

## 救急部門での輸液のポイント —外傷性ショックを中心に—

札幌医科大学 救急集中治療部

今泉 均、氏家 良人

## はじめに

救急部門における「輸液のポイント」として、外傷性ショック、特に出血性ショックの病態と輸液療法について、輸液の質、量、投与法の PITFALL について考えてみたいと思います。

## 1. 外傷性ショックとは？

## (1) 主体は出血性ショック

救命・救急疾患を扱う当救急集中治療部の救急部門において、外傷患者の占める割合は65%であり、うちショックを有している患者は約半数に上ります。外傷性ショックとは、外傷に原因として起こるショックの総称であり（表1）、そのうち約95%が出血性ショックに関与しております。

表1 外傷部位別にみられる外傷性ショック

	血量減少性ショック (hypovolemic shock)	心原性ショック (cardiogenic shock)	神経原性ショック (neurogenic shock)
頭部外傷	■ 腦膜下腔出血 (側頭不規則鼻・耳出血を) (伴う場合)		血管運動中枢の障害 (嘔気)
胸部外傷	・心大血管損傷 ・胸壁血管損傷 (肋間、内胸動脈)	1) 早期還流障害 緊張性気胸 2) filling volume の低下 心タンポナーデ 3) 心収縮力の低下 心筋性 冠動脈空氣检测 (気管支肺静脈瘤)	
腹部外傷	・実質器損傷 (肝、腎、脾) ・血管損傷		
骨盤・四肢外傷	・骨盤骨折 ・長管骨骨折 ・血管損傷		
脊柱・脊髄外傷		交感神経系の障害 脊髄損傷 (spinal shock)	
その他			激しい嘔気

(大塚文教、1991、一部改変)

## (2) 内出血がより重要である

出血をきたす原因疾患の中では、鋭的な大血管損傷や実質器損傷を除けば、圧迫止血が可能な外出血よりも内出血の存在がより重要であります。大量出血をきたす内出血部位としては、胸腔内（肺破裂、大血管損傷、肋間動脈損傷など）、腹腔内（肝臓や脾臓の実質器損傷、腸間膜動脈損傷など）や後腹膜（骨盤骨折、腎損傷、脊

椎骨折、腰動脈損傷など）などがあります。

## (3) 超緊急疾患の鑑別と優先順位

多発外傷患者の治療方針<sup>1)</sup>として（図1）、気道は大丈夫か、外出血がないか、ショックはないか（表2）、の A, B, C に対する迅速な診断と治療が必要であります。ショックを呈する場合には、まず緊張性気胸や心タンポナーデなどの超緊急処置を必要とする疾患を鑑別した後に、出血性ショックをきたす疾患の診断並びに治療へと移るわけであります。また出血部位の検査も、頸・胸部、腹部、骨盤の優先順位で行っています。診断には、自覚症状や理学的所見のほか、胸腔内出血には X-P やエコー、腹腔内出血にはエコーによる 5 points method<sup>2)</sup>（図2）などを用いて、出血の有無や出血量を推定しております。

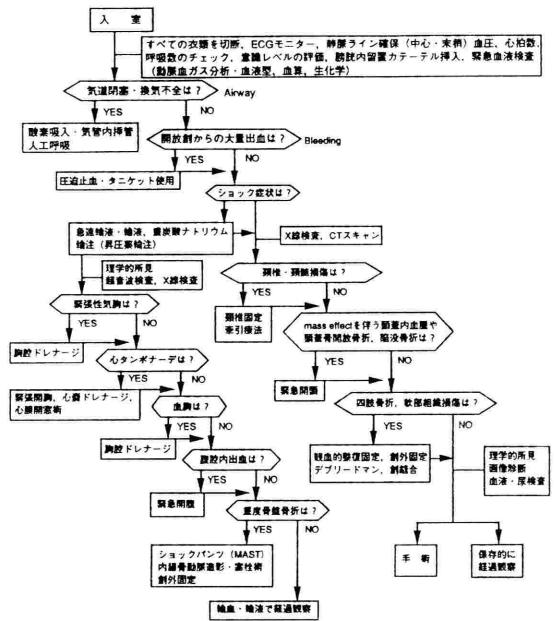


図1. 多発外傷の治療方針

表2 出血性ショックの重症度の判定(Grunt &amp; Reeve)

