

# 輸液製剤の種類と選択

鍋谷主宏 (千葉県がんセンター 食道・胃腸外科/NST)  
 首藤潔彦 (帝京大学ちば総合医療センター 外科)

## 輸液管理の目的と輸液製剤の分類

- 輸液管理の目的として、①水分・電解質補給と補正、**酸塩基平衡の是正**に加えて、②**栄養(エネルギー)投与**があります。特に長期に消化管が使えない消化器疾患患者(外科手術患者を含む)では、栄養管理法として輸液による②は重要です。
- 輸液製剤の適時適切な選択には、①のために**電解質**からみた分類を、②のために**栄養成分**からみた分類を理解する必要があります。

表1 電解質からみた輸液製剤の分類

分類		生理食塩液1に対する5%ブドウ糖の容量比*	投与後の分布先	Na <sup>+</sup> (mEq/L)	K <sup>+</sup> (mEq/L)	Cl <sup>-</sup> (mEq/L)
細胞外液補充液	生理食塩液(0.9%)	—	ほぼ細胞外液	154	0	154
	乳酸/酢酸加リンゲル液	—	ほぼ細胞外液	130	4	109
5%ブドウ糖液		—	細胞内液>細胞外液 (生体内水分比に従い2:1)			
維持液類	1号液(開始液)	1 (1/2生理食塩液)	細胞内液<細胞外液 (1:2)	77~90	0	70~77
	2号液(脱水補給液)	1~2	細胞内液<細胞外液	60~84	20~30	49~66
	3号液(維持液)	3 (1/4生理食塩液)	細胞内液=細胞外液	35~60	10~20	35~50
	4号液(術後回復液)	4	細胞内液>細胞外液	30	0	20~28

\*維持液類を生理食塩液と5%ブドウ糖の配合と考えた場合のおよその比率

## 電解質から見た分類(表1)

- 大きく**細胞外液補充液**と**維持液類**(1~4号液)に分類され、静脈内投与後に生体内で分布する場所が異なります。病態(補うのは細胞外液か細胞内液か)に応じた適切な輸液を選択します。1号液と3号液がよく使われます。

### (1) 細胞外液補充液

- 生理食塩液**(0.9%)、**乳酸/酢酸加リンゲル液**などです。①血漿浸透圧と等張、②電解質組成は概ね細胞外液と同じでK<sup>+</sup>は含まないか含有量はわずか、③投与後ほぼすべて**細胞外液(組織間液と循環血漿)**に移行、という特徴があり、周術期などに用いられます。
- 生理食塩液は細胞外液よりもNa<sup>+</sup>濃度が高く、リンゲル液はNa<sup>+</sup>濃度を下げ、K<sup>+</sup>など他の陽イオンを加えた細胞外液により近い電解質組成です。生体内に1,200mL投与すると細胞外へ移動し、生体内分布に従って**組織間液:循環血漿=3:1**つまり900:300mLに分布します。

### (2) 維持液類

- 維持液類を理解するには、電解質を含まないが血漿浸透圧と等張である**5%ブドウ糖液**の代謝を理解する必要があります。5%ブドウ糖液は生体内投与

Ca <sup>2+</sup> (mEq/L)	Mg <sup>2+</sup> (mEq/L)	リン酸 (mmol/L)	乳酸/酢酸 重炭酸 (mEq/L)	主な製品名	特徴・適応など
0	0	0	0		(細胞外液欠乏、Na,Cl欠乏時)
3	0	0	28	ラクテック ヴィーンF ソルラクトF	細胞外液の補給・補正、代謝性アシドーシスの補正に適する
					脱水症、特に水欠乏時の水補給
0	0	0	0~20	KN1 ソリタT1 ソルデム1	Kを含まず、脱水症や原因・病態不明時の水分・電解質の初期補給に適する
0	0~2	0~10	20~49	KN2 ソリタT2 ソルデム2	細胞内電解質が失われる脱水症、および手術前後の水分・電解質の補給・補正に適する
0	0~2	0	20	KN3 ソリタT3 ソルデム3	経口摂取不能または不十分な場合の水分・電解質の補給・維持に適する(2,000mLで成人の1日必要量をほぼ投与可能)
0	0	0	10	KN4 ソリタT4 ソルデム4	Kを含まず、Na,Cl濃度も低く、高齢の患者の術後早期や乳幼児の手術時、K貯留の可能性がある患者の水分・電解質の補給に適する

