらにK<sup>+</sup>やMg<sup>2+</sup>を加えてあります。細胞内の電解質を補正する目的で使用されます。

表1-6 2号液(脱水補給液)

製品名	液量 (mL)	会社名	糖		mEq/L						pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)
			糖質	w/v%	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>	P(mmol/L)			
ソルデム2輸液	200, 500	テルモ	Glu	1.45	77.5	30	—	59	48.5	—	4.5~7.0	1	58
KN2号輸液	500	大塚製薬	Glu	2.35	60	25	2	49	25	6.5	4.5~7.0	1	94
ソリター-T2号輸液	200, 500	エイワイ/麗進堂	Glu	3.2	84	20	—	66	28	10	3.5~6.5	1	128







# 最も、使用されている 維持液

## ■ 3号液：維持液 (表1-7)

生理食塩水：5%ブドウ糖液=1：2

Na<sup>+</sup>濃度が生理食塩水の1/3：51 mEq/L

3号液は「維持液」と呼ばれるもので、臨床現場でもっとも頻用されている低張輸液です。電解質としてNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>の含有量が2号液よりも低く調整されています。ヒトの水・電解質の喪失量から考えると、3号液を2,000 mL輸液すると1日当たりの水・電解質量を補うことができるため、非常に便利な輸液です。流通している製品も、細胞外液補充液に次いで、細胞内液補充液3号液が多いです。K<sup>+</sup>の含有量が多いため、腎機能障害などがある場合は尿量のモニタリングが必要です。

# 後に(栄養輸液で)この組成が役に立つ

表1-7 3号液(維持液)

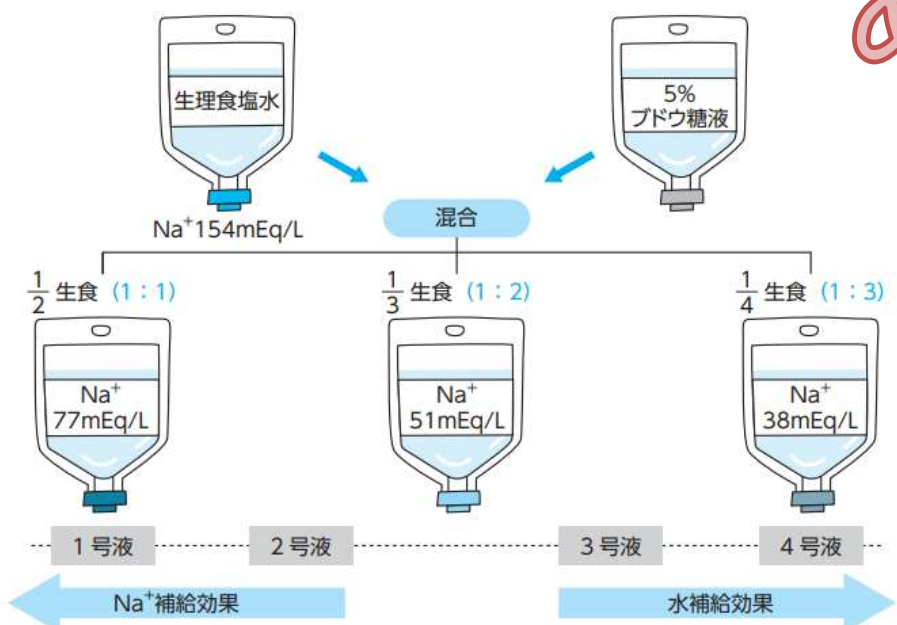
製品名	液量 (mL)	会社名	糖		mEq/L							pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)
			糖質	w/v%	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>			
ソルデム3輸液	200, 500	テルモ	Glu	2.7	50	20	—	—	50	20	—	4.5~7.0	0.9	108
KN3号輸液	200, 500	大塚製薬										4.0~7.5	1	
フルクトラクト注	200, 500	大塚製薬										Fru	4.0~7.5	
ソルデム3A輸液	200, 500, 1,000	テルモ	Glu	4.3	35	20	—	—	35	20	—	5.0~6.5	1	172
ソリタ-T3号輸液	200, 500	エイワイ/隔進堂										3.5~6.5		
ソルデム3AG輸液	200, 500	テルモ	Glu	7.5	35	20	—	—	35	20	—	5.0~6.5	2	300
ソリタ-T3号G輸液	200, 500	エイワイ/隔進堂										3.5~6.5		
ソルデム3PG輸液	200, 500	テルモ	Glu	10	40	35	—	—	40	20	P8mmol	4.0~6.0	3	400
フィジオ35輸液 <sup>®</sup>	250, 500	大塚製薬	Glu	10	35	20	3	5	28	Ace <sup>-</sup> 20	P10mmol	4.7~5.3	2~3	400
フィジオソール3号輸液	500	大塚製薬										4.0~5.2		
リプラス3号輸液	200, 500	扶桑	Glu	5	40	20	—	—	40	20	—	4.5~5.5	1.4~1.5	200
ソルマルト輸液	200, 500	テルモ	Mal	5	45	17	5	—	37	Ace <sup>-</sup> 20	10	4.3~6.3	1	200
アクチット輸液	200, 500	扶桑										4.3~6.3		
ヴィーン3G輸液	200, 500	扶桑										Glu		
トリフリード輸液 <sup>®</sup>	500, 1,000	大塚製薬	Glu	6.0	35	20	5	5	35	Ace <sup>-</sup> 6	P10mmol	4.5~5.5	2.6	420
			Fru	3.0										
			Xyl	1.5										
ソリタックス-H輸液	500	エイワイ/隔進堂	Glu	12.5	50	30	3	5	48	20	P10mmol	5.7~6.5	3	500

※フィジオ35輸液はその他にGluco<sup>-</sup> 5mEq/Lを含む。

※トリフリード輸液はその他にCit<sup>3-</sup> 14mEq/L, Zn 5μmol/Lを含む。



# あまり、使用されていない



## ■ 4号液：術後回復液 (表1-8)

生理食塩水：5%ブドウ糖液=1：3

Na<sup>+</sup>濃度が生理食塩水の1/4：38mEq/L

4号液は「術後回復液」と呼ばれるものです。4種類の中で、すべての電解質がもっとも低い輸液製剤です。電解質の補正を必要としない、主に水補給を目的とした輸液の際に使用されます。K<sup>+</sup>が含まれていないので、腎不全患者や術後早期の輸液に用いられます。臨床現場では、術後には経口飲水が推奨されているので細胞外液補充液4号液の使用は減少しました。あまりみることのない輸液製剤です。

表1-8 4号液(術後回復液)

製品名	液量 (mL)	会社名	糖		mEq/L					pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)
			糖質	w/v%	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>			
ソルデム6輸液	200, 500	テルモ	Glu	4	30	-	-	20	10	4.5~7.0	0.9	160
KN4号輸液	500	大塚製薬								4.0~7.5	1	
ソリター-T4号輸液	200, 500	エイワイ/獨進堂								3.5~6.5	1	