ショックの重症度	出血量(ml)	心拍数(1分)	収縮期血圧(mmHg)	尿量(ml/時間)	中心静脈圧(CVP)(cmH <sub>2</sub> O)	症状
無症状	15%まで (750以下)	100以下	正常	やや減少 (40~50)	正常(5~10)	無症状 皮膚冷感
軽症	15~30% (750~1500)	100~120	80~90	減少 (30~50)	低下 (5分前後)	四肢冷感 冷汗 口渴 蛋白
中等症	30~45% (1500~2500)	120以上	60~80	乏尿 (10~20)	著明に低下 (0~5)	不整 意識混濁 呼吸促進、虚脱 チアノーゼ
重症	45%以上 (2500以上)	触れない	60以下	無尿	0~マイナス	昏睡 虚脱 下顎呼吸

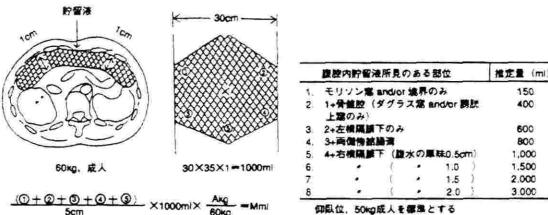


図2 膜脛波による腹腔内貯留液の定量診断式 (5 points method) と推定量

また、来院時ショックを伴わなくとも、骨折部位や挫滅創の広さなどから、受傷24~48時間後の出血量を予測し（表3）、輸液療法を早期に開始することによって、ショックを予防することも重要であります<sup>3)</sup>。例えば、閉鎖性の両大腿骨骨折では1000~2000mlの出血が、挫滅創における皮下出血でも手掌大で500ml相当の出血量が予想されるため、決して無視できない量であります。

表3 出血量の臨床的推定法

## A. ショック指数（田中） (Allgöwer &amp; Burri)

=心拍数/収縮期血圧

0.54=正常

1.0=出血量 1.0L

1.5=出血量 1.5L

2.0=出血量 2.0L

## B. 骨折部位別の推定出血量 (Noble &amp; Gregersen)

肋骨骨折(1本)	100~200ml
上腕骨閉鎖性骨折	200~300ml
脛骨閉鎖性骨折	300~500ml
脛骨開放性骨折	500~1,000ml
一側大腿骨閉鎖性骨折	500~1,000ml
一側大腿骨開放性骨折	1,000~2,000ml
両大腿骨閉鎖性骨折	2,000~3,000ml
両大腿骨開放性骨折	3,000~4,500ml
骨盤骨折(尿路損傷なし)	1,000~1,500ml
骨盤骨折(尿路損傷あり)	2,000~4,000ml

## C. 挫滅組織の大きさと推定出血量 (Grunt &amp; Reeve)

手拳大以下 500ml

〃 1~3 1,000~2,000ml

〃 3~5 約2,000ml

〃 5以上 約3,000ml

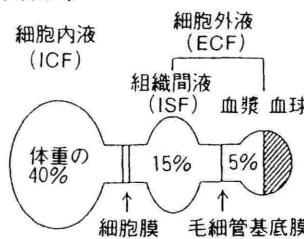
## 2. 外傷性ショックにおける体液の移動

外傷性ショックにおける輸液・輸血の目的と意義とは、出血並びに細胞外液の補充であり、それによってショックの予防並びにショックの遷延化を阻止することにあります。では、ショック時においてなぜ細胞外液の補充が必要なのでしょう。

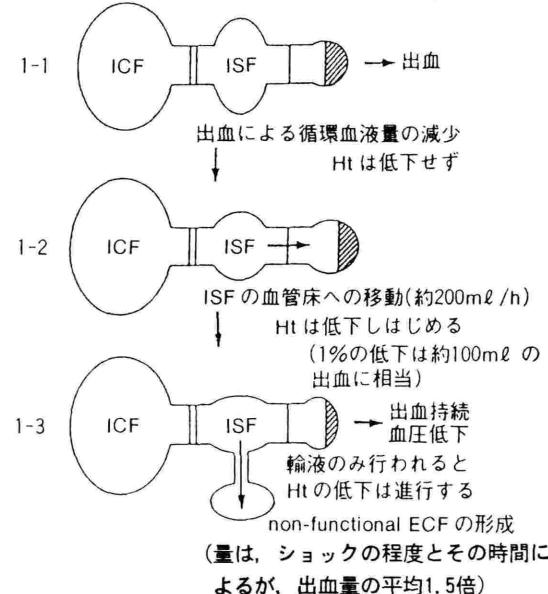
(1) 出血直後にはヘマトクリットは減少しない

出血したからといって、出血直後からヘマトクリット値が減少するわけではなく、数十分から1時間程度してISFが血管内へ移動してはじめて血液が希釈され、ヘマトクリット値が減少するのであります（図3）<sup>3)</sup>。

