特 集

熱 傷 の 救 急 処 置**

First Aid of Burns

八 木 義 弘*

YOSHIHIRO YAGI, M.D.

どんな小さな熱傷でも、治療成績のよしあしは、初療がそのきめ手になると考えて、まちがいはないであろう。しかし、小さな熱傷ではたとえ少々治療法に失敗があっても、患者の生命をおびやかすことはないが、ある一定以上の体表面積を受傷した場合には、治療のミスが生命をうばうことになる。

従って、正しい判断（診断）と初療をいかに行なうかが、熱傷をとり扱う上で最も大切な要素である、といっても過言ではないだろう。

本稿では主として、重症熱傷の救急処置をとり上げて、簡単に述べることにしたい。

重症熱傷の救急処置とは

まず救急処置を列記してみよう

- 1) 問診（受傷原因・受傷場所・合併症の有無・既往歴・体重など）
- 2) 脱衣、体重測定
- 3) 受傷範囲（面積）と深度の判定
- 4) 重症度の判定
- 5) 静脈確保と輸液開始
- 6) 気道確保と酸素投与
- 7) 疼痛除去
- 8) 胃サクションの挿入、尿道留置カテーテルの挿入と時間尿量、尿比重の測定
- 9) 採血
- 10) 破傷風の予防

* 順天堂大学医学部講師（一般外科）
Department of Surgery, Juntendo University,
School of Medicine.

** 第209回順天堂医学会学術集会（May, 17, 1979）
（June, 27, 1979 受付）

受傷面積と深度の診断と重症度の判定

救急患者が搬入された場合、まず第1に行なうべきことは、受傷面積・深度・重症度の判定であろう。

1. 受傷面積と深度の診断

受傷面積は救急の場合、“9の法則（Rule of Nines）”が最も利用しやすい。一般に受傷面積は、体表の何%を受傷したかという表現法を用いるものであるが、9の法則は、体表を9の倍数で区ぎって、記憶しやすいよう考案されたものである（図1）。

図1 9の法則（Rule of Nines）

ただし、9の法則は年令的要素が加味されていない欠点を有する。すなわち、幼・小児では、頭部が大きく、四肢が小さいので、その点を考慮した診断が必要である。受傷面積は、深度に比して全身反応に密接な関係があると考えられていることから、この診断は緊急時に大切な診断の1つである。

深度の診断は、むしろ局所療法の目安の一つと考がえた方がよい、同一面積であれば、当然Ⅲ度

の熱傷の方が、より重症であることは間違いはない。深さを診断する場合には、Ⅱ度とⅢ度の診断のみが可能であり、浅Ⅱ度・深Ⅱ度の診断を含め、正確な診断を行なうには経日的に創面を観察し、創の肉眼的所見から診断せざるをえないのが現状である。従って、受傷後7日前後で始めて正確な深度が診断されることになる。受傷直後では、pin prick test (針で創面を刺し、疼痛あればⅡ度、なければⅢ度)、抜毛法 (毛を抜いて抵抗、疼痛なく抜ければⅢ度、あればⅡ度) などを利用して、Ⅱ度とⅢ度を大まかに診断できればよい。

2. 重症度の判定

緊急時の判定事項として、受傷面積と共に大切な判定事項である。すなわち、患者の状態をすばやく判断し、適切な処置がとれる方法を考える1つの指標として、重症度の判定は大切なものである。いいかえれば、専門病院へ搬送するか否かの判定に大切なものである。

最も簡単な方法として、Burn Index がある。Burn Index (BI) = Ⅲ度受傷面積 (%) + 1/2 Ⅱ度受傷面積 (%) の値が、10以上の場合は重症と考える方法である。

その他に、表1に示すArtzの基準がある。この判定には、合併症・受傷部位といった他の因子も加味されており、より正確な判定が可能である。

以上述べた診断を、来院時すばやく行ない、ただちに適切な処置を行なうことが、重症熱傷の初療として最も大切なことであるが、この診断時に注意すべき事項を列記しておく。

- 1) 受傷面積を過少評価しないこと。
- 2) 顔面熱傷では、受傷面積が小さくとも気道熱傷のおそれがあるので注意深く診断すること
- 3) 全身管理は、妥協しないで積極的に行なうこと。19%だから実施しないと考えるより、むしろ行なった方がよい。
- 4) 年齢を十分に考慮すること。1才以下、60才以上では、数学にとらわれず十分なチェックが必要である。
- 5) 確実に管理できる自信がなければ、設備のある病院にできるだけ早く、転医させること。