## ■ 細胞内液補充液の使用上の注意点

細胞内液補充液は、急性期の病態が落ち着いたときに実施される輸液です。細胞内液に水・電解質を補給できるメリットがある一方、デメリットもあります。

### ● デメリット：

- ・ 1～4号液、それぞれに特徴があるので、理解して使用しなければなりません。
- ・ 全体的に電解質濃度が低いので、長期使用で電解質不足が生じやすくなります。
- ・ 栄養素は皆無なので、いつまでも細胞内液補充液だけを輸液しているだけでは栄養不良になります。

近年、脱水症には経口補水療法、術後には早期経口摂取という風潮にあるので、細胞内液補充液のシェアは低下してきています。いまだ使用頻度の高い、3号液の特徴はおさえておきましょう。



# 小括；水電解質輸液、クリスタロイド、晶質輸液

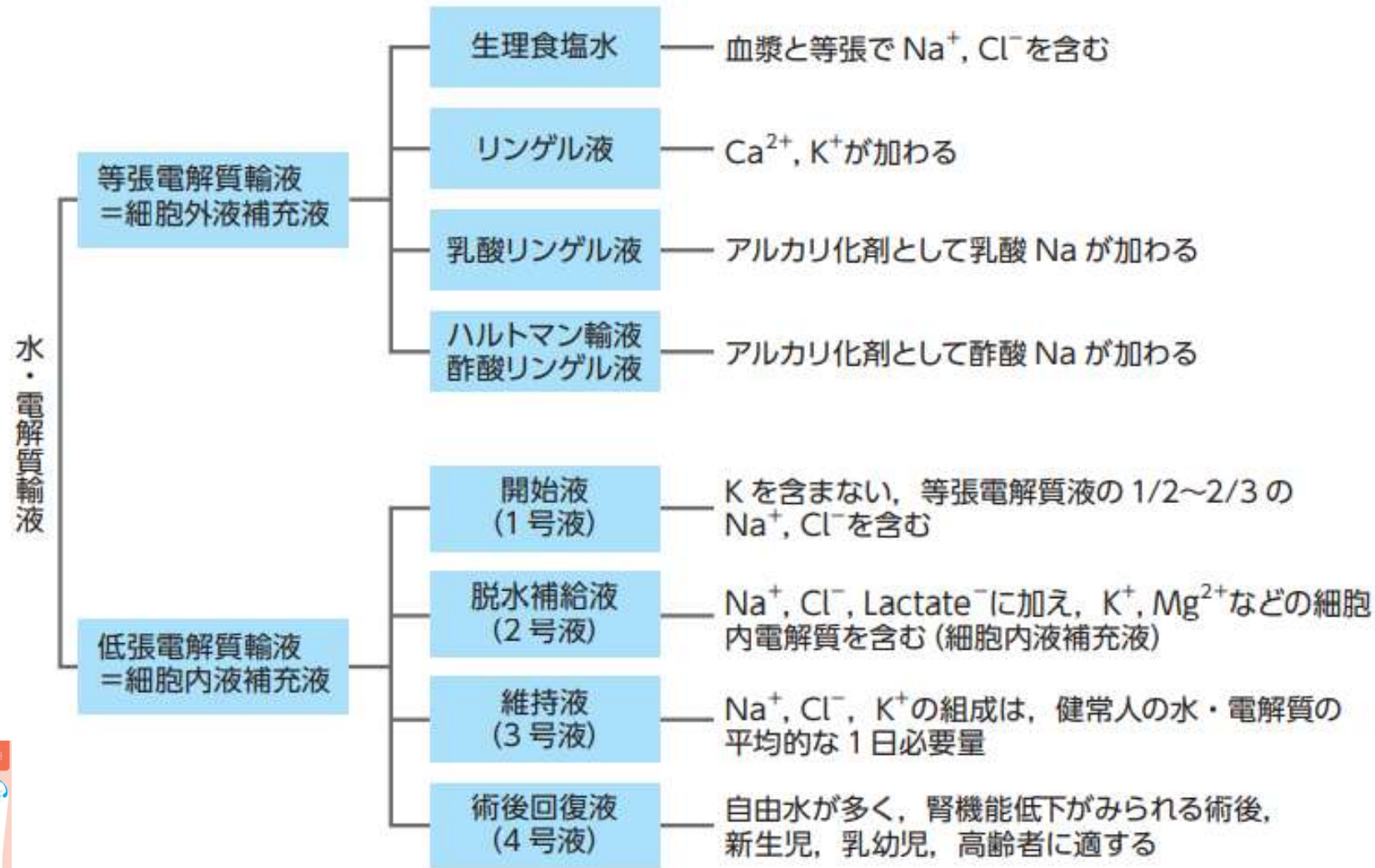


図 1-13 水・電解質輸液のまとめ





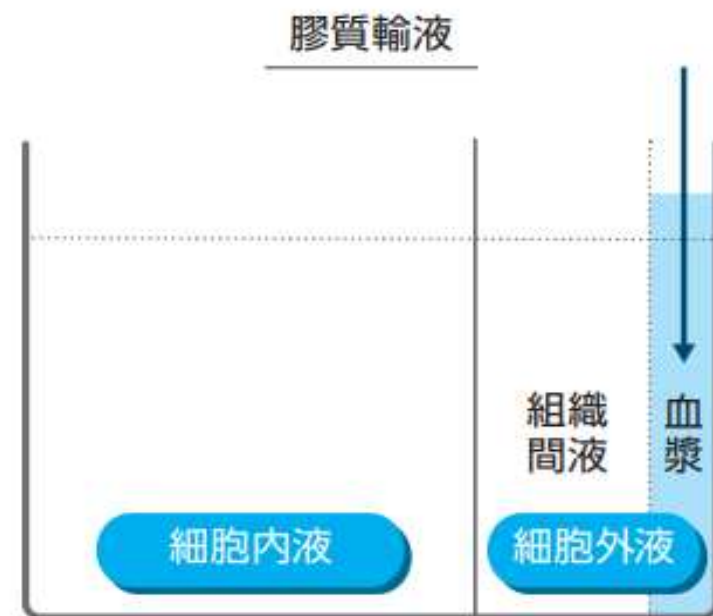
## 膠質輸液

**Point** 膠質輸液は血管内にとどまり、ショック時に使用する

通常の輸液療法は水・電解質輸液である晶質液(クリスタロイド)が使用されます。しかし、血管内容量(血漿)を増加させたいときには、膠質輸液(コロイド)を使用します。

膠質液とは血漿増量製剤で、循環血液量を増加させる目的で使用されます。膠質輸液には、毛細血管壁を通過しない大きな分子量であるコロイド分子やアルブミンが含まれています。このため膠質輸液には血管外へ移動しないで血管内にとどまるという特徴があります。さらには、膠質輸液の副作用である凝固異常や腎障害には注意して使用しましょう(図1-12)。