## 正常の体液分布



## 出血性ショック時の体液変動

図3. 出血性ショック時の体液の変動  
(文献<sup>4)</sup>より引用、一部改変)

## (2) 細胞外液補充の意義

外傷性ショック時には、挫滅組織から遊離されるブラジキニンなどの血管作動性物質によって血管透過性が亢進し、血漿 (plasma) や組織間液 (ISF) がゲル化した膠様組織にsequestrateされて、細胞外液が非機能化

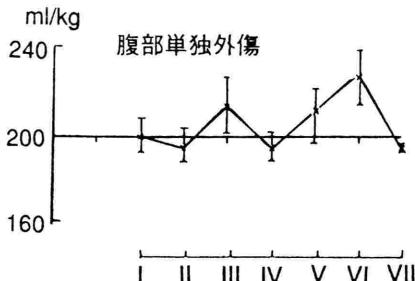
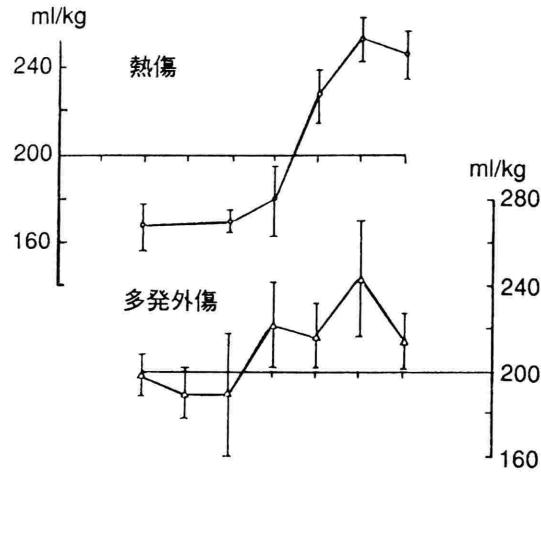
(nf-ECF) し、浮腫(third space) を形成するため、機能的細胞外液量(f-ECF) が大幅に不足してしまうわけであります<sup>4)</sup>。細胞外液の中でも特に Na と水が膠様組織に吸着されて欠乏してしまい、機能相の Na が 8.5 mEq/kg 以上失われるとショックは不可逆性になるため、細胞外液に近い組成の補充が必要となるわけであります。この nf-ECF の量は侵襲度(ストレス) の程度によって異なり、単独の腹部外傷に比べて、重症熱傷や多発骨折など大きな侵襲が加わった場合には、大量の nf-ECF を生じるため、それに見合った量の細胞外液型輸液を行わなければなりません。しかし、大量の輸液を行っても、nf-ECF が増加するのには 24~48 時間程度の時間を要します(図 4)<sup>5)</sup>。

は、①なにを(輸液剤の質:組成)、②どれだけ(輸液剤の量)、③どの位の時間をかけて(輸液速度) するかを決める必要があります。

#### A. 輸液剤の質

(1) 5% ブドウ糖は百害あって一利なし

細胞外液の組成に近い輸液剤として、乳酸加リンゲル液があります。しかし、乳酸加リンゲル液であってもすべて血管内に残るわけではありません。図 5<sup>6)</sup>に示しましたように、晶質液である乳酸加リンゲル液輸液は、100% 細胞外液の補充として働きますが、血管内にはわずか 10~25% しか残らず、他は ISF に移行するため、膠質浸透圧の低下や ISF の圧の上昇を招き、浮腫を増強する可能性が示唆されております。しかし、5% ブドウ糖液では 100% 細胞内に移行するため、細胞内脱水改善の治療目的には良く適合するが細胞外液の補充としての役目を果たせません。また、ブドウ糖含有液の pH は低く、代謝性アシドーシスを亢進させます。一方、輸血や膠質液輸液は、血管内に 100% 残りますので、血管内液(循環血漿量) の補充に最も優れた方法であります。



I	0~3 hrs.	V	3~5 days
II	3~12 hrs.	VI	6~7 days
III	12~24 hrs.	VII	8~
IV	24~48 hrs.		