## 経腸栄養剤の種類と選択

佐々木雅也 (滋賀医科大学医学部附属病院栄養治療部)

### 経腸栄養剤の種類

- 経腸栄養剤には多くの種類があり、組成、濃度、粘度も様々です。使用する経腸栄養剤の組成上の特徴を正しく理解し、適切に選択することは重要です。
- 本邦においては、医薬品として販売されているもの、食品として販売されているものがあり、前者を経腸栄養剤、後者を濃厚流動食と呼ぶ場合もありますが、ここでは総称として経腸栄養剤という用語を用います。
- 経腸栄養剤は、原材料から天然濃厚流動食と人工濃厚流動食に分けられますが、現在使用されている製剤のほとんどが人工濃厚流動食に該当します。人工濃厚流動食は、その組成から、**成分栄養剤**、**消化態栄養剤**、**半消化態栄養剤**に分類されます。

### 成分栄養剤の特徴と適応

- 成分栄養剤は、化学的に明確な成分から構成されています。窒素源はアミノ酸であり、糖質はデキストリンからなります。脂質として大豆油を含みますが、脂肪含量は全エネルギー比の1.5～8.1%ときわめて低脂肪です。食物

表1 成分栄養剤の組成

製品名	エレンタール	エレンタールP	ヘパン ED*
会社名	EA ファーマ	EA ファーマ	EA ファーマ
発売年	1981	1987	1991
主原料	結晶アミノ酸 (17種類) デキストリン 大豆油	結晶アミノ酸 (18種類) デキストリン 大豆油	結晶アミノ酸 (14種類) デキストリン 大豆油
アミノ酸 (g)	4.4	3.1	3.7
糖質 (g)	21.1	19.9	19.9
脂質 (g)	0.17	0.9	0.9

(100kcalあたり)

\*肝不全用

繊維を含まず、低残渣であるという特徴もあります。**エレンタール®**、**エレンタール®P**、**ヘパン ED®**の3製剤が該当し、いずれも医薬品です(表1)。

- エレンタール®はクローン病の寛解導入療法、寛解維持療法として広く用いられています。窒素源がアミノ酸であり抗原性を有しないことと、きわめて低脂肪であることが効果発現の要因とされていますが、詳細は不明です。抗TNF-α製剤であるインフリキシマブやアダリムマブと成分栄養剤エレンタール®の併用効果は、メタ解析でも確認されています。
- 短腸症候群や膵外分泌機能不全などの吸収不良症候群、重症急性膵炎に対する早期経腸栄養にも有用性が高いです。そのほか、重度のタンパクアレルギー、蛋白漏出性胃腸症にも用いられます。
- エレンタール®Pは小児用経腸栄養剤であり、2歳までが対象となります。アミノ酸の組成は母乳が基本となっており、エレンタール®には含まれていないシステインを含有します。小児用ですが、フェニールケトン尿症などのアミノ酸代謝異常には禁忌とされています。
- ヘパン ED®は肝不全用であり、病態別経腸栄養剤(後述)に該当します。

### 消化態栄養剤の特徴と適応

- 医薬品の消化態栄養剤は**ツインライン®**のみですが、食品扱いの消化態流動食として**ペプチーノ®**、**ペプタメンインテンス®**、**ペプタメン® AF**、**ペプタメンスタンダード®**があります(表2)。これらは窒素源がアミノ酸、ジペプチド、トリペプチドからなり、タンパク質を含みません。

表2 消化態栄養剤・消化態流動食の組成

区分	消化態栄養剤	消化態流動食(食品扱い)			
製品名	ツインライン NF	ペプチーノ	ペプタメンインテンス	ペプタメンAF	ペプタメンスタンダード
会社名	大塚製薬工場	テルモ	ネスレ日本	ネスレ日本	ネスレ日本
発売年	2011	2008	2017	2010	2012
主原料	乳タンパク加水分解物 L-メチオニン L-トリプトファン	低分子ペプチド(乳清加水分解物)	乳清タンパク分解物	乳清タンパク分解物	乳清タンパク分解物
	マルトデキストリン トリカプリリン サフラワー油	デキストリン	デキストリン 中鎖脂肪酸油 大豆油 精製魚油	デキストリン 中鎖脂肪酸油 大豆油 精製魚油	デキストリン 中鎖脂肪酸油 なたね油
ペプチド (g)	4.1	3.6	9.2	6.3	3.5
糖質 (g)	14.7	21.4	7.5	8.8	12.5
脂質 (g)	2.8	0	3.7	4.4	4

