

招待講演1

# 外科予定手術中の輸液管理のABC

花岡一雄, 折井 亮

東京大学大学院医学系研究科 生体管理医学講座 麻酔学

## はじめに

手術予定患者では、手術前日の夜半から絶食・絶飲状態に置かれている。従って、多くの場合は脱水状態にある。

水分体液は水透過性細胞膜によって、細胞内液と細胞外液とに区分される。また、細胞外液は血漿と組織間液とに分類される(図1)。

成人では水分比率が体重の約60%を占めて

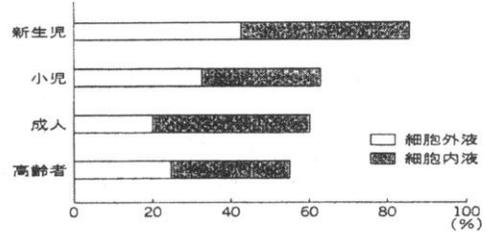


図2 各年齢層における体液分布の比較

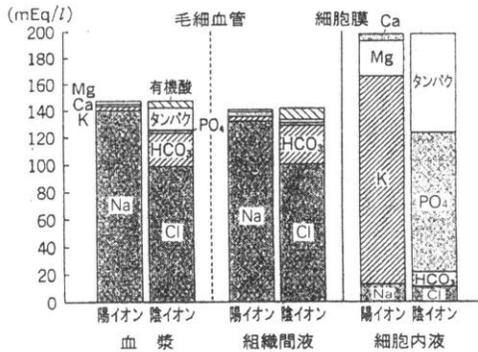


図1 体液電解質組成

いる。新生児や小児では体重に対する体液量の比率が成人に比較して大きい。逆に、老年者では体重に対する体液量の比率が成人に比較して小さい。しかも、高齢者では細胞の数が減少しているため、細胞内液の絶対量が小さくなり、相対的に細胞外液の量の比率が大きくなる(図2)。

成人を除いては、水分の絶対量が少ないので、容易に脱水になりやすい。

水分含有量が約10%と少ない脂肪組織の多い女性や肥満者では体液量が減少する。

上述するようなことを考慮しながら、術中の輸液量を考えていく。

基本的には、脱水量に出血量と維持液量を加えて輸液することになる。

しかしながら、本稿では紙面が限られているので、主として成人手術予定患者を対象にしての輸液管理のABCについて述べる。

## 1. 輸液の種類

### A) 電解質輸液

#### a) 低張液

イ) 開始液(1号液) : 体液量の不足がある患者の開始液として用いられる。Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>の濃度が70-90 mEq/lであり、K<sup>+</sup>は含まれていない。

高カリウム血症や腎不全の患者にも用いられる。

#### ロ) 維持液 :

1日に必要な維持量の水分と電解質の補給用として用いられる。電解質組成は成人の水分および電解質の平均的な必要量から算定してあり、従って、患者の電解質バランスを修正した後にこれらの維持液を用いて輸液療法を行う。

(2号液) : Na<sup>+</sup>やCl<sup>-</sup>のほかにK<sup>+</sup>を20-30mEq/l含む。

(3号液) : 生理的な水・電解質バランスを維持するための輸液である。

Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>を30-40mEq/l, K<sup>+</sup>を20-30mEq/l含む。

(4号液) : K<sup>+</sup>を0.8mEq/lとして、腎障害や高カリウム血症の患者にも投与できる。

b) 等張液 (細胞外液補充液)

イ) 生理的食塩水 : 0.9%NaCl 溶液であり Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>を各々 154mEq/l含む。

血清の浸透圧とほぼ等しい。

ロ) リンゲル液 : 生理的食塩水よりも血清成分に近い組成を有しており、NaClのほかに KCl, CaCl<sub>2</sub>を加えたものである。

Na<sup>+</sup>:147mEq/l, K<sup>+</sup>:4mEq/l, Ca<sup>2+</sup>: 5mEq/l, Cl<sup>-</sup>:156mEq/l

ハ) 乳酸リンゲル液 : 緩衝剤として、28mEq/lの乳酸が含まれている。乳酸の代謝により重炭酸が産生されるために緩衝作用が期待できる。

Cl<sup>-</sup>濃度が下げられているために代謝性アシドーシスにはなりにくい。

ニ) 酢酸リンゲル液 : 緩衝剤として、28mEq/lの酢酸が含まれている。同様に重炭酸が産生される。肝不全の時には、乳酸リンゲル液に比較して、乳酸アシドーシスを予防できるので使いやすい。