図4. 各種侵襲時のf-ECFVの経時的变化

#### 3. 外傷性ショック時の輸液療法

外傷性ショック患者に対して実際に輸液療法を行うに

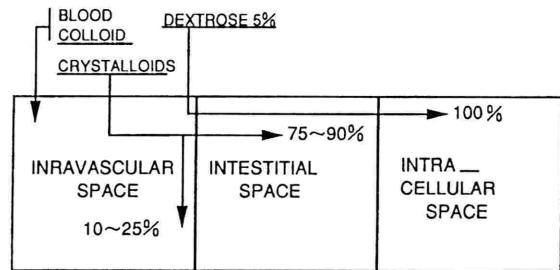


図5. 輸液剤の投与後の体液分布

#### (2) 晶質液と膠質液のどちらが優れているか?

出血性ショックに対する輸液剤として、晶質液と膠質液のどちらが優れているかの争点は、投与後の肺合併症の有無にあります。しかし、出血の速度や量、ショックの遷延化による血管透過性の差など多因子が関与している他、両者の投与量の決め方などにも問題があるため、両者の功罪を示す報告も種々あり(表4)、いまだ結論はでていないのが現状であります<sup>7)</sup>。

表4. 出血性ショックに対する晶質液と人工膠質液の比較

	特徴	肺合併症への影響	腎機能への影響	心臓機能への影響
晶質液	○ 電解質(ナトリウム)のみを水に溶解したもので、膠質渗透圧をもたない液体 ○ 血管内に投与すれば、同時に細胞外液への分布に干涉	肺合併症による肺透過性低下 (肺合併症の発生率によると) ○ 膜透過性低下しても、感染がない限り肺機能は低下しない (原則) 肺機能の低下なし ○ 水溶性のものと比較 ○ 膜透過性時に20%まで増加する(Drew 1966) ○ またシントリガムは晶質と細胞間隔質の蛋白濃度(血漿の70~80%)と同程度まで低下させて浮腫を止める(Civetta, 1979)	肺合併症に比べて増加する 心臓機能改善 一方、腎機能の方が心臓機能に比べてより悪化する (Honan)	
人工膠質液 (Dextran, HES)	○ 水溶性などの中に高分子物質を含んでいて、これが細胞外液に作用によって細胞外液渗透圧をもつ ○ 膜透過性が血漿のそれより高ければ、血漿を拡張する ○ 毛細血管の通透性はアルブミンとはば等しい	高分子により膜透過性を阻害する ○ 血漿より優れているが、両者の膜透過性によると、ショック患者では膜透過性は血漿より高めで、呼吸機能による膜外へ漏出して、呼吸機能の悪化につながる ○ 一方、膜透過性が血漿より低めの場合は膜透過性を下させて浮腫を止める(Siegel, 1970)	大循環路により膜透過性を改善する 心臓機能改善 一方、腎機能の方が心臓機能に比べてより悪化する (Honan)	

従って、出血性ショックの場合、乳酸加リンゲル液でまず開始し、1000~2000ml輸液しても循環動態に反応がみられない重症例に対しては、血压の改善、ショックの遷延化を阻止するために、血管内液補充を最優先して、輸血や膠質液を行います(図6)<sup>3)</sup>。

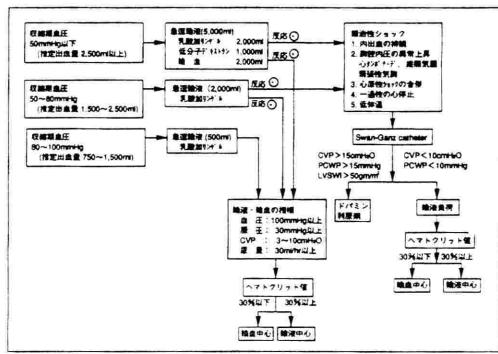


図6 出血性ショック時の輸液・輸血療法

### (3) アルカリ化剤の選択—乳酸か、酢酸か？

細胞外液型の晶質液に添加されているアルカリ化剤については、肝臓の障害があっても全身の筋肉など肝臓以外の臓器でも重炭酸イオンに代謝できる、酢酸が乳酸よりも優れていますが、ショック時にはcentralizationによって、筋肉等の血流も著明に低下しますので、臨床的な優位性には差はみられません<sup>8)</sup>。

