

2 輸液剤

1 輸液の種類

輸液は補充輸液と維持輸液に大別される。

補充輸液とは、細胞外液の喪失を補充する目的で開発された輸液である（図 3）。細胞外液の喪失は出血のほか、嘔吐、下痢や発汗による体液喪失に伴う脱水などによって惹起され、高度になると循環動態が維持できなくなり血圧の低下やショックを来すこともある。したがって、補充輸液はエネルギーや各種栄養素の投与よりも水・電解質の急速補充に重きが置かれている。補充輸液の目的が細胞外液への直接的補充であることから、その電解質組成は細胞外液、すなわち血漿と組織間液の電解質組成と一致して作成されている（表 2）。補充輸液には、①生理食塩水、②リンゲル液、③乳酸/酢酸/重炭酸加リンゲル液、④代用血漿剤、⑤血漿製剤などがあるが、いずれもその電解質組成はほぼ血漿と同一に設定されている。

一方、維持輸液は、ヒトが生命を維持するために必要とされる 1 日の水分量と電解質を基本として、それにエネルギー、糖・蛋白（アミノ酸）・脂肪などの栄養素や微量栄養素を加味して投与される輸液である（図 3）。したがって、維持輸液の電解質組成は、細胞外液に基づいて作成されている補充輸液とは根本的に異なっており、ヒトが 1 日で喪失する水分量と各種電解質を設定し、これを 24 時間持続的に投

図 3 輸液の種類

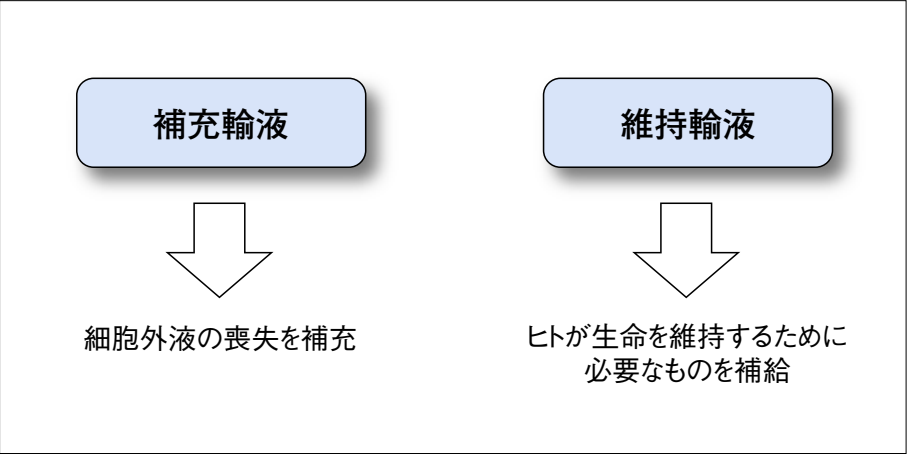


表 2 補充輸液の電解質組成

輸液の種類	組成 (mEq/L)				市販製品
	Na	K	Cl	乳酸	
生理食塩水	154	0	154	0	生理食塩液注
リンゲル液	147	4	109	0	リンゲル液注 リンゲル糖注
乳酸（酢酸）加 リンゲル液	130	4	109	28	ラクテック® ハルトマン ヴィーン® D, F など

表 3 維持輸液の電解質組成

輸液の種類	電解質組成 (mEq/L)						乳酸/酢酸 (mEq/L)
	Na	K	Cl	Ca	Mg	Zn	
5～10% 維持液	35	20	35	—	—	—	20
中・高 カロリー輸液	40	30	40	5	5	20	20

与することを原則として作成されている（表 3）。

維持輸液のなかで高カロリー輸液の歴史は、1968 年 Dudrick らの動物実験ならびにその臨床応用の成功に始まった。現在、多く用いられている高カロリー輸液製剤は、当時の輸液製剤にさらなる有用性と活用性が加味されている。本邦において、現在臨床の場で一般的に繁用されている維持輸液製剤には、①アミノ酸を含まない糖・電解質輸液製剤、②アミノ酸を含有する糖・電解質・アミノ酸キット製剤、③糖・電解質・アミノ酸に脂肪乳剤を混じた一体型キット製剤、④アミノ酸製剤、⑤脂肪乳剤、⑥ビタミン製剤、⑦微量元素製剤がある。