- 赤血球 → 輸血。
- デンプン、デキストラン、HES製剤 → ショック時の循環血漿量の増加。
- アルブミン → ショック時の循環血漿量の増加、浮腫の改善。



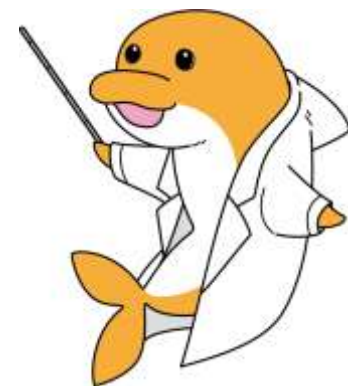




製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/L					ヒドロキシエチルデンプン (g/容器)	糖質 (Glc) g/容器	pH	浸透圧比 <sup>#</sup>
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lactate <sup>-</sup>				
ボルペン輸液6%	500	大塚製薬	154	—	—	154	—	30	—	4.0~5.5	約1
サリンヘス輸液6%	500	大塚製薬	154	—	—	154	—	30	—	5.0~7.0	約1
ヘスパンダー輸液	500	大塚製薬	105.6	4	2.7	92.3	20	30	G5.0	5.0~7.0	約1

#生理食塩水に対する比。

図1-12 わが国で使用されている膠質輸液



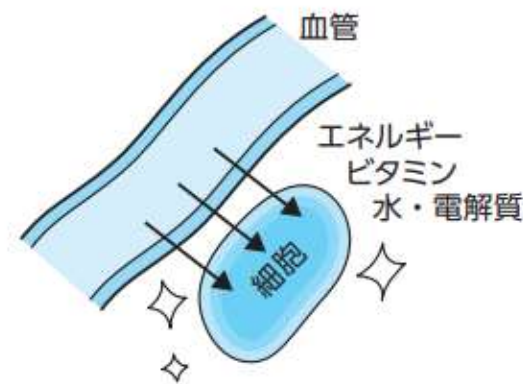


### 3 栄養輸液

**Point** 栄養輸液は細胞内液補充液に栄養素を載せている

皆さん、お待ちかねの栄養輸液について学びます。実は、栄養輸液を理解するために、新たな学習はほとんど不要です。なぜならば、栄養輸液は細胞内に栄養を運ばなくてはならないので、細胞内液補充液に栄養素を載せていると考えればよいのです。末梢静脈栄養輸液も中心静脈栄養輸液も、含まれている電解質濃度を確認してみてください。もう、すでに学んだ内容なので安心できることでしょう。

# 細胞内液補充液に載せる





はじめに歴史の続きです。水・電解質輸液に続いて、栄養輸液が考案されました。1961年にペンシルベニア大学病院のスタンリー・ダドリック博士が、犬を静脈栄養のみで生存させたことで中心静脈栄養輸液 (total parenteral nutrition : TPN) の有効性が示されました。

ダドリック博士は「あまりにも多くの患者がその原疾患によってではなく、飢餓の合併によって死亡している」という事実から栄養療法を考案したとのこと。1968年には、ダドリック博士は短腸症候群症例においてTPNの成功例を世界ではじめて報告するに至りました。これを期に、臨床栄養領域では静脈栄養が広く普及しました。





## 末梢静脈栄養輸液，中心静脈栄養輸液

静脈栄養輸液 (parenteral nutrition : PN) には，末梢静脈栄養輸液 (peripheral parenteral nutrition : PPN) と中心静脈栄養輸液 (total parenteral nutrition : TPN) の2種類の栄養輸液があります。水・電解質輸液と比較してPPN，TPNの特徴を表1-9に示します。

表1-9 水・電解質輸液，末梢静脈栄養輸液，中心静脈栄養輸液の特徴

	水・電解質輸液	末梢静脈栄養輸液 (PPN)	中心静脈栄養輸液 (TPN)
含有エネルギー	ほとんどなし	～1,000kcal	1,200～2,500kcal
輸液製剤	水・電解質輸液 細胞外液補充液 細胞内液補充液 1～5%糖液	5～12.5%糖液 10～20%脂肪乳剤 アミノ酸製剤 ビタミン剤	高カロリー栄養輸液 20～50%糖液 高濃度アミノ酸製剤 10～20%脂肪乳剤
適応と目的	<適応> 脱水の補正 <目的> ・主として水・電解質の投与 ・軽度のアシドーシスの補正	<適応> 短期間の経口摂取が不十分な場合 <目的> 不足している1,000kcalまでのエネルギー補充	<適応> ・栄養状態が不良 ・経口摂取が見込めない場合 <目的> 完全静脈栄養

## ■ 末梢静脈栄養

PPNとは、体表にある末梢静脈から栄養輸液を実施する方法です。末梢静脈から各種栄養素が投与できるので、臨床現場で頻用されています。後述するTPNはTPNだけで生きていくことができる完全静脈栄養であるのに対して、PPNはPPNだけでは長期間生きていくことはできません。このため、経口摂取との併用や短期間の使用に限定されます。

PPNは、[図1-14](#)にあるような表在の静脈が使用されます。

したがって、PPNにより短期間の栄養補給や、経口摂取で不十分な栄養素の補充が可能です(表1-10)。

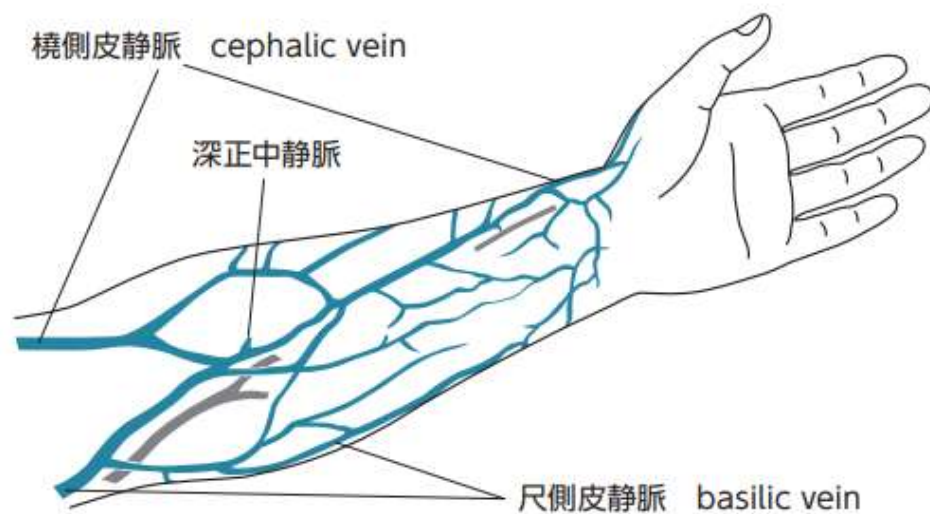


図1-14 末梢静脈栄養を投与する静脈



ここが  
**Point!!**

# 栄養輸液では必要な知識

## NPC/N(エヌピーシーエヌ比)





さらに  
ステップアップ!