なお、市販されている酢酸加リンゲル液には5%ブドウ糖が含まれておりますので(ヴィーンD®)、侵襲時の高血糖や乳酸の蓄積による代謝性アシドーシスを助長する可能性があるため注意が必要であります。

また、乳酸や酢酸は共にアルカリ化剤として速効性に乏しいため、代謝性アシドーシスの補正(-10mEq/l以下)の高度かつ進行性の場合)を目的とする場合には、paradoxical acidosisや高浸透圧血症、高Na血症など種々の問題はありますが(表5)、重曹水の投与を行っているのが現状であります。もちろん、循環動態の安定を図り、代謝性アシドーシスの進行を防止させることはいうまでもない事であります。

表5. ショック時の代謝性(乳酸性)アシドーシスの補正 (pH 7.25以下で不整脈やカナロミンの効力を低下する)	
一般名	利点と補正法
重曹水 (NaHCO <sub>3</sub> ) (メイヨン®) (7%: 1666mEq/kg) (8.4%: 2000mEq/kg)	<p>区分内にECFのpHを補正できるが、ICFのpH補正是困難とする (BE × 時間X0.1) × 1/2 ↓ (ECFより0.2とする場合も多い)</p>
TNaM (Tris-butyrate- hydroxymethyl ammonium) (サムセット®) (554mEq/kg)	<p>①血中や細胞内のCO<sub>2</sub>結合してHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>を産出し 酸解作用を発揮する ②吸収性がためため、細胞内アシドーシスをも 改善し、BE × 時間X0.1) × 1/2</p>
ジグロル静脈 (DCA)	<p>ビルビン酸脱水素酵素の競合性阻害により、細胞内CO<sub>2</sub>結合を阻害することなく、血中の乳酸値を下 さうことができる</p>
乳酸	<p>肝臓内で代謝されて、重炭酸イオンとなり、細胞内CO<sub>2</sub>結合を阻害することなく、血中の乳酸値を下 さうことができる</p>
酢酸	<p>肝臓内で代謝されて、重炭酸イオンとなり、ECF中へ通過する。同時に乳酸をアカルボナ化す ることでない</p>
醇類	<p>肝臓内ではなく、他の臓器で代謝されるため、重炭酸イオンへの競合性阻害を考慮するの と殆どない</p>

### (4) 高張Na液の意義

従来の細胞外液型輸液よりも高張なNa液<sup>9), 10), 15)</sup>やHLS(表6)<sup>11)</sup>を用いる方法は、従来の2分の1程度と少ない量で循環が安定し、しかも肺合併症の発生を減少させます。機序は、高張Na液の投与によって、欠乏した機能的Naを補う他、血清浸透圧を上昇させて細胞内から一時的に水分を移動させて、f-ECFを補充する方法であります。また、脳圧上昇抑制作用を有しているため、頭部外傷を合併する出血性ショック<sup>12)</sup>や重症熱傷に対する初期輸液法として、有用な方法であります<sup>9), 11)</sup>。

表6. HLS療法

#### 1) 機序

- ① volume expansion
- ② 浮腫形成の抑制
- ③ 心筋収縮性の増大(心臓に対する直接作用)

#### 2) 組成

	内容	組成	浸透圧
HLS300	乳酸加リンゲル液 500ml 1M乳酸Na液 121ml	Na 299.5 mEq/l K 3.2 mEq/l Cl 87.7 mEq/l 乳酸 217.4 mEq/l	600 mOsm/l
HLS250	乳酸加リンゲル液 500ml 1M乳酸Na液 80ml	Na 250.0 mEq/l K 3.4 mEq/l Cl 94.0 mEq/l 乳酸 162.1 mEq/l	500 mOsm/l
HLS200	乳酸加リンゲル液 500ml 1M乳酸Na液 43ml	Na 198.7 mEq/l K 3.6 mEq/l Cl 98.1 mEq/l 乳酸 102.6 mEq/l	400 mOsm/l
HLS150	乳酸加リンゲル液 500ml 1M乳酸Na液 11ml	Na 148.9 mEq/l K 3.9 mEq/l Cl 106.8 mEq/l 乳酸 49.0 mEq/l	300 mOsm/l

