

特殊病態下の輸液と栄養

— 熱傷 —

福島県立医科大学麻酔科学教室

管 桂 一, 田 勢 長一郎

1. はじめに

熱傷の初期においては hypovolemic shock に対して輸液そのものが治療の主役であり、その適否が予後を大きく左右する。また感染、頻回の手術といった慢性期には栄養輸液が大きな役割を果たす。熱傷の輸液はダイナミックな急性期からデリケートな慢性期まで幅の広い知識が要求される領域で、わずか1例の症例でも、輸液を学ぶ者にとって極めて多くのものを教えてくれる。

実際の輸液にあたっては既に多数の論文が報告され、各施設ではそれらを基に各々の施設に即した管理を行っているのが現状と思われる。本稿では当科での輸液管理方法について述べると共に、最近の輸液に関わる知見について併せて報告する。

2. 対 象

対象は1990年～94年の5年間に当科に入院した熱傷患者42例のうち、熱傷面積20%以上の例とした。ただし初期治療が他の医療機関で行われたもの、また自殺企画によりⅢ度80%以上の火傷で、かつ家族が積極的治療を望まなかったような症例は除外し、結局21例が対象となった。

年齢は1歳から80歳におよび熱傷面積は体表の20～65% (平均41%)、平均 Burn Index は27であった。このうち死亡したのは顔面Ⅲ度を含む受傷面積35%の70歳女性と、受傷面積40%の60歳男性の2例で救命率は90.5%であった。

3. 急性期の輸液

1) 輸液の Formula

急性期の輸液は晶質液と膠質液の投与の違いにより Parkland, Brooke, Brooke の変法, Evans,

HLS, また小児では Galveston 法など種々上げられているが、我々は専ら Parkland 方式を用いている。その理由としてすぐ側にある乳酸リンゲル液で対応が可能であり、たとえ熱傷に不慣れた医師が当直でも初期治療を誤る可能性は少ない。さらに輸液量が大量になり呼吸器合併症をきたす可能性が高くなっても、Continuous Positive Airway Pressure や Pressure Support Ventilation といった自発呼吸を温存した人工呼吸モードで対応可能であり、呼吸管理に難渋した症例の経験がないからである。勿論 HLS の有効性は周知のとおりであり、これを否定する意図はない。

実際に投与した乳酸リンゲル液量を X, Parkland 公式量を Y として相関関係を見てみると、1日量として $Y = 1.18X$, $r^2 = 0.826$ とほぼ Parkland と一致した。ただし中には公式量の2倍にもなる症例があったが、これらは Burn Index が大きい症例にその傾向がみられた。

2) 気道熱傷の有無による輸液量

小児を除く17例について気道熱傷の無い例8例と、有る例9例につき Burn Index に有意差がな

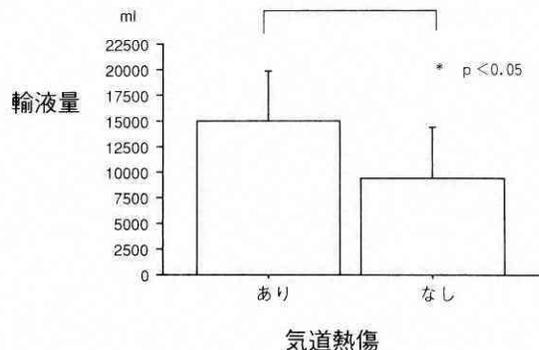


図1 気道熱傷の有無による輸液量の差

いことを確認の上、気道熱傷の有無による輸液量の差を見た(図1)。気道熱傷の有る例に輸液量は多く、危険率5%で統計学的に有意差が見られた(Mann-Whitney's U test)。

3) 輸液量と呼吸器合併症

輸液量が多いと肺水腫などの呼吸器合併症が懸念される。図2に24時間の投与乳酸リンゲル液量と、急性期1週間に使用した最高 FIO₂ の関係を示した。輸液量が増すと FIO₂ が高くなる傾向はあるが、すべて0.5以下で済み、呼吸管理に難渋した症例は無かった。

