

## 外傷時の大量出血に対する急速加温輸血の問題点

櫻井 淳, 雅楽川聡, 木下浩作, 守谷 俊, 白井邦博, 林 成之

日本大学医学部 救急医学

Key Words: 外傷, 大量出血, 凝固能障害

### 要 旨

【目的】外傷における大量出血時の輸血療法の問題点を明らかにする。【方法】外傷患者で4000ml以上の出血を認めた6例において検討を行った。手術開始約1時間後に急速加温輸血により輸液と濃厚赤血球のみ投与された段階で採血を行い血算と凝固能を検討した。【結果】ヘモグロビン $8.8 \pm 1.83$  g/dl, 血小板 $89 \pm 40.1 \times 10^3 / \mu\text{l}$ , アルブミン $2.1 \pm 0.39$  g/dl, フィブリノーゲン $61 \pm 11.7$ mg/dl, プロトロンビン時間 $28 \pm 19.7\%$ であった。【考察】外傷の大量出血時においては手術初期の段階で既にプロトロンビン時間, フィブリノーゲンが低下し, 凝固能障害が出現していた。これは出血による凝固因子の血管外流出と播種性血管内凝固症のためと推測された。このため外傷において大量出血が予測される症例においては早期から新鮮凍結血漿等の血液製剤を準備する必要があると考えられた。

### 1. はじめに

外傷における大量出血によるショックにおいて循環維持を行うにあたり重要なことは, 低体温, アシドーシス, 凝固能障害を防止することであるといわれている<sup>1)</sup>。著者らは外傷による大量出血症例に対し輸液/輸液加温装置(システム1000<sup>TM</sup>, 以下システム1000: Smiths Medical Japan 株式会社)を使用した結果, 使用例は非使用例に比して有意に低体温や代謝性アシドーシスを防ぐことが出来ることを報告した<sup>2)</sup>。更には大口径のカテーテルとシステム1000を組み合わせて用いることにより高速で加温された輸液/輸血を投与可能

であることを実験的に証明した<sup>3)</sup>。

今回, 大量出血を伴った外傷においてシステム1000を用いて循環維持を行った際の手術中の凝固能について検討したので報告する。

### 2. 対象・方法

日本大学医学部附属板橋病院救命センターに搬入されシステム1000を使用して循環維持を行い受傷後24時間以内に手術を施行した外傷患者において, 術中に4000ml以上出血を認めた6例を対象としretrospectiveに検討を行った。採血は手術開始後約1時間でされており, 輸血は濃厚赤血球製剤がシステム1000を用いて投与されており新鮮凍結血漿は投与されていない。

ヘモグロビンはシアンメトヘモグロビン法, 血小板は電気抵抗法(Coulter counter model-STKS;ベックマンコールター社), 血清アルブミンはブロムクレゾールブルー法(日立7600型自動分析装置;日立ハイテクノロジーズ株式会社), フィブリノーゲンはトロロンビン法, プロトロンビン時間は1段階法(全自動血液凝固測定装置CA-6000;Sysmex株式会社)にてそれぞれ測定を行った。

### 3. 結 果

患者背景を示す(表1)。平均年齢は $24.8 \pm 10.2$ 歳(平均 $\pm$ 標準偏差), 性別は6人中男性5人と男性が多かった。Injury severity score(以後ISSと略す)は $34.0 \pm 11.1$ であり, revised trauma score(以後RTSと略す)は $5.0 \pm 2.5$ であった。手術終了時の出血量は $8330 \pm 4590$ mlであった。

測定結果はヘモグロビン $8.8 \pm 1.83$ g/dl, 血小板 $89 \pm 40.1 \times 10^3 / \mu\text{l}$ , 血清アルブミン

表 1

No.	年齢	性別	損傷部位	RTS	ISS	予後
1	36	男	血胸, 肺挫傷, 心挫傷	0.733	25	死亡
2	35	男	ASDH, CC, 肝挫傷 肺挫傷	4.802	50	重度障害
3	31	男	肝挫傷, 肺挫傷	6.814	25	社会復帰
4	15	女	ASDH, CC, 肝挫傷 肺挫傷	5.675	45	社会復帰
5	17	男	肝挫傷, 腎破裂, 肺挫傷	7.838	34	死亡
6	15	男	ASDH (後頭蓋窩)	4.094	25	軽度障害

ASDH: acute subdural hematoma CC: cerebral contusion  
RTS: revised trauma score ISS: injury severity score

表 2

No.	Hb.	Plt.	Alb.	PT	Fib.
1	7.5	38	1.7	5	50
2	10.6	83	2.8	40	50
3	9.1	104	2.1	46	70
4	5.9	155	1.9	2	54
5	10.6	61	2.2	39	78
6	9.1	95	1.9	40	67

Mean±S.D. 8.8±1.83 89±40.1 2.1±0.39 28±19.7 61±11.7

Hb: hemoglobin; g/dl Plt: platelet; ×10 Alb: albumin; g/dl  
PT: prothrombin time; % Fib: fibrinogen; mg/dl

