

集中医療30年のあゆみ

帝京大学ちば総合医療センター救急集中治療センター教授 福家伸夫

キーワード：集中治療，輸液管理，血液浄化

連絡 先：帝京大学ちば総合医療センター

〒299-0111 千葉県市原市姉崎3426-3

先ほどご紹介いただきました帝京大学ちば総合医療センターの福家です。今回は、30回を迎えるという体液・代謝管理研究会で、このような発表会の機会を与えていただき、増田先生、どうもありがとうございました。小竹先生、座長、ありがとうございます。

1. 集中治療室の誕生

#2

私に与えられたテーマは、集中治療からの観点ということですが、後で言いますように、集中治療という考え方そのものがまだせいぜい50年です。大体、同じようにして歩いてきただろうと思っています。集中治療は、そもそも人間全体的に見ようという考え方ですから、重量比にすると、人間の3分の2を占める体液の問題は、当然、無視しては成り立たないわけです。集中治療に携わっている医師は、典型的な酸塩基平衡への関心をずっと持ち続けてきたわけですが、今日はまず集中治療というものの歴史を考えてみる。現代の医療における集中治療の立ち位置を考えて、それから体液の話に行きたいと思います。難しいことは何も言いませんので、気楽に聞いてください。

#3

最初に大きく振りかぶるわけですが、集中治療室の誕生は、二十世紀医療の必然であると言っておきます。これはどういうことかと言うと、医療が人類にとって本当に役立つようになったのは、19世紀からだというのが大体、定説だからです。19世紀以前に人類に役立った医療は、ジェンナー

の種痘だけだという言い方もあります。つまりどういうことかと言いますと、それ以前に医療として言われていたものは、経験で、ああやったらいいという言い伝え、根拠のない理論体系といったものに基づいてやりました。「やったけれども駄目だった」「やったらうまくいった」「でも、本当はやらなければもっとよかったかもしれない」というようなことばかりです。

ところが、19世紀になってサイエンスの考え方がいろいろなところへ浸透し、機械工学の進化がその典型的なものです。医療においても、例えば何か問題があるときに、その問題は一体何だろうかと解析し、その問題を解決するためにはどのようにすればいいのかと考えて、実際にやってみて、それから出た結果をもう一度、これをどのようにすればいいのか、これはどのように考えればいいのかという評価をし、それをさらに新たに別の方法に進めていく、あるいはそれをくり返すというサイエンスの考え方が医療に持ち込まれるようになったのは、19世紀です。

20世紀になると、産業革命を経ているので、経済的に大きなゆとりが出てきて、健康保険制度というアイデアが出てきて、実際に運用されるようになりました。ドイツとイギリスが最初です。それによって、今まで医療を受けることのできなかった人、慈善奉仕としての医療以外に受けることのできなかった一般大衆が、医療を受けられるようになりました。つまり、患者になれる権利と言うと変な言い方かもしれませんが、病人には誰でもなれるのですが、患者になれるのは経済的なバックアップがない人はなれないわけですから、

それが経済規模の拡大と健康保険制度というシステムの発明によって、国民の多くが、一般市民の多くが患者になれる権利を得た。これが20世紀の特徴です。

その結果、病院というものが治療の場になりました。つまり、貧民者や傷病者の収容場所ではなく、そこに患者がやってきて、そこで治療を受けて、回復していくというシステムができたのが、19世紀から20世紀にかけてです。

#4

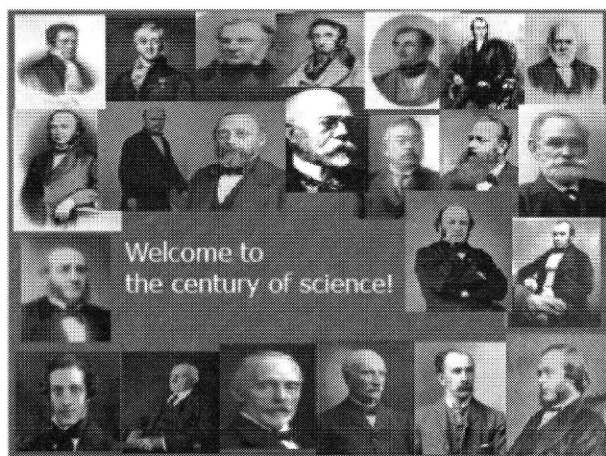


図 1

これは、19世紀を彩ったスターたち、医療界のスターたちです。彼らによって医療が科学になった、あるいは科学を医療に持ち込んだと言うべきでしょうか。この人が聴診器を作ったラエンネックです。日本人ではただ一人、北里柴三郎をここに置きました。ご存じの方はご存じですが、この人たち、一人一人の業績を上げる必要はないので、割愛します。