(患者の血清Naが160mEq/l以上、血清浸透圧が320mOsm/l以上に  
ならないように、使い分ける)

### (5) 人工膠質液の選択と投与方法

膠質液とは、膠質浸透圧を上昇させることによって、f-ECFの増加を図る輸液剤であります。市販されている人工膠質液(代用血漿)にはデキストランとHESがあり、出血傾向など凝固学的な面、赤沈亢進、血型誤認、安定性など血液レオロジーの面からHESの使用を勧める報告<sup>13)</sup>もみられますが、臨床的には著しい差はありません。しかし、いずれも多因子による出血傾向は避けられないため、投与量を1000mlまでに制限すべきであります。なお、通常の6%人工膠質液ではなく、3%人工膠質液(3%デキストラン40: サヴィオゾール®など)を使用すると、血漿増量効果には差がみられないが、止血機能への影響は少ない、と報告されています<sup>14)</sup>。

### (6) 高張Na液と膠質液との混合液の有用性

高張Na液と人工膠質液の利点を生かした輸液剤として、7.5%の高張Na液とデキストラン70の人工膠質液を混合した液(hypertonic/hyperoncotic solution)の投与

が、同量投与の乳酸加リングル液に比べて循環の安定のみならず、生命予後にも有意差を認めた（図7）<sup>15)</sup>、と Holcroft らはヘリコプター搬送患者の臨床データを報告しております。この方法は、少量の輸液投与でも、血漿增量効果のほか、心収縮力の改善、臓器血流量の増加をもたらし<sup>16), 17)</sup>、脳圧を上昇させず<sup>18)</sup>、しかも効果を30分程度まで持続させることができるため<sup>19)</sup>、救急医療の現場での使用に有効と考えられ<sup>15), 19)</sup>、今後も検討を要する臨床上重要な課題であります。

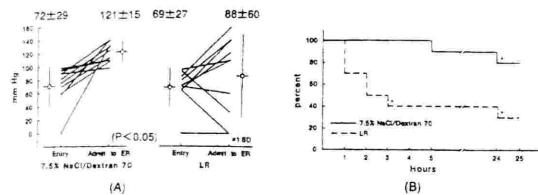


図7 交通事故からのヘリ搬送における  
double bindによる輸液トライアル(10例づつ)  
(A): ヘリ搬入時とEmergency Room(ER)搬入時の収縮期  
血圧(7.5% NaCl/dextran 70群が星印に上昇した)  
(B): 2群の生存曲線、7.5% NaCl/dextran 70群の方が生  
存率が高かった  
星印は重症頭部外傷による死亡症例を示す  
なお、24時間生存した全症例が救命できた

## B. 輸液剤の投与量

### (1) 心拍数が100以上ならショックと考えよ

輸液剤の投与量を決めるには、まず循環血液量がどの程度減少しているかを臨床的に把握しなければなりません（表2）。静脈還流量減少による一回拍出量低下に対して、心拍数を増加させて心拍出量を一定に保つように生体ではホメオスタシスが働きます。従って、心拍数は血圧が低下する以前に増加しますので、心拍数が100以上を呈するようであれば、1000ml相当の出血を考えるべきであります。心拍数と収縮期血圧の比から、出血量を推定する shock index(表3)は、2000mlまでの出血に対しては相関もよく、何にも増して shock index の1000倍イコール予想出血量である点が簡便であります<sup>20), 21)</sup>、救急医療の現場では有用であります。臨床的にショックか否かを判断するには、特殊な医療器具を必要とせず、臨床症状と触診による心拍数とおおまかな収縮期血圧（一般に内頸動脈；50mm Hg以上、大腿動脈；60mm Hg以上、橈骨動脈；80mm Hg以上で触診可能）を知ることによって可能なわけであります。

2000ml以上の出血が予想される場合には、通常乳酸加リングル液を出血量の1.5~2.0倍、膠質液を1.0倍、輸血を1.0倍投与し、血圧100mm Hg以上、CVP3~10cm、時間尿量30ml以上を、輸液・輸血の目標とします。輸液・輸血療法に反応しない場合には、再度難治性ショックとの鑑別が必要となります（図6）。