2.1 ± 0.39g/dl, フィブリノーゲン 61 ± 11.7 mg/dl, プロトロンビン時間 (PT) 28 ± 19.7 %であった (表2)。

#### 4. 考 察

外傷における手術中に deadly triad すなわち低体温, 代謝性アシドーシス, 臨床上の出血傾向が出現すると救命が困難となるため, その時点で根治的な手術を断念しガーゼパッキングなどを行い集中治療室で全身状態が改善した後に再び手術を行うという damage control surgery の概念が一般化しつつある<sup>1)</sup>。よって外傷による大量出血を来す患者においては deadly triad を防ぐ循環管理が重要である。輸液/輸血加温装置であるシステム 1000 はラインの中も加温水が対向流として灌流しており, 他の器具に比して加温性能が優れている<sup>2)3)4)</sup>。システム 1000 を用いることにより重傷外傷の手術中の低体温やアシドーシスを

改善できることを報告してきた<sup>2)</sup>。これは, 濃厚赤血球製剤を加温して高速に輸血できるためである<sup>3)</sup>と考えられた。今回の検討においても術中のヘモグロビンの極端な低下はみられなかった。これは, システム 1000 による濃厚赤血球製剤の高速輸血が可能であったためと考えられた。

外傷による凝固能障害は出血性ショックや外傷による臓器損傷のため播種性血管内凝固症 (DIC) が進行する<sup>5)6)</sup>と考えられている。重傷外傷により大量に出血している患者の手術中においては, 既に凝固能障害が出現していると考えられた。更には大量出血により凝固因子が血管外に流出し, 大量輸液/輸血により血液希釈が起きるため手術開始後早期より高度の凝固能障害が出現している可能性がある。今回の検討においては, 手術開始後約 1 時間の時点で既に高度のフィブリノーゲンの低下がみられた。これは厚生労働省の推奨している新鮮凍結血漿投与基準<sup>7)</sup>であるフィブリノーゲン 100mg/dl 以下は全例満たしているが, PT 30%以下は 2 例のみ満たしていた。しかし, フィブリノーゲンが極めて低値であり術中にいずれ高度な凝固能障害を来すと考えられた。重傷外傷においては既に大量出血が起きている時点から手術が始まるため, また多発外傷など多くの場所からの出血がみられる場合もあり出血量の評価が難しい。一度, 手術中に凝固能障害を起こすと救命が極めて困難となるため早期に新鮮凍結血漿等の凝固因子補充の準備が必要となる症例があることを示唆していると考えられた。外傷における初期の生理学的な指標である RTS や解剖学的な重症度を示す ISS は外傷において予後相関を示すといわれている<sup>8)</sup>。本症例においては RTS が低値でありまた ISS が高値である。このような指標や, 来院時のバイタルや血液ガス所見等を組み合わせることにより, 新鮮凍結血漿の早期からの準備の必要な症例を早期から選択し凝固能障害を防止するのかが検討する必要があると考えられた。

## 5. 結 語

大量出血を伴う重傷外傷においてシステム1000を用いて循環管理を行った際に手術開始早期に凝固能障害がみられた。

### 【文 献】

- 1) Hirshberg A, Walden R: Damage control for abdominal trauma. Surg Clin Nor Am 77 : 813-820, 1997
- 2) 佐藤岳夫, 櫻井 淳, 林 成之他: 多発外傷大量出血時におけるシステム1000™の有用性. 日救急医学会誌 2 : 406-408. 1999
- 3) 佐藤岳夫, 櫻井 淳, 権田正樹他: システム1000™による輸液方法の検討-輸液速度と加温能力-. 日外傷会誌 4 : 印刷中2003
- 4) Ptel N, Knapke DM, Smith CE, et al: Simulated clinical evaluation of conventional and newer fluid-warming device. Anesth Analg 82: 517-24.1996
- 5) Gando S, Nanzaki S, Kemmmotsu : Disseminated intravascular coagulation and sustained systemic inflammatory response syndrome predict organ dysfunctions after trauma. Annals of Surgery 229: 121-127. 1999
- 6) Gando S: Disseminated intravascular coagulation in trauma patients. Seminars in thrombosis and hemostasis 27: 585-592. 2001
- 7) 厚生労働省: 血液製剤の使用指針. 適切使用について・新鮮凍結血漿. 平成11年6月10日医業発第715号
- 8) Maull KI, Esposito TJ: Trauma system

design. Trauma 4th edition, Mattox KL, et al ed. MacGraw-Hill, New York: 57-80. 2000

### 英文抄録

Detection of coagulopathy by a warming device (System 1000™) in patients in severe traumatic hemorrhagic shock

【Objective】 To assess the usefulness of a warming device ( System 1000™) in identifying and treating intraoperative coagulopathy in patients in severe traumatic hemorrhagic shock retrospectively. 【Method】 Six trauma patients with massive bleeding (>4000ml) who were treated with System 1000™ were included. Complete blood cell count and coagulability were measured. 【Results】 Within 1 hour from the start of the operation and before administration of fresh frozen plasma (FFP) , the hemoglobin was  $8.8 \pm 1.83$  g/dl (mean  $\pm$  standard deviation) , platelet count  $89 \pm 40.1 \times 10^3 / \text{mm}^3$ , albumin  $2.1 \pm 0.39$ g/dl, fibrinogen  $61 \pm 11.7$  mg/dl, and prothrombin time  $28 \pm 19.7$  %. 【Conclusion】 Coagulopathy was observed in the early stage of the operation in patients in severe traumatic hemorrhagic shock, while the anemia was moderate because of rapid infusion of packed red blood cells by System 1000™. Our findings suggest that FFP should be prepared for patients who are suspected of having massive hemorrhage.