2 補充輸液剤と維持輸液剤

1 補充輸液剤

1) 生理食塩水

Na と Cl をともに 154 mEq/L 含有する最も基本的な細胞外液補充液である。NaCl 以外の電解質や糖質を一切含まない。他の補充輸液剤に比べ NaCl 濃度が高いので過剰投与にならないように注意が必要であり、逆に K やカロリーを含まないのでこれらの欠乏にも注意を払うことが大切である（表 2）。

2) リンゲル液、乳酸/酢酸/重炭酸加リンゲル液

リンゲル液は、最もヒトの血漿成分に近似した組成の輸液であり、Na : 147 mEq/L, K : 4 mEq/L, Cl : 109 mEq/L の電解質を含有している。このリンゲル液に pH のコントロール目的で乳酸や酢酸あるいは重炭酸を添加したものが乳酸/酢酸/重炭酸加リンゲル液であり、急性期病態のアシドーシスを補正するのに有用である。また、5%以下の糖質を含有しており、急性期の糖代謝の是正にも効果がある。

3) 代用血漿剤、血漿製剤

いずれの輸液剤も電解質はリンゲル液と同様に細胞外液と近似した組成で作成されている。ただし、これらの輸液剤は分子量の大きな糖質成分や蛋白成分を含んでおり、高い膠質浸透圧^{*}を有しているのが特徴である。膠質浸透圧は血漿を血管内に保持する役割を担っており、一般の補充輸液剤が血管内に投与されても細胞外液全体に拡散するのに対して、膠質浸透圧の高い輸液剤は長時間血管内にとどまる性質を有している。したがって、代用血漿剤や血漿製剤の投与は、血圧の維持や改善に即効性を示す。

*：膠質浸透圧

血漿の膠質浸透圧は約 28 mmHg、間質液は約 8 mmHg である。この濃度差から生じる膠質浸透圧較差によって循環血液量が保たれている。低アルブミン血症では、この膠質浸透圧が低下するため、循環血液量が維持できず間質に流出してしまい、全身性浮腫や血管内脱水の原因となる。

2 維持輸液剤

1) 糖・電解質輸液製剤

維持輸液のうち、最も基本となるのが糖・電解質輸液剤（中・高カロリー輸液用基本液）である。この糖・電解質輸液剤には、糖質濃度が10%以下の中カロリー輸液剤と10%を超える高カロリー輸液剤があり、後者は糖質濃度によって開始液と維持液とに分けられる。

高カロリー輸液の開始液には、トリパレン® 1号、ハイカリック® 液-1号、ハイカリック® NC-L、リハビックス®-K1号などが用いられており、製剤自体では15～23.3%の糖質を含んでいる。これら糖・電解質輸液製剤（400～1,200 mL）は単独で投与されるわけではなく、原則としてアミノ酸製剤（200～600 mL）を混合して用いられており、これを加味することによって投与時には12～18%の糖質濃度となる。

高カロリー輸液の維持液には、トリパレン® 2号やハイカリック® 液-2, 3号、ハイカリック® NC-N, NC-H, リハビックス®-K 2号などがあり、製剤自体では21～35.7%の糖質を含有している。これらも輸液に際してはアミノ酸製剤を混合して投与することが原則で、これを加味して17～25%の糖質濃度となるように規格化されている。

また、トリパレン® 以外の輸液製剤に含まれる糖質はいずれもグルコースのみであるが、トリパレン® のみはグルコース (G):フルクトース (F):キシリトール (X) が4:2:1の組成で配合されているGFX液で、フルクトースやキシリトールの代謝にインスリンが影響しないことから耐糖能異常の症例に用いられる。これらの他に腎不全用高カロリー輸液製剤として、ハイカリック® RFがある。これは輸液量制限を要する症例のための高カロリー輸液であり、製剤自体では50%のグルコースを含有している。腎不全症例を対象に開発されており、KとPは全くfreeで、Na, Clもそれぞれ50, 30 mEq/Lと控えめな配合がなされている。

2) 糖・電解質・アミノ酸キット製剤

従来より、維持輸液は投与直前に糖・電解質輸液剤とアミノ酸輸液剤とを1バッグに調製して用いられてきた。しかし近年、調製の手間を省き、加えて調製の際の細菌汚染を減少させる目的で、糖・電解質輸液剤とアミノ酸輸液剤とをダブルバッグやシングルバッグにつめた製剤が販売されている。