## C. 輸血・輸液投与法

### (1) 静脈は太く短い穿刺針で確保せよ

このような輸液療法も、静脈路の確保なくしては実施できません。出血性ショックの場合には、末梢静脈に16G2本、CVP測定用に中心静脈に1本、最低確保すべきであります。Poiseulleの法則によると、輸液速度は穿刺針の内径の4乗に比例し、長さに反比例するため、急速大量輸液を行うには加圧するよりも、まず太く短い穿刺針を用いることが必要であります。従って、太さは同じでも、長い中心静脈カテーテルは大量輸液には不適当であります<sup>22)</sup>。末梢静脈路に太いカテーテルを挿入できない場合には、内・外頸静脈か、またはCVP測定用とは別に中心静脈に太く短いカテーテル(ex. FDLカテーテル)を挿入する方がより実用的であります。

### (2) 濃厚赤血球液(CRC)の希釈は生食で

成分輸血の普及によって全血の確保が難しい現在、CRC輸血に習熟することが必要であります。CRCを急速輸血する場合の一番の問題点は、血液の粘稠度であります。ヘマトクリット値は65~75%もあるため、Poiseulleの法則からみても急速輸血には適しておりません。5%ブドウ糖液で希釈すると溶血、乳酸加リングル液では含有するCa<sup>++</sup>によって血球が凝集するため、CRCの希釈液には生理食塩水を用いるべきであります。

### (3) 大量輸血の急速かつ安全な加温方法

大量輸血に伴う体温の低下は、ショック患者の循環動態を一層悪化させます。通常加温器を用いたり、温湯に血液バッグを浸して加温しますが、急速輸血の場合、加温が間に合わないのが現状であります。これに対して、70°Cの生食250mlを濃厚赤血球2単位（平均305g）の中に注入し、30秒以内に安全かつ確実に加温する方法が報告されております<sup>23)</sup>。

### (4) 出血性ショックの治療はあくまで輸液療法、

#### 昇圧剤に頼るのは有害無益

ショック時には腸管の血行不全によって虚血性腸炎を生じ、腸管内ガスが血管内に流入したり、translocationによってエンドトキシン血症を併発するなど重篤な合併症を引き起こす場合があります。特に60歳以上の高齢の遷延性ショック患者で、ノルアドレナリン使用例にみられ（図8）、上腸間膜動脈血栓症のような太い動脈に血栓を認めない、腸管全層の壊死を呈します。出血性ショックに対しては、あくまで輸液・輸血療法と止血によってショックからの離脱をはかるべきであり、血管収縮性の昇圧剤に頼るのは有害無益であり、厳に慎むべきであります。

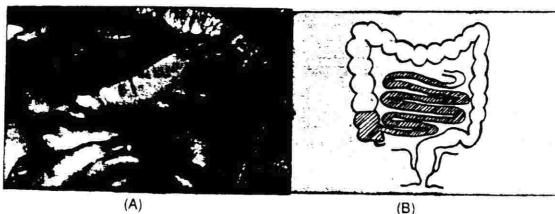


図8 72歳男性。出血性ショックで他院よりノットケリン持続点滴しつつ来院。低血圧が遷延し(6時間)腹部膨満、血便、敗血症となり第2病日開腹手術を施行した  
(A): 術中所見 (B): 腹腔を切開した部位

#### 4. 止血の重要性

出血性ショックの治療における輸液・輸血療法と止血法は、車の両輪に相当するものであります。図9に骨盤骨折による出血性ショックで心停止となり、急速輸液・輸血療法で一旦は循環が改善、その後再度循環が不安定となつたため、経動脈塞栓術(TAE)を施行し、循環が安定した症例を呈示しました。このように、出血性ショックの治療における止血法の重要性はいうまでもありませんが、輸液・輸血療法によって、まず循環を安定させることが重要であります。



図9 39歳女性。骨盤骨折に伴う下腹膨脹  
動脈損傷  
(A): TAE術前  
(B): TAE術後

#### 5. 周術期と外傷性ショックの病態の相違

周術期と外傷性ショックの病態の相違は、出血の持続、挫滅創の大きさ、激しい疼痛であり、周術期に比べて、侵襲度は比べものにならない程大きなものがあります。周術期の輸液療法が、従来の細胞外液型からデノサリン®に代表されるような細胞内循環改善を目的とする維持輸液に変わりつつありますが、外傷性ショック、とりわけ出血性ショックに対しては依然、細胞外液型輸液療法が主体を占めております。