### B) 電解質と糖質の混合液

電解質と糖質 (ブドウ糖、マルトース、ソルビトール、果糖) を混合している含糖輸液剤を (表1) に示す。

手術患者では、出血およびサードスペースに移行した細胞外液の減少を補充する目的から細胞外液補充剤が主軸となる。

手術というおおきな侵襲が加わる生体が栄養代謝機能に大きな変化を及ぼすであろうことは、容易に推察されるが、手術中はこの点

についてはあまり考慮されていない。

これらの含糖細胞外液補充液は、ナトリウムの補給と栄養補給に重点をおいて開発されたものであるが、当初の目的を達するには疑問が残る。投与速度が重大な因子であり、10ml/kg/hr以上のスピード投与になると異化作用の防御はできない。手術侵襲によるカテコラミン分泌の増加、インスリン分泌の低下などで、術中は血糖値が上昇する。従って糖尿病患者以外では糖質は必要ないとの考えもある。10ml/kg/hr以上の細胞外液補充のための急速輸液が必要な時には、糖質補給のための静脈路は別に確保することが要求される。

### C) 代用血漿剤

出血が多くなれば、等張液のみの輸液ではコウ質浸透圧の維持が難しくなる。そのため、代用血漿剤の投与が勧められている。

1) ヒドロキシエチルでんぷん (HES) :

分子量 30,000-40,000 で血管内貯留時間は約 6 時間である。大量投与にて出血傾向や腎不全を生じることがあるので注意を要する。血中ではアミラーゼにより分解される。1000ml 以内で使用される。

2) デキストラン :

デキストラン 40 (分子量 40,000) とデキストラン 70 (分子量 70,000) とがある。前者は血漿残留時間が 3 時間と短い。

血液の粘張度が下がるために、末梢循環改善や抗血栓効果の目的で使用されることもある。大量投与による出血傾向には注意が必要である。

## 2. 輸液の実際

### A) 手術患者の輸液の特殊性

a) 手術患者は術前の絶飲絶食による脱水状態にあるのでその補正が必要である。通常、成人が 1 日に失われる水分量は、尿で 1l-1.5l、約 1ml/kg/hr である。糞便で 200ml、不感蒸散で 500-1000ml を消失するのでそれらを加えて考える。絶飲時間から脱水量を推定し、手術の進行時間に合わせて、維持量に脱水量を加えて補正していく。発熱、下痢、嘔吐など

表1 含糖電解質輸液剤

製 剤	Na <sup>+</sup> mEq l	K <sup>+</sup> mEq l	Ca <sup>2+</sup> mEq l	Cl <sup>-</sup> mEq l	Lactate mEq l	総電解質 mEq l	糖 %	含糖質
含糖維持輸液剤	30-35	20	—	20-35	20	60-110	2-7.5	ブドウ糖
含糖細胞外液補充剤								
ブドウ糖加リンゲル液	147	4	4.5	156	—	311.5	5.0	ブドウ糖
ブドウ糖加乳酸リンゲル液	130	4	3	109	28	274	5.0	ブドウ糖
ソルビトール加乳酸リンゲル液	130	4	3	109	28	274	5.0	ソルビトール
ソルビトール加マン液	130	4	2	135	28	299	5.0	ソルビトール
EL-S 液	130	4	4	190	28	356	5.0	ソルビトール
ボタコール R	130	4	3	109	28	274	5.0	マルトース

が存在するときには、喪失量も更に多くなるので、十分に注意して患者を観察しておかなければならない。

b) 電解質については、Na<sup>+</sup> 80-120mEq, K<sup>+</sup> 40-60mEqが1日で喪失される。

B) 術中輸液の実際

術中は手術という生体に対して大きな侵襲が加わるために、出血やいわゆるサードスペース

表2 手術部位とサードスペース

手術部位	量 (mL/kg)
頭蓋内	0
顔面	<5
頸部 胸部表面 胸腔内 腹壁 上皮	5~10
下腹部腔内 下肢	5~15
上腹部腔内	10~20

ース(表2)への体液移動がおり、機能的体流量が減少することを考慮に入れて、輸液を行っていく必要性が生じる。

体表の手術では比較的維持量に近い輸液量で維持できる。通常では脱水量分の補正を考えながら、それに加えて細胞外液補充輸液剤を2-5ml/kg/hrで輸液しながら、手術経過に則して、適宜増減する方法がとられる。具体的には、麻酔の開始前から等張電解質液を10ml/kg/hrで開始して2時間目から5ml/kg/hrに戻して維持する。

胸腔内や腹腔内の手術ではサードスペースへの体液の移動、不感蒸散量の増加、消化管液量や出血量の多さによって、輸液量を増加する必要がある。通常は初めの2-3時間では、細胞外液補充輸液剤を10ml/kg/hr程度で輸液していく。サードスペースへの体液喪失量の推定値は下腹部手術で5-15ml/kg/hr、上腹部手術では10-20ml/kg/hrと考えられているので、通常の維持量にこのサードスペース移行量を加えて考慮する必要がある。出血に