救急処置に必要な病態

一般に、受傷面積が成人では20%以上、幼・小児では10%以上の熱傷では、生体は局所の損傷のみでなく、全身的な変化を起こすと考えられている。従って、重症熱傷の初療を行なうにあたり、このような変化を理解することも大切である。

一般に重症熱傷は、ショック期 (0~48時間)・ショック離脱期 (2日~7日)・感染期、または低栄養期 (7日~21日)・回復期 (21日以降) といった臨床経過をとるが、初療という点から考えれば、ショック期の病態を理解しておけばよいであろう。

ショック期は、受傷後48時間といわれている。この時期には熱傷による表皮の脱落、皮下組織の損傷と、周囲の組織反応から、創面より大量の血漿成分、組織液が流出し、受傷直後より循環血液量の減少や、末梢組織の酸素欠乏をひき起こす。

<p>(1) 重症熱傷 (総合病院に転送し入院加療を必要とするもの)</p> <p>第Ⅱ度熱傷で30%以上のもの</p> <p>第Ⅲ度熱傷で10%以上のもの</p> <p>顔面・手・足の熱傷</p> <p>気道の熱傷が疑われるもの</p> <p>軟部組織の損傷や骨折を伴うもの</p> <p>これらは輸液の絶対的適応であり、しかも特殊な治療を必要とするために、やはり総合病院の十分な設備のもとで加療すべきである。</p>	<p>(2) 中等度熱傷 (一般病院に転送し入院加療を必要とするもの)</p> <p>第Ⅱ度熱傷で15~30%のもの</p> <p>第Ⅲ度熱傷で10%以下のもの</p> <p>これらは輸液の比較的適応のものであり、症状に応じて輸液を施行する症例である</p> <p>(3) 軽症熱傷 (外来で治療できるもの)</p> <p>第Ⅱ度熱傷で15%以下のもの</p> <p>第Ⅲ度熱傷で2%以下のもの</p> <p>これらは輸液の必要はなく通院で十分な加療ができるものである。</p>
--	---

表1 Artzの基準 (1957年)

水疱液中の蛋白は、5.0 g/dl (al 3.7, glob 1.3) であり、アルブミンが多量に失われることになる。Birke らによると、4 日間で全血漿アルブミンの2倍量が血管外に漏出するが、その半量が創面から、半量が組織間に移行すると報告されている。とくに、初期4時間以内の喪失が大きいことは臨床に注目すべきであろう。

われわれも、実験的に受傷後18時間は、アルブミンが血管外に漏出することを証明している。また、一方創面からの不感蒸泄量も多く、正常皮膚の不感蒸泄量、0.99mg/cm²/h の約10倍の量が、創面から失われることがわれわれの研究で判明している。

しかし、近年アイソトープを用いたショック時の体液の移動に関する研究が進み、Baxter らにより、ショック時の体液移動の主役が、細胞外液 (ECF) であることが明らかにされるようになった。すなわち、血管壁の透過性亢進により、細胞外液が、一部は創周囲・組織間などに浮腫として死蔵され (非機能的細胞外液, non-f-ECF)、循環系に関与できる細胞外液 (機能的細胞外液, f-ECF) が減少して、全体として循環血液量の減少として現われてくる。一方電解質に関しては細胞膜の障害により、Na が水を伴って細胞内に移動し、循環血液量は、さらに減少することになる。

すなわち、熱傷ショックは体液の欠乏と、その分布異常による hypovolemic shock であるといえ

よう (図2)。従って、その対策としてはこの体液異常の是正と予防にあり、機能的細胞外液量と、循環血漿量を補うことが最も大切なことになってくる。

このような変化に対処し、ショック期を離脱できると、ショック時に非機能化された細胞外液 (浮腫) が、再吸収 (refilling) される時期がくる、これをショック離脱期といい、受傷後3～7日ごろと考えられている。この時期には、再吸収による一過性の循環血液量の増加がみられ、腎機能が保たれていれば、尿量の増加 (利尿期) がみられる。しかし、循環血液量の増加は心肺に負荷をかけ、肺合併の発生頻度を増加させる。

重症熱傷患者の初期治療

重症熱傷患者の初期治療として、最も大切なことは、循環系の改善をはかる目的で行なう輸液である。その他の処置に関しては、すでに前述したので、ここでは輸液に関して解説することにした。