## 非蛋白熱量/窒素比 (NPC/N比)

身体にアミノ酸だけを投与しても、エネルギーとして消費されてしまい蛋白合成として利用されません。適切な量の糖質を同時に投与することでアミノ酸は蛋白合成に利用されるのです。Gambleの報告では、1日当たり100gのブドウ糖を投与すると、筋肉などの分解による蛋白質喪失を約1/2に抑制することが示されています(図1-20)。

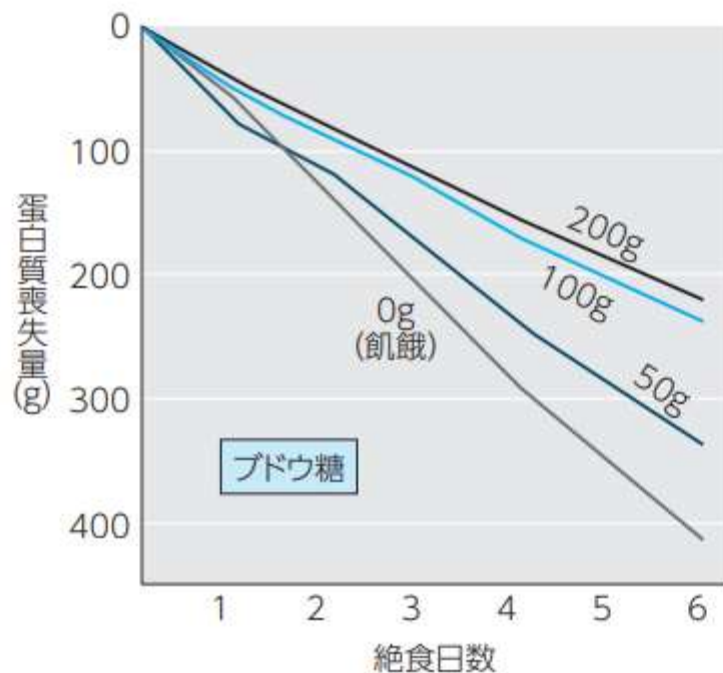


図1-20 糖質投与による蛋白質喪失に対する抑制効果

その適切な量を求めるために、「糖質+脂質」のエネルギー (kcal) と窒素 (g) の割合を NPC/N 比 (non-protein calorie/nitrogen ratio) として計算します。

侵襲がない状態では、投与された蛋白質またはアミノ酸が有効に蛋白合成に利用されるために窒素 1g に対して 150~200kcal の非蛋白エネルギー (NPC) が必要です。輸液プランを立案する際には、病態に応じた NPC/N 比の算出が欠かせません (図 1-21)。

$$\text{NPC/N} = \frac{\text{総エネルギー摂取量 (kcal)} - (\text{たんぱく質摂取量 (g)} \times 4)}{\text{たんぱく質摂取量 (g)} \div 6.25}$$

※窒素 (N) 1g はアミノ酸 (たんぱく質) 6.25g に相当する

図 1-21 NPC/N 比の算出方法



ここが  
**Point!!**

## ■ 病態に応じたNPC/N比

- 非侵襲時の病態：NPC/N比は150前後.
- 異化亢進状態(術後, 外傷, 熱傷や感染症など)：アミノ酸, 窒素を多めに投与しますので, NPC/N比は100前後と低め.
- 腎不全あるいはたんぱく質制限時, 小児：アミノ酸, 窒素を少なめに投与しますので, NPC/N比は300前後と高め.

輸液製剤だけではなく, 経腸栄養剤にもNPC/N比が記載されています. もちろん, 病態に応じて異なります. 一般的な経腸栄養剤は150前後です.

**Point**

NPC/N比は, 侵襲時に低く, 腎不全・小児で高く設定





# 基本は150

表1-14 糖質・水・電解質・アミノ酸・総合ビタミン製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋											mmol/袋 μmol/袋		糖質 g/袋	総遊離 アミノ 酸g/袋	非蛋白 窒素 g/袋	窒素量 g/袋	熱量 kcal/ 袋	pH	浸透 圧比
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	コハク酸	P	Zn							
ネオパレン ン1号輸 液	1,000	大塚 製薬	50	22	4	4	50	4	—	47	—	4	—	5	20	G120	20	153	3.13	560	約 5.6	約4
	1,500		75	33	6	6	75	6	—	71	—	6	—	7.6	30	G180	30		4.7	840		
	2,000		100	44	8	8	100	8	—	95	—	7	—	10	40	G240	40		6.27	1,120		
ネオパレン ン2号輸 液	1,000		50	27	5	5	50	5	—	53	—	12	12	6	20	G175	30	149	4.7	820	約 5.4	約5
	1,500		75	41	7.5	7.6	75	8	—	80	—	18	18	9	30	G2625	45		7.05	1,230		
	2,000		100	54	10	10	100	10	—	107	—	23	24	12	40	G350	60		9.4	1,640		
フルカ リック 1号輸液	903	テルモ /田辺 三菱	50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G120	20	154	3.12	560	4.5 ~ 5.5	約4
	1,354.5		75	45	15	12.95	73.5	—	45	17.85	12.75	—	—	375 mg	30	G180	30		4.68	84.0		
フルカ リック 2号輸液	1,003		50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G175	30	150	4.68	820	4.8 ~ 5.8	約5
	1,504.5		75	45	15	12.75	73.5	—	45	17.85	12.75	—	—	375 mg	30	G2625	45		7.02	1,230		
フルカ リック 3号輸液	1,103		50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G250	40	160	6.24	1,160	4.9 ~ 5.9	約6

# 侵襲時は100以下



表1-10 末梢静脈栄養に使用される輸液製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	ビタミンB <sub>1</sub> (mg/L)	mEq/L										mmol/L		糖質 g/L	総遊離 アミノ 酸g/L	非蛋白 熱量/ 窒素	窒素量 g/L	熱量 kcal/L	pH	浸透 圧比
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	P	Zn							
ビーフリード輸液	500 1,000	大塚製薬	1.92	35	20	5	5	35	5	20	16	—	6	10	5	G75	30	64	4.7	420	約6.7	約3
パレセーフ輸液	500	エイワイ/陽進堂	2	34.2	20	5	5	35.2	5	20	19	5	—	10	4.8	G75	30	64	4.7	420	約6.7	約3
パレプラス輸液	500 1,000	エイワイ/陽進堂	3.81	34.2	20	5.1	5	35.2	5.1	25.5	1.2	—	12	10	4.9	G75	30	64	4.7	420	約6.9	約3
プラスアミノ輸液	200 500	大塚製薬	—	約34	—	—	—	約34	—	—	—	—	—	—	—	G75	27.14	71	4.2	408	約4.6	約3
アミカリック輸液	200 500	テルモ/田辺三菱	—	30	25	3	—	50	—	40	—	—	—	—	—	G75	27.5	70	約4.3	410	4.6 ~ 5.6	約3