(100kcalあたり)

# 糖尿病

卯木 智 (滋賀医科大学 糖尿病内分泌・腎臓内科)

- 2型糖尿病の治療では生活習慣の是正が必要不可欠です。その中でも食事療法が最も重要です。食事療法ができていないと、薬物療法の効果は期待できず、たとえ血糖値が改善してもすぐに悪化してしまいます。
- また、2型糖尿病は、高血圧症、脂質異常症、肥満症などを合併していることが多く、それらを総合的に改善させるためには、食事療法を中心とした生活習慣の是正が重要です。したがって、糖尿病診療を行うためには、正しい食事療法について知っておかなければいけません。

## エネルギー必要量の設定

- 糖尿病の食事療法で最も重要なことは、エネルギー必要量の設定です。
- 目標は個別に設定します。性別、年齢、病態、肥満度、生活習慣が異なる患者に画一的な食事指導を行っても効果は期待できません。
- エネルギー必要量の設定はあくまでも最初の目安です。その後の身体活動、代謝パラメーター、体重の変化、アドヒアランスを見ながら、必要な場合は適宜、変更します。
- エネルギー必要量は、**目標体重**と身体活動レベルに基づく**エネルギー係数**を掛け合わせて算出します(表1)。

表1 エネルギー必要量の設定方法

エネルギー必要量 (kcal/日) = 目標体重 (kg) × エネルギー係数 (kcal/kg)		
目標体重の目安	65歳未満	: BMI 22
	65歳から74歳	: BMI 22 ~ 25
	75歳以上	: BMI 22 ~ 25
エネルギー係数 (kcal/kg)		
	①軽い労作 (大部分が座位の静的活動)	: 25 ~ 30
	②普通の労作 (座位中心だが通勤・家事、軽い運動あり)	: 30 ~ 35
	③重い労作 (力仕事、活発な運動習慣)	: 35 ~

日本糖尿病学会編：糖尿病診療ガイドライン 2019, p.35 を元に作成

## 目標体重

- 目標とする体重は年齢、病態によって異なります。
- 日本人を含む東アジア人において、最も総死亡率が低いBMIは20~25であること、高齢者ではBMIによる死亡率への影響が少ないこと、またエネルギー摂取量が少ないとフレイルやサルコペニアの懸念があることから、年齢を考慮して、一定の幅をもって算出します。
- 65歳未満では目標体重をBMI 22にしますが、65歳以上ではBMI 22~25の範囲で設定します。

## 身体活動レベルによるエネルギー係数

- 身体活動レベルを、軽い労作、普通の労作、重い労作、の3つに分類します。以前の治療ガイドラインでは、デスクワークが多い職業は25~30kcal/kgに設定していましたが、この設定は低すぎるのが最近の研究で明らかになり、現在のガイドラインでは30~35kcal/kgになっています。
- 高齢者でフレイルのリスクがあるときは、身体活動レベルよりも大きい係数を設定してもいいです。75歳以上の後期高齢者では現体重に基づき、フレイル、ADL、併発症、体組成、身長短縮、摂食状況や代謝状態の評価を踏まえて、適宜判断します。
- 肥満がある場合には肥満の是正が重要です。当面は現体重の5%の減量を目標にします。そのためには、小さい係数を設定します。

## 栄養素の摂取比率

- 設定したエネルギー量の中で、炭水化物、タンパク質、脂質をバランスよくとることが重要です(表2)。

表2 栄養素の摂取比率

炭水化物	50 ~ 60% (150g/日以上)
タンパク質	20% 以下
脂質	炭水化物、タンパク質の残り (脂質が25%を超える場合は不飽和脂肪酸を増やす)