ダブルバッグ製剤は、糖・電解質輸液剤とアミノ酸輸液剤が隔壁で仕切られており、使用直前にこの隔壁を手圧で破り、無菌的に両輸液剤を混合するものである。このダブルバッグ製剤には、中カロリー輸液剤としては、アミノフリード®, ビーフリード®, アミグラント® などがあるが、高カロリー輸液剤では多くの種類が発売されている。糖・電解質輸液剤と必須アミノ酸/非必須アミノ酸 (E/N) 比が1前後でFAO/WHO基準を満たし、分岐鎖アミノ酸 (BCAA)* を22.6%含むモリブロン® Fとを一体化したピーエヌツイン® と、GFX液のトリパレン® に、E/N比が1.4と高く、BCAAを30%含有したTEO基準適合のアミパレン® を配合したアミノトリパ® がある。

シングルバッグ製剤には、糖・電解質輸液剤のハイカリック® NCをベースに31.0%のBCAAを含みTEO基準適合のアミゼット® とほぼ同組成のアミノ酸輸液剤を添加したユニカリック® がある。

*：分岐鎖アミノ酸 (BCAA)
アミノ酸の炭素骨格が直鎖ではなく分岐しているアミノ酸で、ロイシン、イソロイシン、バリンがこれに含まれる。

また、バッグを大，中，小の3室に分け，糖・電解質輸液剤とアミノ酸輸液剤に加え高カロリー輸液用総合ビタミン剤もあらかじめ配合したTPN用キット製剤（トリプルバッグ製剤：フルカリック[®]，ネオパレン[®]）がある。さらに最近では，バッグを4室に分け，糖・電解質輸液剤とアミノ酸輸液剤，総合ビタミン剤に加え微量元素液を配合して一剤化したクワッドバッグ製剤エルネオパ[®]などの新しいコンセプトの製品が相次いで発売されている。糖・電解質，アミノ酸輸液剤混合液と脂肪乳剤が隔壁を隔てて封入されているオールインワン（ワンバッグ）製剤ミキシッド[®]も開発されている。なお，含有されているビタミンや微量元素の種類や含有量は各製品により特徴があるため，場合によっては含有されていないあるいは含有量が少ないビタミンや微量元素の欠乏を生じることがあるので注意を要する。

3) アミノ酸製剤

一般に，アミノ酸製剤は単独ではなく糖・電解質輸液剤とともに投与される。総量は200～500 mLで，アミノ酸の濃度は6.1～11.43%である。モリブロン[®]Fは，E/N比が1前後でFAO/WHO基準を満たし，分岐鎖アミノ酸（BCAA）/総アミノ酸（TAA）が22.6～25.2%で，非侵襲期の高カロリー輸液に用いられる。また，BCAA/TAAが30.0～36.0%と高く設定されており，E/N比を約1.4としたTEO基準のアミニック[®]やアミパレン[®]などは，術後などの侵襲期の使用に適する。アミノレバン[®]やモリヘパミン[®]などは肝不全用に開発されたアミノ酸製剤で，BCAA/TAAが35.5～36.0%と高く，加えて肝性脳症の原因とされる芳香族アミノ酸（AAA）の含有量が抑えられているのが特徴である。ネオアミュー[®]やキドミン[®]は腎不全用アミノ酸製剤で，E/N比が2.6～3.21と必須アミノ酸が多く配合されている。

4) 脂肪乳剤*

一般に10～20%の必須脂肪酸を含有し，原材料は精製ダイズ油であることが多い。総量は50～500 mLであるが，総カロリーは100～550 kcalと高いのが特徴である。

5) 微量栄養素製剤

ビタミンや微量元素は絶食を伴う高カロリー輸液には必須のものであり，ビタミン製剤にはM.V.I.[®]注やビタジェクト[®]注など各種製剤がある。微量元素製剤としては，エlemenミック[®]注やミネラリン[®]注などがあり，いずれもFe，Mn，Zn，Cu，Iなどを含有している。また，ビタミン製剤をはじめ輸液剤への各種薬品添加の際の細菌汚染や誤投薬ならびに煩雑さを回避するために，薬品をそのまま基本製剤に注入できるように注射器に充填した製剤（プレフィルドシリンジ）も発売されている。

*：脂肪乳剤

水に溶けない脂肪（トリアシルグリセロール）を界面活性剤である卵黄レシチンで乳化したもの。