# 栄養輸液は3号液ベース

ここが  
**Point!!**

表1-7 3号液(維持液)

製品名	液量 (mL)	会社名	糖		mEq/L							pH	浸透圧比 (約)	熱量 (kcal/L)	
			糖質	w/v%	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	Lac <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>				
ソルデム3輸液	200, 500	テルモ	Glu	2.7	50	20	—	—	50	20	—	4.5~7.0	0.9	108	
KN3号輸液	200, 500	大塚製薬										4.0~7.5			1
フルクトラクト注	200, 500	大塚製薬										Fru			4.0~7.5
ソルデム3A輸液	200, 500, 1,000	テルモ	Glu	4.3	35	20	—	—	35	20	—	5.0~6.5	1	172	
ソリタ-T3号輸液	200, 500	エイワイ/属進堂										3.5~6.5			

栄養輸液 = 3号液  
+ 三大栄養素  
ビタミン、ミネラル



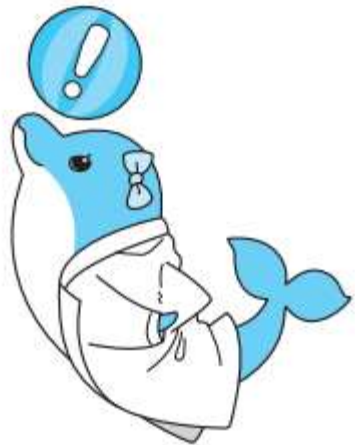


表1-10 末梢静脈栄養に使用される輸液製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	ビタミンB <sub>1</sub> (mg/L)	mEq/L										mmol/L		糖質 g/L	総遊離 アミノ 酸g/L	非蛋白 熱量/ 窒素	窒素量 g/L	熱量 kcal/L	pH	浸透 圧比
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	P	Zn							
ビーフリード輸液	500 1,000	大塚製薬	1.92	35	20	5	5	35	5	20	16	—	6	10	5	G75	30	64	4.7	420	約6.7	約3
パレセーフ輸液	500	エイワイ/陽進堂	2	34.2	20	5	5	35.2	5	20	19	5	—	10	4.8	G75	30	64	4.7	420	約6.7	約3
パレプラス輸液	500 1,000	エイワイ/陽進堂	3.81	34.2	20	5.1	5	35.2	5.1	25.5	1.2	—	12	10	4.9	G75	30	64	4.7	420	約6.9	約3
プラスアミノ輸液	200 500	大塚製薬	—	約34	—	—	—	約34	—	—	—	—	—	—	—	G75	27.14	71	4.2	408	約4.6	約3
アミカリック輸液	200 500	テルモ/田辺三菱	—	30	25	3	—	50	—	40	—	—	—	—	—	G75	27.5	70	約4.3	410	4.6 ~ 5.6	約3

製品名	液量 (mL)	会社名	ビタミンB <sub>1</sub> (mg/L)	mEq/L										mmol/L		糖質 g/L	総遊離 アミノ 酸g/L	非蛋白 熱量/ 窒素	窒素量 g/L	熱量 kcal/L	pH	浸透 圧比
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	P	Zn							
ビーフリー ド輸液	500 1,000	大塚 製薬	1.92	35	20	5	5	35	5	20	16	—	6	10	5	G75	30	64	4.7	420	約 6.7	約3

- **特徴**：アミノ酸・ビタミンB<sub>1</sub>加総合電解質補充液を例にみてみましょう。
  - ・細胞内液補充液の3号液，4号液をベースにしている (Na濃度で確認しよう)。
  - ・7.5%の糖質，ビタミンB<sub>1</sub>，アミノ酸，水・電解質が含まれている (表1-10)。
  - ・非蛋白熱量 (詳細はアミノ酸の項で解説予定) が 64と低い (侵襲用)
  - ・浸透圧比が3。
  - ・1日に5本，2,500 mL 投与することで，1,050kcal，アミノ酸75g，ビタミンB<sub>1</sub>が補充できる。  
Na<sup>+</sup>は90mEq/L，K<sup>+</sup>は50mEq/L補充できる。
  - ・ミキシング (混合) 前は糖質および水・電解質，アミノ酸の2分画 (ダブルバッグ)。







## ■ 中心静脈栄養

TPNとは、高濃度の栄養輸液を中心静脈から投与する方法です。エネルギーのほか、各種栄養素を補給することができるので“完全静脈栄養”とも呼ばれます。適応は、中等度から重度の栄養不良、長期間（目安として1週間以上）経口摂取ができない患者に用いられます。水、糖質、アミノ酸、脂質、電解質（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、P）、微量元素およびビタミンの1日必要量を中心静脈から24時間かけて持続的に投与します。

さらにTPN管理が長期化する場合には、埋め込み式の中心静脈カテーテルを留置します。また、在宅でTPN管理を実施することを、在宅中心静脈栄養（home parenteral nutrition：HPN）と呼びます。

中心静脈栄養法



コトバ  
IVHは死語  
今はTPN  
CVも良くない



TPN=total parenteral nutrition  
完全静脈栄養



TPNのパターンは  
水・電解質(3号液)

- ① + 糖質
- ② + アミノ酸
- ③ + ビタミン
- ④ + 脂肪または微量元素

TPNのパターンは  
水・電解質(3号液)

- ① +糖質
- ② +アミノ酸
- ③ +ビタミン
- ④ +脂肪または微量元素

### ①糖質・水・電解質(表1-12)

製品名としてはハイカリックという名称が付けられています。

#### ●特徴：

- ・Na<sup>+</sup>が含まれていない1号, 2号, 3号では, 数字の順に糖質が高濃度, 浸透圧比が高くなる。
- ・アミノ酸, ビタミン, 微量元素が欠けている。

表1-12 糖質・水・電解質

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋										mmol/袋		糖質 g/袋	熱量 kcal/ 袋	pH	浸透 圧比
			K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	P	Zn					
ハイカリック 1号輸液	700		—	30	10	8.5	—	10	—	25	8.5	—	150mg	10	G120	480	3.5~ 4.5	約4
ハイカリック 2号輸液	700		—	30	10	8.5	—	10	—	25	8.5	—	150mg	10	G175	700	3.5~ 4.5	約6
ハイカリック 3号輸液	700		—	30	10	8.5	—	10	—	25	8.5	—	250mg	20	G250	1,000	3.5~ 4.5	約8
ハイカリック RF輸液	250		—	—	—	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	250mg	20	G120	480	4.0~ 5.0	約4
	500		—	—	—	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	250mg	20	G175	700	4.0~ 5.0	約6
	1,000		—	—	—	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	250mg	20	G250	1,000	4.0~ 5.0	約8
ハイカリック RF輸液	250		12.5	—	1.5	1.5	7.5	—	7.5	—	1.5	—	—	5	G125	500	4.0~ 5.0	約11
	500		25	—	3	3	15	—	15	—	3	—	—	10	G250	1,000	4.0~ 5.0	約11
	1,000		50	—	6	6	30	—	30	—	6	—	—	20	G500	2,000	4.0~ 5.0	約11