日本糖尿病学会編：糖尿病診療ガイドライン 2019, p.38 を元に作成

- 炭水化物は総エネルギー量の50~60%、タンパク質は20%以下(または1.3g/kg 目標体重/日以下)、残りを脂質にします(20~30%)。

## 栄養処方例

### 術後急性期

- 術後急性期のエネルギー投与は **25～30kcal/kg/day**、**タンパク質 1.2g/kg/day** 程度を目標とし、手術後数日をかけて目標を達成するようにします。
- 手術直後は手術侵襲の影響で異化が亢進し、これによって**内因性エネルギー**が供給されますので、外から投与する以上のエネルギーが供給されることになります。したがって、手術直後から full dose を処方すると過剰投与となる可能性があります。過剰投与は、術後の耐糖能異常ともあいまって高血糖を招来するなど、様々な弊害が指摘されています。侵襲が高度な手術では特に注意が必要です。
- 前述のように、術前に栄養不良がなく順調に経口摂取が進む場合は、特別な栄養管理は必要ありません。栄養管理が必要と考えられる胃全摘症例の処方例を示します。

処方例	腸瘻なし		腸瘻あり		
	経口 kcal	PPN mL (kcal)	経口 kcal	経管 kcal	PPN mL (kcal)
1		1,000 (420)		200	1,000 (420)
2		1,000 (420)		300	1,000 (420)
3	200	1,000 (420)	200	500	1,000 (420)
4	600	1,000 (420)	200	800	500 (210)
5	1,000	1,000 (420)	400	800	500 (210)
6	1,000	500 (210)	600	600	
7	1,200	0～500 (0～210)	800	600	
8～	1,400	0～500 (0～210)	1,000	400	

PPNとしてビーフリード<sup>®</sup>、パレプラス<sup>®</sup>を使用した場合（さらに水分管理として維持輸液製剤等を併用する）。  
 最近発売された PPN 製剤エネフリード<sup>®</sup>を使用してもよい。  
 経口摂取の状況に合わせて経管栄養、PPN を適宜増減する。  
 経口摂取では ONS を併用する。

### 中長期的管理

- まず運動量などを考慮して1日のエネルギー必要量を算出し、同時に実際に摂取している食事をモニターします。不足があれば、いかにしてその不足を補うかを検討します。可能であれば、間接熱量計で安静時エネルギー消費量 (REE) を測定するとエネルギー必要量算出の精度が上がります。この一連の作業は、管理栄養士等と協力して行うチーム医療が不可欠です。

- 例えば、現状に ONS を1本 (300kcal) 補うことで必要量を満たすことができることなどを直接説明すると、具体的で ONS 摂取のモチベーションが高まると思われます。また、BIA 法による体組成計を用いて筋肉量の測定などを経時的に行うことも動機づけに有効と考えられます。
- 手術後の合併症・後遺症 (表 1) のために食事が進まないこともあるので、適宜対応します。

処方例 (医薬品タイプ)	エネルギー密度 (kcal/mL)	包装
エンシュア・リキッド <sup>®</sup>	1.0	250mL 缶
エンシュア <sup>®</sup> H	1.5	250mL 缶
エネーボ <sup>®</sup>	1.2	250mL 缶
ラコール <sup>®</sup>	1.0	187.5mL パウチ
イノラス <sup>®</sup>	1.6	187.5mL パウチ
エレンタール <sup>®</sup>	1.0 (300mL に溶解)	80g パウダー

エレンタール<sup>®</sup> はアミノ酸特有のにおいがあるので、経口投与ではフレーバーを加える。  
 食品タイプは様々なものがあり、1mL 4kcal の高エネルギー密度のものもある。

## 腸管大量切除 (短腸症候群) への対応

- 成人の小腸は4～6mの長さがありますが、その2/3以上が切除されると消化吸収障害が生じます。そして小腸が200cm (結腸がある場合は150cm) 以下となるような場合に、静脈栄養なしには生命を維持することができない**腸管不全**となる可能性があります (表 2)。

表 2 短腸症候群の臨床経過

病期	臨床経過分類	期間	病態	
I 期	術直後期	腸管麻痺期	術直後 2～7 日間	腸管の麻痺
	腸蠕動亢進期	術後 3～4 週間	頻回 (10～20 回/日) の下痢 水分・電解質不均衡 低タンパク血症、易感染性	
II 期	回復適応期	術後数～12 ヶ月	代償機能が働き始める 下痢の減少 (2～3 回/日) 消化吸収障害による低栄養	
III 期	安定期	II 期以降数年	残存小腸の能力に応じた代謝レベル	

小山真ほか：外科治療 1984；51：43-50

- がんの治療成績に深く関与するのは骨格筋量です。そのため治療前、治療中、治療終了後と一貫した**骨格筋量の減少防止**が栄養管理の主目的になります。もちろん、そのためには十分量のエネルギーを摂取（投与）し、体重の減少を抑制することが基礎であると言えます。