1. 輸液量の決定

まず輸液を実施するにあたっては、その量と質をどのように決めるかが問題となる。量の決定に関しては、どの位の水が失われるかを計算する必要があるが、現在までに正確にその量を計算する方法は確立されていない。

輸液量の決定に関与する因子としては

- 1) 受傷面積
- 2) 年齢
- 3) 深度
- 4) 尿量・尿比重

などが考えられる。従来から、受傷面積と輸液量は比例すると考えられており、この考え方が surface area formula として、Evans, Booke の公式となり多用されて来た。この考え方は、現在でも変わっておらず、輸液量の決定には、やはり受傷面積が最も重要な因子として理解されているのが現況である。しかし、1歳以下、60歳以上の患者では、輸液量が受傷面積に比例するという考え方は危険であり、患者の状態により、多少ひかえ目というのが常識であり、年齢も、この点で

図2 熱傷ショックの病態

は輸液量の決定に大切な要素となっている。一方深度に関しては、むしろ局所療法の目安になるという考え方が一般的であるが、仮に同一面積であれば、深い熱傷により多くの輸液が必要とされるので、深度もまた量の決定に影響を及ぼす要素の1つと考えてよいであろう。尿量・尿比重に関しては、初期の量の決定ということではなく、輸液を実施している場合に、量の増減を行なう際の大切な指標となる。

2. 輸液の質の決定

量の決定と同時に、どんな内容の輸液剤を用いるかは、輸液実施上大切な問題の1つである。ここで問題となるのは、コロイドと電解質であろう。熱傷をうけると血管壁の透過性が亢進するが、この透過性の亢進は、受傷後24時間位はコロイドのような高分子のものまでも透過してしまうことが、近年Artursonらにより証明されるようになり、現在では、コロイドは受傷後24時間は投与すべきでない、という考え方が支配的である。すなわち、投与されたコロイドが血管外に漏出し、浮腫の遷延化を起こすと考えられているからである。

一方、Baxterらにより、熱傷ショックの体液変動の主体がECFであることが明らかにされてきて、ショック期における輸液剤は、ECFに組成の類似したラクテートリンガー液、すなわち、電解質液が最も理想的であると考えられるようになった。(Baxterの公式)

Monafoはまた、血清Naの低下より高張Na溶液を投与することが、ショック時の電解質の変動を是正する点でよいと報告している(HLS輸液)。

古くから用いられてきたEvans, Brookeの公式では、コロイド・電解質・水といった、いわゆる体液の組成に近いものを考え輸液を行なっていた。しかし、上述した如く熱傷ショックの解明がすすむにつれ、現在では受傷後24時間は、ECF replacerを中心に輸液を行なう考え方が最も一般的となり、コロイドは24時間以降に投与を開始するといった輸液方法が、好んで用いられている。

しかし、電解質のみの投与で循環系の安定化をはかるためには、計算量の4倍が必要となり、どう

しても大量の水の投与を行なうことになる。従って、ショック離脱期における肺合併症の頻度が、増加するといった欠点が出てくる。この点高張Na液では、少量の投与で細胞内より水を引き出し、循環系を安定させることができる利点を有しており、より理想的な輸液剤といえる。いずれにしても、現在の考え方ではコロイドの投与が受傷後24時間以降となるため、低蛋白血症・貧血といった問題が生じる。このように、輸液剤の質という問題は、量と共に非常に大切なものである。質の決定に関与する因子としては、

- 1) 滲出液の組成
- 2) 電解質
- 3) T.P・Ht (Hb)
- 4) 深度

などがその主なものであろう。

3. 輸液の公式

以上述べてきた如く、熱傷ショック期の輸液に関してはさまざまな考え方が報告されているが、現在最も一般的な公式について解説しておく。

1) Evans, Brookeの公式

膠質液 = $1.0\text{ml} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \text{受傷面積}(\%) \cdots a$

電解質液 = $1.0\text{ml} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \text{受傷面積}(\%) \cdots b$

維持水分 = 2000ml (成人) $\cdots c$

輸液の速さ 最初の8時間 $\frac{a+b+c}{2}$, 次の8時間 $\frac{a+b+c}{4}$, 次の8時間 $\frac{a+b+c}{4}$

但し総量は $10,000\text{ml}$ を上限とし、受傷面積は50%を上限とする。

Brookeの公式

膠質液を 0.5ml , 電解質を 1.5ml としたもの

2) Baxterの公式

ラクテートリンガー液 = $4.0\text{ml} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \text{受傷面積}(\%)$. 輸液の速さは1)と同様