ただし, 腎不全患者向けのハイカリックRF (RF: renal failure, 腎不全の意味) 輸液はNa<sup>+</sup>が含まれ, K<sup>+</sup>は含まれていません。糖質濃度が高く, 水が少ないので浸透圧比がかなり高めです。

## ② ①+アミノ酸 (表1-13)

## ●特徴：

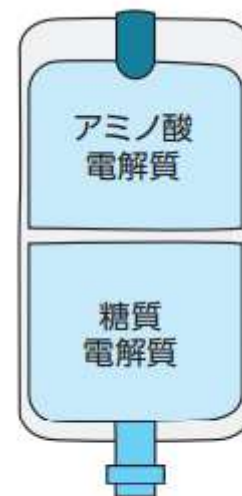
- ・細胞内液補充液の3号液をベースにしている.
- ・アミノ酸が入るので、非蛋白熱量/窒素比が150前後に調整されている.
- ・1号液から3号液まであり、順に熱量、浸透圧が高くなる.
- ・ミキシング (混合) 前は、水・電解質および糖質、アミノ酸の2分画 (ダブルバッグ) の状態.
- ・ビタミン、微量元素が欠けている.

TPNのパターンは  
水・電解質 (3号液)

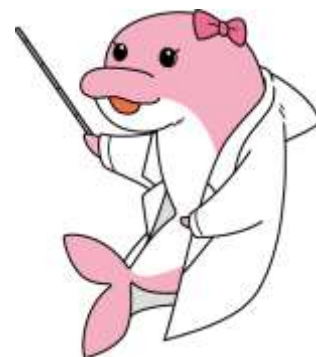
- ① +糖質
- ② +アミノ酸
- ③ +ビタミン
- ④ +脂肪または微量元素

表1-13 糖質・水・電解質・アミノ酸

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋											mmol/袋		糖質 g/袋	総液量 アミノ酸 g/袋	非蛋白 熱量/ 窒素 g/袋	窒素量 g/袋	熱量 kcal/袋	pH	浸透 圧比
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	Mal <sup>2-</sup>	P	Zn							
ピーエヌ ツイン 1号輸液	1,000	エイワイ/ 陽進堂	50	30	6	8	50	6	—	34	8	—	—	8	20	G 120	20	158	3.04	560	約5	約4
ピーエヌ ツイン 2号輸液	1,100		50	30	6	8	50	6	—	40	8	—	—	8	20	G 180	30	158	4.56	840	約5	約5
ピーエヌ ツイン 3号輸液	1,200		51	30	6	8	50	6	—	46	8	—	—	8	20	250.4	40	164	6.08	1,160	約5	約7



ダブルバッグ







### ③ ②+総合ビタミン製剤 (表1-14)

#### ●特徴：

- ・細胞内液補充液3号液がベースになっている。
- ・アミノ酸が入るので、非蛋白熱量/窒素比が150前後に調整されている。
- ・1号液から3号液まであり、順に熱量、浸透圧が高くなる。
- ・総合ビタミン製剤が配合されている。

表1-14 糖質・水・電解質・アミノ酸・総合ビタミン製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋											mmol/袋 μmol/袋		糖質 g/袋	比遊離 アミノ 酸g/袋	非蛋白 熱量/ 窒素	窒素量 g/袋	熱量 kcal/ 袋	pH	浸透 圧比		
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	Cit <sup>3-</sup>	コハ ク酸	P	Zn									
ネオパレン 1号輸液	1,000	大塚 製薬	50	22	4	4	50	4	—	47	—	4	—	5	20	G120	20	153	3.13	560	約 5.6	約4		
	1,500		75	33	6	6	75	6	—	71	—	6	—	7.6	30	G180	30		4.7	840				
	2,000		100	44	8	8	100	8	—	95	—	7	—	10	40	G240	40		6.27	1,120				
ネオパレン 2号輸液	1,000		大塚 製薬	50	27	5	5	50	5	—	53	—	12	12	6	20	G175	30	149	4.7	820	約 5.4	約5	
	1,500			75	41	7.5	7.6	75	8	—	80	—	18	18	9	30	G2625	45		7.05	1,230			
	2,000			100	54	10	10	100	10	—	107	—	23	24	12	40	G350	60		9.4	1,640			
フルカリ 1号輸液	903	テルモ /田辺 三菱		50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G120	20	154	3.12	560	4.5 ~ 5.5	約4	
	1,354.5			75	45	15	12.95	73.5	—	45	17.85	12.75	—	—	375 mg	30	G180	30		4.68	84.0			
フルカリ 2号輸液	1,003			テルモ /田辺 三菱	50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G175	30	150	4.68	820	4.8 ~ 5.8	約5
	1,504.5		75		45	15	12.75	73.5	—	45	17.85	12.75	—	—	375 mg	30	G2625	45	7.02		1,230			
フルカリ 3号輸液	1,103		テルモ /田辺 三菱		50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G250	40	160	6.24	1,160	4.9 ~ 5.9	約6
フルカリ 3号輸液	1,103				50	30	10	8.5	49	—	30	11.9	8.5	—	—	250 mg	20	G250	40		6.24	1,160		

TPNのパターンは  
水・電解質(3号液)

- ① +糖質
- ② +アミノ酸
- ③ +ビタミン
- ④ +脂肪または微量元素

TPNのパターンは  
水・電解質(3号液)

- ① +糖質
- ② +アミノ酸
- ③ +ビタミン
- ④ +脂肪または微量元素

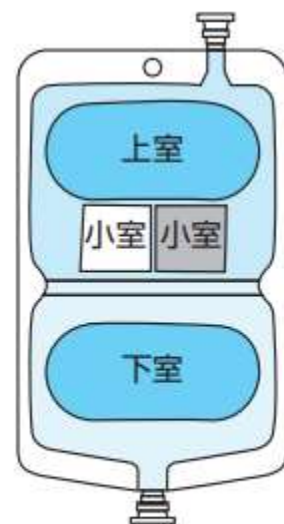
### ③+微量元素製剤(表1-15)

#### ●特徴:

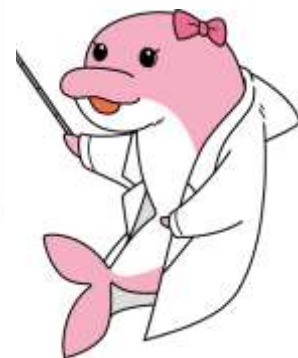
- ・細胞内液補充液1または2号液がベースになっている。
- ・アミノ酸が入るので、非蛋白熱量/窒素比が150前後に調整されている。
- ・1号液と2号液があり、順に熱量、浸透圧が高くなる。
- ・総合ビタミン製剤および微量元素が配合されている。
- ・ミキシング(混合)前は、水・電解質および糖質、アミノ酸、ビタミン製剤、微量元素の4分画(フォース(クワッド)バッグ)の状態。