以上、我々救急医が、外傷性ショックの輸液療法に対して、どのように考え、実戦していることについて、文献的考察を加え報告させていただきました。

#### 文 献

1) 益子邦洋、大塚敏文：多発外傷の治療方針。

- 2) 川口新一郎、豊永 純、池田浩三、他：5 Points Method—腹腔内貯留液の超音波による定量診断式—救急医学 7:993-997, 1983
- 3) 今泉 均、友寄高士、金子正光：四肢骨盤骨折—特徴的な病態と対策—Emergency nursing 4:260-271, 1991
- 4) 行岡哲男、八木啓一、杉本 侃：ショックと輸液内科 56: 419-424, 1985
- 5) 島崎修次、杉本 侃：外傷性ショックの病態生理外傷 7:227-238, 1976
- 6) Al-Shanableh JS: Fluid therapy in major trauma. MEJ Anesth 9:189-192, 1987.
- 7) 小川 龍：クリスタロイド輸液 VS コロイド輸液救急医学 8:9-15, 1984
- 8) 藤田達士：代謝性アシドーシスに何故重曹水か？日本臨床麻酔学会誌 6:107-118, 1986
- 9) Monafo WW, Chuntrasakul C, Ayvazian VH: Hypertonic sodium solutions in the treatment of burn shock: Am J Surg 126:778-783, 1973
- 10) Gala GJ, Lilly MP, Thomas SE, et al: Interaction of sodium and volume in fluid resuscitation after hemorrhage. J Trauma 31:545-556, 1991
- 11) 島崎修次、杉本 侃、田中範明：HLS (Hyper tonic Lactate Saline, 高張Na液輸液) 療法の作用機序に関する基礎的研究。医学のあゆみ 92:487-488, 1975
- 12) Prough DS, Johnson JC, Poole GV, et al: Effects on intracranial pressure of resuscitation from hemorrhagic shock with hypertonic saline versus lactated Ringer's solution. Crit Care Med 13:407-411, 1985
- 13) 後藤幸生：濃赤希釈輸血法における代用血漿の見直し—血液レオロジー面から—循環制御 9:301-306, 1988
- 14) Bergman A, Andreen M, Blomback M: Plasma substitution with 3% dextran-60 in orthopaedic surgery: Influence on plasma colloid osmotic pressure, coagulation parameters, immunoglobulins and other plasma constituents. Acta Anaesthesiol Scand 34:21-29, 1990

- 15) Holcroft JW, Vassar MJ, Turner JE, et al: 3% NaCl and 7.5% NaCl/Dextran 70 in the resuscitation of severely injured patients. Ann Surg 206:279 - 288, 1987
- 16) Rowe GG, McKenna DH, Corliss RJ, et al: Hemodynamic effects of hypertonic sodium chloride. J Appl Physiol 32:182 - 184, 1972
- 17) Behrman SW, Fabian TC, Kudsk KA, et al: Microcirculatory flow changes after initial resuscitation of hemorrhagic shock with 7.5% hypertonic saline/6% dextran 70. J Trauma 31:589 - 600, 1991
- 18) Ducey JP, Lamiell JM, Gueller GE: Cerebral electrophysiologic effects of resuscitation with hypertonic saline - dextran after hemorrhage. Crit Care Med 18:744 - 749, 1990
- 19) Kramer GC, Perron PR, Lindsey DC, et al: Small - volume resuscitation with hypertonic saline dextran solution. Surgery 100:239 - 247, 1986
- 20) Allöwer M, Burri C: "Schockindex". Dtsch med Wschr 43:1947 - 1950, 1967
- 21) 田中範明、島崎修次、田原一郎、他：外傷患者の出血量とその臨床的判定法 外科治療 32:422 - 426, 1975
- 22) 今泉 均、氏家良人、金子正光：クリティカルケアにおける基本手技 1：末梢静脈穿刺法と静脈切開法（カットダウン） 集中治療 2 : 807 - 815, 1991
- 23) Iserson KV, Knauf MA, Anhalt D: Rapid ad mixture blood warming: Technical advances. Crit Care Med 18:1138 - 1141, 1990