4) 輸液量と尿量

投与乳酸リンゲル液量と24時間の尿量を図3に示した。投与量が多くなると尿量も多くなる傾向は見られ、全症例の体重時間当たり尿量は平均2.6 ml/kg/hであった。一般に熱傷管理上尿量を、成人で30~50ml/kg/h、小児で1 ml/kg/hを維持するよう輸液量を調節するのが一つの指針としてあげられているが、それと比較すると多い。しかし川井ら²⁾も熱傷面積20%以上の症例に対し Parkland 公式量の1.54倍の輸液を行い初期8時間では2.31ml/kg/h、後期16時間は2.61ml/kg/hの尿量を得ている。輸液量は熱傷面積に依存するため同一レベルで比較はできないが、我々の症例では前述のように投与量は Parkland 公式量の1.18倍であり極めて多くはない。尿量が良く保たれる理由の一つとして、ドーパミンを初期より使用していることがあげられる。臓器血流特に腎血流を確保する目的に3 µg/kg/min程度のドーパミンを使用

するが、その際心拍数の増加に注意し120/min以下を目安にしている。これにより尿量を得るための過剰の輸液を防止でき、また溶血による遊離ヘモグロビンの洗い流しや、熱傷トキシンなどの影響と考えられる心機能障害がある場合にも有効と考えている。辺見ら²⁾は初期24時間の平均時間尿量と Respiratory Index (RI) は負の関係にあり、尿量が少ないほうがむしろ RI に異常が認められ、初期時間尿量が多いと過剰輸液であり、呼吸器合併症が多いとの従来の概念は当てはまらないと述べている。

5) コロイド

コロイドの投与開始時間とこの時の Total protein (TP) を図4に示す。投与開始時間は受傷後2~29時間に渡り平均12.8時間、その時の TP は4.0 g/dlで時間とは関係がなかった。受傷後24時間以前のコロイド投与は、純粋な意味での Parkland 方式とは異なるが、この開始時間は現在本邦の他の施設でも採用されているものと大差はないと思われる^{1,3)}。投与するものとして、基本的にア

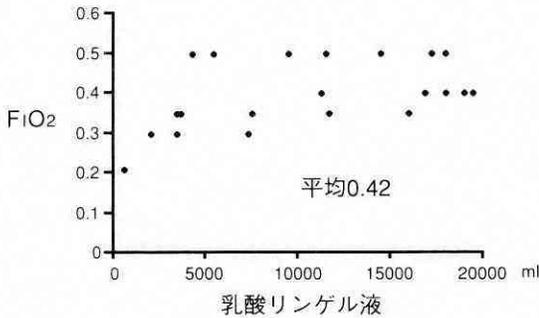


図2 24時間の投与乳酸リンゲル液量と急性期に使用した最高の F₁O₂

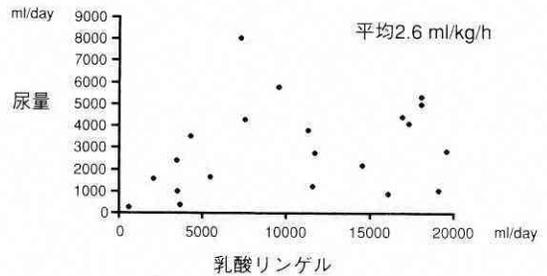


図3 24時間の投与乳酸リンゲル液量と尿量

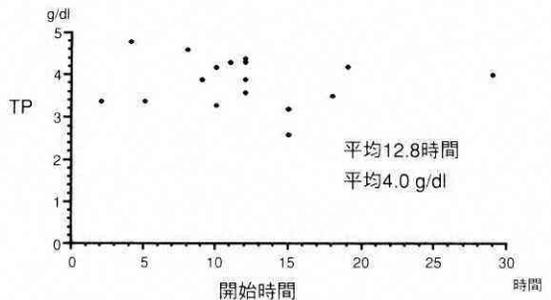


図4 コロイドの投与開始時間とこの時の Total Protein

ルブミンによる膠質浸透圧効果のみならず、他の蛋白分画や凝固因子などを含む新鮮凍結血漿を用いるが、容量を補うには相当量が必要のためアルブミン製剤も併用することが多い。

6) グルコースの投与開始時期

グルコースの投与開始時期は熱傷面積が広ければ遅くなる傾向にあるが、平均では18.8時間と比較的早かった。この点でもまた Parkland とは異なる。輸液の種類はグルコース濃度2.5%のいわゆる開始液や、5%グルコース液で、投与速度はインシュリンを使用しなくても血糖を維持できる速度で、乳酸リンゲル液と併用する。