表1-15 糖質・水・電解質・アミノ酸・総合ビタミン製剤・微量元素製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋									mmol/袋	μmol/袋	糖質 g/袋	総遊離 アミノ酸 g/袋	非蛋白 熱量/ 窒素	窒素量 g/袋	熱量 kcal/ 袋	pH	浸透 圧比	
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Lac <sup>-</sup>	Ace <sup>-</sup>	コハ ク酸	P	Zn								
ワンパル 1号	800	エイワイ/ 麗進堂	50	25	6	8	50	6.1	5.2	29	11.7	8	50	G120	20	158	3.04	560	約	約	
	1,200		75	37.5	9	12	75	9.2	7.8	43.6	17.6	12	75	G180	30		4.56	840	5.1	4.8	
ワンパル 2号	800		50	30	6	8	50	6.1	4.6	40	14.4	8	50	G180	30		4.56	840	約	約	
	1,200		75	45	9	12	75	9.2	7	60.1	21.6	12	75	G270	45		6.85	1,260	5.2	6.7	
エルネオ パNF1号 輸液	1,000	大塚 製薬	50	22	4	4	50	4	11	39	8	5	30	G120	20	153	3.13	560	約	約4	
	1,500		75	33	6	6	75	6	17	58	11	7.6	45	G180	30		4.7	840			
	2,000		100	44	8	8	100	8	23	78	15	10	60	G240	40		6.27	1,120			
エルネオ パNF2号 輸液	1,000		50	27	5	5	50	5	14	48	12	6	30	G175	30		149	4.7	820	約	約6
	1,500		75	41	7.5	7.6	75	8	21	72	18	9	45	G262.5	45			7.05	1,230		
	2,000		100	54	10	10	100	10	28	96	24	12	60	G350	60			9.4	1,640		



クワッドバッグ





## ⑤ ②+脂肪製剤 (表 1-16)

## ●特徴：

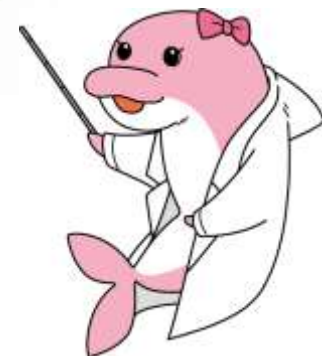
- ・細胞内液補充液3号液がベースになっている。
- ・アミノ酸が入り，非蛋白熱量/窒素比がLとHで異なる。
- ・LおよびH輸液があり，熱量，浸透圧が高くなる。
- ・総合ビタミン製剤および微量元素が欠けている。
- ・ミキシング (混合) 前は，水・電解質および糖質，アミノ酸および脂肪製剤の2分画 (ダブルバッグ) の状態。
- ・在宅中心静脈栄養のみ保険適用あり。

TPNのパターンは  
水・電解質 (3号液)

- ① +糖質
- ② +アミノ酸
- ③ +ビタミン
- ④ +脂肪または微量元素

表 1-16 糖質・水・電解質・アミノ酸・脂肪製剤

製品名	液量 (mL)	会社名	mEq/袋								mmol/袋		糖質 g/袋	脂質 g/袋	総遊離アミノ酸 g/袋	非蛋白熱量/窒素	窒素量 g/袋	熱量 kcal/袋	pH	浸透圧比
			Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ace <sup>-</sup>	Glu <sup>-</sup>	P	Zn								
ミキシッドL輸液	900	大塚製薬	35	27	5	8.5	44	5	25	8.5	150	10	G110	15.6	30	126	4.61	700	約6	約4
ミキシッドH輸液	900		35	27	5	8.5	40.5	5	25	8.5	200	10	G150	19.8	30	169	4.61	900	約6	約5





糖質含有輸液とアミノ酸輸液を接触させると、メイラード反応を起こすために、従来は患者に投与する際には投与直前に混合していました。メイラード反応とは、還元糖のアルデヒド基とアミノ酸のアミノ基が反応し、アマトリ化合物となる反応です。さらに、酸化・脱水・縮合などの複雑な反応により、メラノイジンと呼ばれる褐色生成物が産生され、見た目が濁った色に変色します。

メイラード反応を防ぐために産み出された輸液製剤がダブルバッグ、トリプルバッグ、フォース(クワッド)バッグです(図1-18)。それぞれのバッグは、使用前にミキシング(混合)して使用します(図1-19)。