## がん患者に対する栄養処方例

### 末梢静脈栄養 (PPN)

- 末梢静脈栄養 (PPN) は、経口摂取のみでは十分な栄養の摂取が困難な場合や、消化管を使用できない、あるいは使用してはならない場合に施行します。

処方例	末梢静脈栄養
Rp.1 毎日ー (1) DIV 点滴 ルートキープ用 <b>生理食塩水</b> 100mL 4mL/h	総エネルギー投与量 1,130kcal/日
Rp.2 毎日ー (3) DIV 点滴 点滴注射 側管より <b>ビーフリード®</b> 500mL 4時間かけて	グルコース 112.5g/日 アミノ酸 45g/日 脂質 50g/日 NPC/N 比 135
Rp.3 毎日ー (1) DIV 点滴 点滴注射 側管より <b>イントラリポス® 20%</b> 250mL 10時間以上かけて	

- ルートキープには**生理食塩水**を用います。輸液製剤の調剤や輸液ルートの組み立てを全く細菌を混入させずに行うことは不可能です。したがって、最も長時間をかけて投与される**ルートキープ用の製剤には、細菌に利用される有機物を含まないものを選択します。**
- **ビーフリード®** は4時間かけて点滴します。ビーフリード® 500mLには37.5gのグルコースが含まれていますので、4時間かけることによってグルコースの投与速度は10g/時以下になります。これはヒトの生体のグルコース消費速度に近いので、高血糖をきたしにくいと考えられます。
- PPNでは、早朝空腹時の血清TG値が300mg/dLを超えるなど特別な理由がない限り、脂肪乳剤 (**イントラリポス®**) の併用が必須です。ビーフリード単独では非タンパクカロリー / 窒素比 (**NPC/N 比**) は64ですが、上記の処方では135と適切な値になります。
- 2つの閉鎖式の側管が付いた輸液ルートを用い、**イントラリポス®** と**ビーフリード®** を同時に投与するようにします。経口的に食事を摂取した場合、糖

質とアミノ酸、脂質の血中濃度はほぼ同時に上昇し、インスリンも分泌されます。それと同じ体内環境を作るよう心掛けます。

### 中心静脈栄養 (TPN)

- がん治療の様々な段階で、消化管を利用できない、あるいは利用してはならない状態となりえます。その際、TPNは大変有用な栄養投与方法です。

処方例	中心静脈栄養
Rp.1 毎日ー (1) 中心静脈注射 24時間で <b>エルネオパ® NF 2号</b> 1,200mL <b>アミパレン®</b> 200mL	総エネルギー投与量 1,450kcal/日
Rp.2 毎日ー (2) 点滴静脈注射 側管より <b>イントラリポス® 20%</b> 100mL 4時間以上かけて	グルコース 210g/日 アミノ酸 56g/日 脂質 40g/日 NPC/N 比 142

- TPN用基本液には**1号液**と**2号液**があり、それぞれに1袋1,000mL、1,500mL、2,000mLの製品があります。これらをそのまま全量投与せず、余分な部分は廃棄することも必要です。
- また、**エルネオパ® NF** などの高カロリー輸液用基本液のNPC/N比は150前後に設定されており、単独で用いた場合には至適な値といえます。しかし、前述したように総エネルギー量の25~30%の脂肪乳剤を併用すべきです。その際にアミノ酸液を加えなければNPC/N比は200~220となり、窒素源不足になります。そのため、十分なアミノ酸の投与を目的としてアミノ酸輸液を添加します。脂肪乳剤の併用とアミノ酸液の添加、この二手間をかけることによって、上のような適切な輸液処方が出来上がります。
- 糖質は、短期的であっても過剰と不足の双方を避けるべき栄養素です。三大栄養素の中で、最も慎重に投与量を決定すべき栄養素といえるでしょう。余分なTPN用基本液を廃棄することによって、グルコースの投与量を連続変数として設定できるのです。

### 胸部食道がん術後早期の栄養管理

- 胸部食道がんに対する手術、胸腹部食道全摘術では通常**空腸瘻**が造設され、術後早期は空腸瘻栄養を中心とした栄養管理が行われます。
- ここでは胸腹部食道全摘術後の栄養管理の例を示しました。空腸に挿入・留