4. 移行期（急性期から慢性期まで）の輸液

基本的には乳酸リンゲル液とコロイド液それぞれにグルコース液であるが、refilling 時期には尿量と中心静脈圧を見ながら、乳酸リンゲル液の投与速度を減少させ、TP 4.0 g/dlを保つようコロイド液を入れ、グルコースの濃度を次第に上昇させる。

5. 慢性期の輸液

慢性期は感染防御と同時に、創傷治癒と頻回手術に備えるため専ら栄養に重点を置いた輸液が行われる。熱傷時の栄養輸液に関しては Harris-Benedict の変法や、Curreri の変法、Toronto formula, North Carolina Jaycee formula など多数あり、それらの基になるエネルギー消費量の計算としては、Harris-Benedict の公式を応用するものや、Indirect Calorimetry によるエネルギー測定がある。我々は Harris-Benedict の変法をおよその指標としている。

1) 投与カロリー

実際に投与されたカロリーは、Harris-Benedict の変法で求めた Basal Energy Expenditure (BEE) の平均1.4倍で、一般的に言われている1.5~2倍⁴⁾の下限に位置した。投与カロリーが過大評価され、そのまま適応するには問題があるとされている Curreri の方法と投与カロリーを比較すると、Curreri の0.75倍であり、通常述べられている0.8倍⁵⁾と近似していた。

またそのときの non protein calorie と窒素の

比 Cal/Nについては平均135で、投与するアミノ酸製剤は主に分枝鎖アミノ酸を30%以上有するものを使用した。

栄養評価の指標としては身体計測、免疫能、窒素出納、rapid turnover protein (RTP) など挙げられている。RTP は結果が出るまで時間がかかるため、我々は通常窒素出納を算出し用いているが、むしろ患者の表情や全身状態の改善の程度を指標にするのが良いという報告⁶⁾もあり、我々もこれを支持する。

2) 経口、経管栄養

投与経路として消化管の使用時期については、殆どの症例では20日以内であったが、極端に遅い例もあり平均では15日となった。開始が遅れた理由は顔面Ⅲ度の熱傷であったり、消化管が十分に動かなかつたり、手術が重なるなどして遅れたものである。

しかし近年は Bacterial Translocation の概念から、早期に経管栄養を開始する傾向にあり⁹⁾、我々も最近の症例では第2病日から5%のグルコースを経鼻胃管より注入している。その後は一般の経腸栄養剤を0.5 kcal/mlの濃度から開始し、次第に1 kcal/mlまで上昇させる。

6. その他

最近の熱傷の輸液およびそれに関与する文献から主なものをあげてみる。

1) 輸液速度

輸液速度に関して Nikola ら⁷⁾は、半日量の乳酸リンゲルを8時間で入れていた Parkland 方式に対し、4時間で入れた方が、尿量や呼吸補助に関して良い結果が得られたと述べている。

2) 輸液剤

最近話題になっている代用血漿製剤に Pentafraction がある^{8,9)}。従来本邦で使用されている代用血漿剤は、欧米のものに比較して平均分子量が極端に小さく、血管外に漏出するコロイドが多量になる。これに対し Pentafraction は分子量10万~30万の hydroxyethyl starch で、熱傷モデルにおいてアルブミンの血管外漏出を抑制する sealing effect があると報告され、蛋白製剤の使用削減が

らも今後期待されている。

3) 薬物療法

輸液に付随するものについては、まずビタミンCやシメチジンの大量投与があげられる^{10,11)}。これらは oxygen free radical scavenger として血管透過性を抑制し、その結果浮腫の形成を抑制するため、初期の輸液量を減少させることができると報告されている。

同様に輸液量を減少させるため明石ら¹²⁾は、急性期にフェンタニールを用いた麻酔を行い、31~33度の低体温を48時間維持することにより初期の輸液を減量できたと報告している。

4) モニタリング

モニターおよび輸液ルートとして用いるカテーテルの類が論点の一つとしてあげられている。殆どの熱傷患者はオンラインの侵襲的なモニターは不要といわれている¹³⁾。今回我々の症例でも Swan-Ganz カテーテルを使用したのはわずか1例であったが、後に検討したところこの症例でも有用性は無く、結局熱傷患者に Swan-Ganz カテーテルは不要と判断した。ただし現在のところ採血ラインとしての動脈カテーテルと、refilling を早期に発見し、また高カロリー輸液の投与ルートとしての中心静脈カテーテルは必要と考えている。