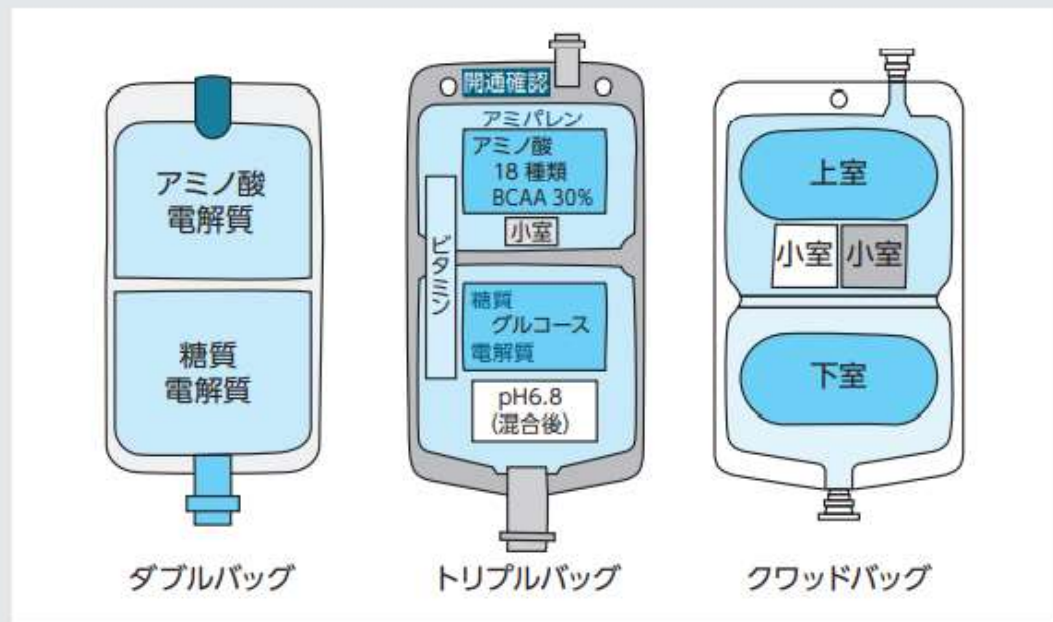


図1-18 ダブルバッグ、トリプルバッグ、フォースバッグのしくみ

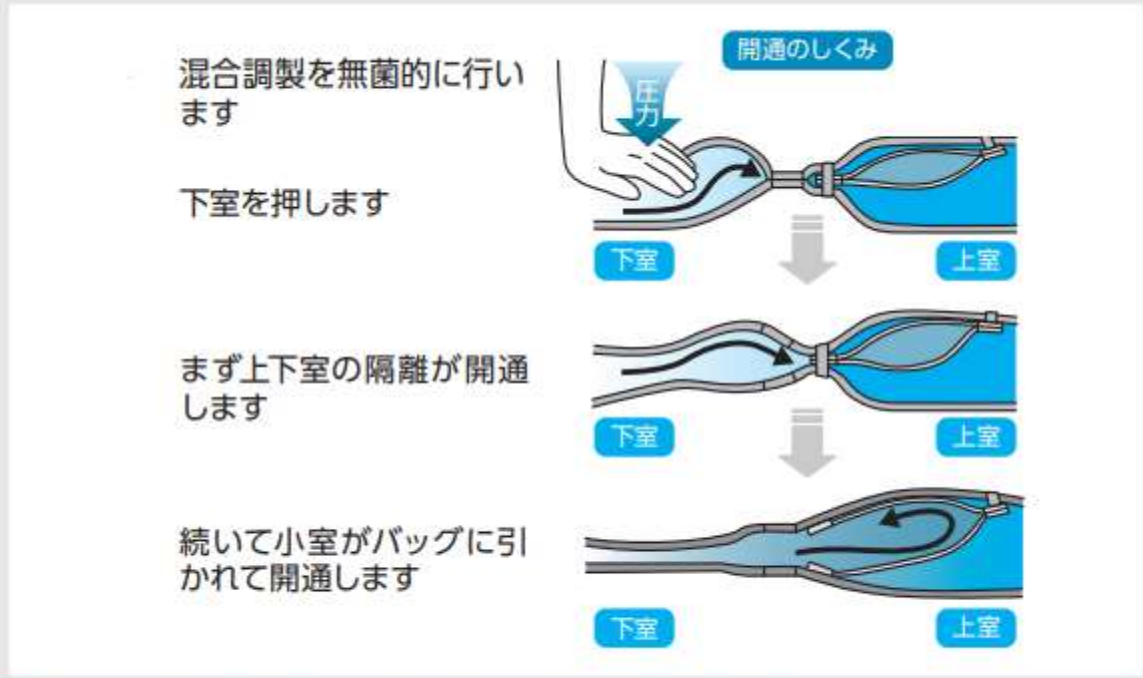


図1-19 開通のしくみ(混合を無菌的に行える)

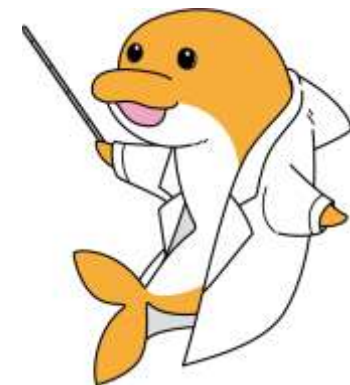
# 輸液量の設定方法

## 4-2-1ルール

**Point** 4-2-1ルールで必要水分量を算出する

輸液管理の領域では、体重をもとに個々人に適した輸液量を算出する4-2-1ルールが使用されています。このルールは1957年にHollidayとSegarによって考案されました。正式名称はHolliday-Segar式とよばれます。一般的には4-2-1ルールという名称で臨床現場において活用されている式です(表3-3)。経口摂取にも活用が可能です。

この表では、必要な水の量だけでなく、ナトリウムイオンおよびカリウムイオンの量まで算出できるようになっています。



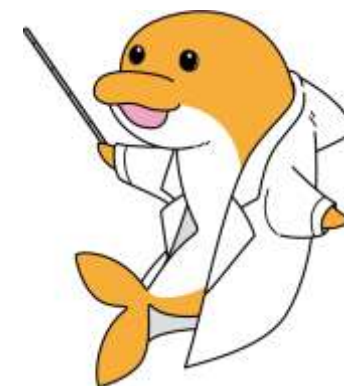


# 輸液量の設定方法

表3-3 Holliday-Segar式(4-2-1ルール)

体重	水		電解質 (mEq, 水1Lにつき)
	mL/kg/日	mL/kg/時	
0~10kg	100	④	Na30, K20
11~20kg	1,000+50 (10kgを 超える1kgにつき)	40+② (10kgを超え る1kgにつき)	Na30, K20
>20kg	1,500+20 (20kgを 超える1kgにつき)	60+① (20kgを超え る1kgにつき)	Na30, K20

(Holliday MA, Segar WE : The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. Pediatrics, 19 : 823-832, 1957.)







ここが  
**Point!!**

# 輸液量の設定方法



(10kgまでの体重) × ④ + (10kgから20kgまでの体重) × ②  
+ (残りの体重) × ①

(1) 体重20kgの小児

$$10\text{kg} \times \textcircled{4} + 10\text{kg} \times \textcircled{2} = 60\text{mL/時}$$

(2) 体重60kgの成人

$$10\text{kg} \times \textcircled{4} + 10\text{kg} \times \textcircled{2} + 40\text{kg} \times \textcircled{1} = 100\text{mL/時}$$

## 3

## 水分補給の実際

Point

算出して得られた結果は必要最低限の水分量



Holliday-Segar式(4-2-1ルール)から算出された式は、あくまでも必要水分量です。エネルギーにたとえると基礎代謝に相当します。何も活動していなくても身体から出る水分量(尿・便・汗・不感蒸泄)などを補っていると考えてください。さらに、大汗や下痢、経腸栄養中なら胃管からの排液、ストマ(人工肛門)があればストマ排液、出血があれば出血量、ドレーンがあればドレーンからの排液、褥瘡があれば褥瘡からの滲出液、嘔吐があれば吐物など、追加の水分投与が必要になります。



# 基礎から学ぶ輸液管理

～日常の輸液管理がスイスイ理解できるようにお話しします～

## まとめ

- ・細胞外液補充液が最も使用されている
- ・細胞内液補充液では、3号液
- ・細胞外液補充液は歴史で学ぶ
- ・血管壁は水電解質ともに通過
- ・細胞膜は水だけが通過
- ・非蛋白熱量/窒素（NPC/N）比
- ・浸透圧比3までは末梢輸液が可能
- ・4-2-1ルール: Holliday segarの式
- ・栄養輸液は3号液がベース

## 覚えておきたいKey Words

クリスタロイド、コロイド、中和剤、NPC/N比

テーマ2 クリティカルケア  
ナースの星WEBセミナー

Make  
Patient's  
DREAMS

谷口英喜

恩賜財団 済生会横浜市東部病院  
患者支援センター長/栄養部部長