3) HLS (hyertonic lactated saline solution)

輸液, Na 250mEq/l , Cl 100mEq/l , lactate 100mEq/l , 滲透圧 500mOsm/kg . H_2O の溶液を尿量を $30\sim 40\text{ml/h}$ に保つように輸液を行なう。

但し、血清Na値は、 160mEq/l , 血清滲透圧は

330mOsm/kg. H_2O 以上になったら、順次 Na 濃度を下げた溶液に変更してゆく。

これらの公式が現在最も広く普及している公式である。

4. 公式の選択に関して

以上の公式には、前述したごとくそれぞれの利点欠点があり、その選択には、患者の状態、熱傷の重軽、医師個人の理念などにより、現在ではいまだ定まったものはない。われわれは一つの目安として

40%以下の場合：Baxter の公式

40～50%の場合：Baxter の公式か HLS 輸液

50%以上の場合：HLS 輸液

を行なうよう努力している。

5. 輸液の指標

あくまでも、公式は1つの予測値を示すものであり、症例により、公式は適時変更されてゆく必要がある。その際の指標としては

1) 尿量・尿比重

2) CVP・PAP

3) Hb(Ht)・T.P・電解質

などが臨床上大切である。

輸液以外の初期治療

救急処置の項で述べたごとく、胃腸管出血や麻痺を考えた胃サクションの挿入、気道確保、尿量測定用のカテーテルの挿入などは、初療として忘

れてはならないものである。局所に関しては、重症熱傷であれば、創面を消毒したのち、直後はリパノール湿布か、ボール温布を行なって経過をみればよい。積極的な局所療法は、全身状態の安定したところから、計画的に行なうべきであろう。局所に目をうばわれて、全身管理をおこたることが重症熱傷の治療上最も大きなミスであろう。

おわりに

以上、重症熱傷の初期治療に関して、救急処置としての診断と、輸液療法を中心に簡単に解説したが、やはり、第一線の医師として最も大切なことは、正しい判断のもとに適切な処置を行なうことであり、手にあまるものは、ただちに適切な病院に搬送することが、救命につながるものである。

参考文献

- 1) 八木義弘：熱傷の治療：救急医学セミナー(2)，へるす出版，1978.
- 2) Baxter, C.R.: Fluid volume and electrolyte changes of the early post burn period: Clin. Plast. Surg. 1, 696, 1974.
- 3) Monaf, W.W.: The treatment of bum shock by the intravenous and oral administration of hypertonic lactated saline solution: J. Trauma, 10, 575, 1970.
- 4) 島崎修次，他：HLS 療法の作用機序に関する基礎的研究：日災害医誌，23, 325, 1974.

新生児の胃酸分泌とペントガストリンによる刺激作用

Basal and Pentagastrin-Stimulated Acid Secretion in Newborn Human Infants, Euler, A.R. et al. Pediatric Research, 13: 36～37, 1979

満期正常分娩の26名の健康な新生児（男児14名，女児12名，平均体重 3345g）において，生後1日目と2日目に基礎的およびペントガストリン刺激による胃酸分泌が測定された。1日目（0.378mEq/hr）と2日目（0.388mEq/hr）の基礎酸分泌量（BAO）は同じであり，1日目（0.413mEq/hr）と2日目（0.452mEq/hr）の最高酸分泌量（MAO）も大きな違いはなかった。これらの値をプロキロで計算すると，1日目のBAO は0.110mEq/kg/hr で MAO は0.122mEq/kg/hr であった。2日目のBAO は0.114mEq/kg/hr

で MAO は 0.133mEq/kg/hr であった。ペントガストリンの $2\mu\text{g/kg}$ あるいは $6\mu\text{g/kg}$ を皮下注射したが，酸分泌には大きい変化は見られなかった。空腹時血清ガストリン値は1日目の平均は $100\pm 13\text{pg/ml}$ で2日目では $108\pm 10\text{pg/ml}$ で十分量であった。

新生児における胃酸分泌は基礎状態のもとで最高であり，その parietal cell は，生後1日目と2日目はペントガストリンに反応しないことが示唆された。

(July, 30, 1979 小児科 入戸野 博)