5) 補助療法

輸液の補助療法として初期より種々のケミカルメディエーターを除去する目的に CHDF を施行したり、Parkland の2倍量の輸液をしても循環が維持できない場合は Plasma Exchange をした方が良いというような報告¹⁴⁾がある。我々は2例に初期の血管透過性を抑制する目的で CHDF を行ったが、効果は明確ではなく今後の検討を待たねばならない。

6) 栄養

投与する栄養の組成として、アミノ酸では以前から侵襲時に推奨されてきた分枝鎖アミノ酸が、標準アミノ酸と比較しても有効性に差がなかったとして、疑問視する報告もある¹⁵⁾。

一方細胞性免疫を高めるアルギニン¹⁶⁾や腸管エネルギーおよび粘膜の保護作用があり bacterial translocation の抑制に良い効果をもたらすグルタミン

が話題になっている。

また脂肪についても熱傷モデルにおいて蛋白合成に好影響を与えたとして、魚の油に含まれる ω -3 の脂肪酸が注目をあび臨床応用が期待されている¹⁸⁾。

ま と め

当科における熱傷の輸液管理に文献的考察を加え報告した。急性期の輸液は Parkland 方式に準じたが、コロイドの開始は平均12.8時間、グルコースの開始は18.8時間であった。投与カロリーは BEE の1.4倍、Curreri の公式の0.75倍であった。管理上 Swan-Ganz カテーテルは不要と考えた。現在種々の輸液剤や mediator modulation が考案され、今後期待されている。

文 献

- 1) 川井 真, 辺見 弘, 勝見 敦, 他: Baxter 法による輸液, 熱傷 (1994) 20, 21.
- 2) 辺見 弘, 安田和弘, 川井 真, 他: コロイドを早期投与しない輸液管理, 救急医学 (1991) 15, 1007.
- 3) 奥沢星二郎, 山本修三, 相川直樹: コロイドを早期投与する輸液管理, 救急医学 (1991) 15, 1012.
- 4) 長谷部正晴, 小林国男: 熱傷患者と高カロリー輸液法, 治療 (1987) 69, 973.
- 5) 今泉 均, 金子正光, 伊藤 靖, 他: 栄養管理法, 集中治療 (1992) 4, 259.
- 6) 小林国男: 栄養管理法, 集中治療 (1992) 4, 257.
- 7) Puffinbarger NK, Tuggle DW, Smith EI: Rapid isotonic fluid resuscitation in pediatric thermal injury. J Pediatr Surg (1994) 29, 339.
- 8) Zikria BA, King TC, Stanford J, et al: A biophysical approach to capillary permeability. Surgery (1989) 105, 625.
- 9) Traber LD, Brazeal BA, Schmitz M, et al: Pentafraction reduces the lung lymph response after endotoxin administration in the ovine model. Circ Shock (1992) 36, 93.
- 10) Friedl HP, Till GO, Trentz O, et al: Roles of histamine, complement and xanthine oxidase

- in thermal injury of skin. *Am J Pathol* (1989) **135**, 203.
- 11) Matusda T, Tanaka H, Shimazaki S, et al : High-dose vitamin c therapy for extensive deed dermal burns. *Burns* (1992) **18**, 127.
 - 12) 明石 学, 田中厚司, 印牧省吾 : 重症熱傷における低体温麻酔療法下の輸液管理, 熱傷 (1994) **20**, 24.
 - 13) Second conference on supportive therapy in burn care. *J Trauma* (1981) **21** (Suppl), 665.
 - 14) Warden GD : Burn shock resuscitation. *World J. Surg* (1992) **16**, 16.
 - 15) Brown RO, Buonpane EA, Vehe KL, et al : Comparison of modified amino acids and standard amino acids in parenteral nutrition support of thermally injured patients. *Cri Care Med* (1990) **18**, 1096.
 - 16) Barbul A : Arginine : Biochemistsy, physiology, and therapeutic implications. *JPEN* (1986) **10**, 227.
 - 17) Wilmore DW, Smith RJ, O'Dwyer ST, et al : The gut : A central organ after surgical stress. *Surgery* (1988) **104**, 917.
 - 18) Alexander JW, Saito H, Ogle CK, et al : The importance of lipid type in the diet after burn injury. *Ann Surg* (1986) **204**, 1.