関しては、通常では出血量の2-3倍の量を等張液である、乳酸リンゲルあるいは酢酸リンゲル液を用いて投与する。

C) 術後への考慮

侵襲度の低い手術に関しては、術後は比較的速やかに術前時の体液バランスに回復する。侵襲度の高い手術に関しては、細胞外液量の増加が数日間持続する。これは抗利尿ホルモンやアルドステロンの上昇による。その後にこれらの変化が正常に回復してくるとサードスペースに移行していた体液が血管内に戻り、大量のNa<sup>+</sup>を含んだ利尿がはじまる。低ナトリウム血漿と水分量の増加による水中毒もおきやすい状態になる。この水中毒は中枢神経症状としての意識レベルの低下で始まることが多い。ナトリウム濃度が125mEq/l以下の場合には注意する。腎機能や心機能の悪い患者ではこの時期に肺水腫などを起こすことがあるので注意を要する。従って術中の輸液計画は単に術中に留まるのではなく、術後を含む周術期に焦点を当てて考えることが大切である。

D) 輸液時の注意事項

a) 末梢路の確保

静脈路の確保は可能な限り上肢に行う。点滴の速度を確認して十分に点滴が落ちるように留置針を固定する。血管外に漏出していないことを確認する。

感染には注意する。

b) 点滴速度には常に気を配る。

静脈路確保後に、点滴速度を上げたまま、気を反らしておくとすぐに輸液全量が体内に注入されてしまうので注意する。

c) 空ボトルに気が付かないで放置しておくと、静脈路が閉塞したり、血栓が形成されることがあるので、注意を怠らないようにする。

d) 輸液の種類の確認や誤注入には十分に気を付ける。

輸液路からは輸液のみではなく様々な薬液を注入することになるので、誤注入のないように十分に確認してから薬液の注入を行うようにする。

e) 大量輸液による肺水腫、 $\text{Na}^+$ の喪失による水中毒、グルコースの過量投与による高血糖、浸透圧利尿による大量尿量などの合併症に気をつける。

### 3. 最近の話題

#### A) 術中輸液ハーフソリューション

乳酸リンゲル大量投与による $\text{Na}^+$ イオンの体内貯留は間質浮腫を生じて肺機能を低下させる可能性があること、血漿成分補給を目的とすること、アルカリ化剤としては酢酸が利点を有すると言う考えなどから、代謝量に見合うエネルギーおよび水分は2.5%ぶどう糖液によって補い、体外への喪失を補うための最小限の濃度の電解質（ハーフソリューション）を添加し、更に代謝的に有利と考えられている酢酸を配合した輸液剤が開発され、現在使用されている。

組成は $\text{Na}^+$  70,  $\text{K}^+$  4,  $\text{Ca}^{2+}$  3,  $\text{Cl}^-$  52, Acetate 25, mEq/l 及びブドウ糖25g/lである。

#### B) 重曹リンゲル液

出血性ショック時のリンゲル液として、重曹リンゲル液の効果が検討されている。動脈血酸塩基平衡に及ぼす影響について、70%肝阻血ラット用い、乳酸リンゲル液、酢酸リンゲル液と比較したところ、脱血による動脈血

pHと $\text{HCO}_3^-$ 濃度の低下、及び血漿乳酸濃度の上昇が認められた。これらの変化は、重曹リンゲル群で最も改善されている。

乳酸リンゲル群では動脈血pHは最も低値を示し、血漿乳酸濃度は最も高値を示した。このことは、肝機能低下時の出血性ショック時において、重曹リンゲル液は優れたアシドーシスは正効果を示す細胞外液補充剤である可能性を有している。

#### 【参考文献】

- 1) 土田英昭：輸液、輸血. NEW 麻酔科学 劔物修、花岡一雄編集：pp223-226, 2001, 南江堂, 東京
- 2) 弓削孟文：体液・血液バランスと輸液・輸血 麻酔・蘇生学. 土肥修司、澄川耕二編集：pp208-217, 2001, 南山堂, 東京
- 3) 花岡一雄、有田英子、関山裕詩：術中輸液GA-1086（Half Solution）の婦人科領域における一般臨床試験. 臨床医薬 9:1443-1452, 1993
- 4) 福田泰彦、隈本 巧、松田晃彦、片岡美紀子、国場幸史：70%肝阻血下出血性ショックラットにおける各種リンゲル液のアシドーシスは正効果. 麻酔47:22-28, 1998