#5

そのような中で集中治療室ができてきたわけですが、それには二つの流れがあります。一つは呼吸管理の概念が登場し、それを具体化しなければいけないということです。その背景は二つあって、一つは手術侵襲が大きくなって、手術を受けて成功したけれども、その後、駄目になるという形の亡くなり方を避けようということです。つまり、治療をするために必要な手術をするのであれ

ば、その手術の後、きちんと体を回復させなければいけないという要求です。

それともう一つは、20世紀半ばにデンマークを中心にポリオが大流行し、ご承知のように、ポリオは呼吸機能を麻痺させます。ですが、一定期間、人工呼吸を続けることによって患者を死なせずに済むことが、このあたりで分かってきたわけです。と言いますのは、実際にこうやればいいのだというアイデアはあっても、それが具体化できないと駄目なわけですが、人工呼吸器であるとか、人工腎臓であるとか、そのような機械的な生命維持装置が臨床で具体化できる水準に達していたというのが20世紀の半ばです。

#6



図 2

麻酔関係の人は誰でもご存じだと思いますが、これは初めてのエーテル吸入下における手術という Hinckley の絵です。ハーバード医学図書館に飾ってあります。真ん中でメスを持っているのが、外科教授の J. C. Warren. その向かって左側でつぼを抱えているのが Morton. エーテルを持ち込んだ男です。「Gentlemen, This is no humbug.」という、恐らく医学史上で最も影響力の大きかった言葉ではないかと思いますが、実際に痛みを感じさせずに手術を執行できたということで、Warren 教授が居並ぶ観衆に言うわけです。「紳士諸君、これはいかさまではないのだ」と。ここから全身麻酔が始まるわけです。

#7

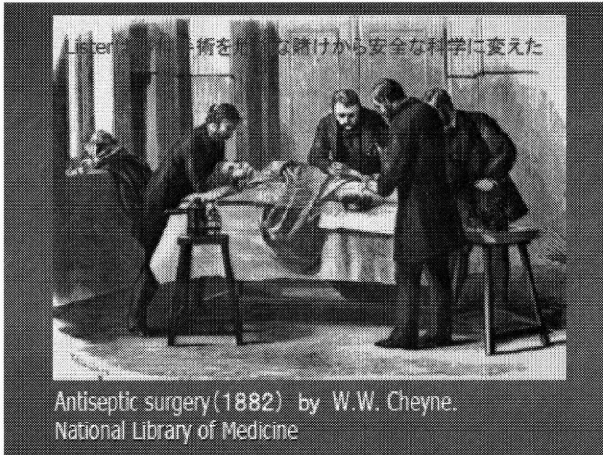


図 3

それともう一つは、イギリス人のListerによる消毒法の発見です。これはNational Library of Medicineにある絵です。石炭酸をかけたというところばかりが有名ですが、いろいろな機材を消毒したということで、傷口にはすぐに別の薬剤に変更して噴霧しています。「Listerは外科手術を危険な賭けから安全な科学に変えた」というのは、彼の弟子が表現した言葉だそうです。原文を探したのですが、見つかりませんでした。

#8

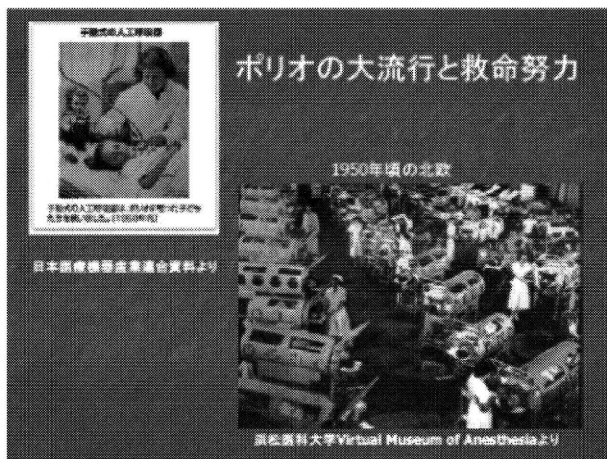


図 4

一方、推進力になったのが、北欧におけるポリオの大流行です。ここに居並ぶのは、鉄の肺です。それから手動式のバッグマスクです。このときに、鉄の肺が足りなくなって、デンマーク中の医学生や看護学生が総動員して、交代でバッグをし

ていたというのは有名な話です。

#9

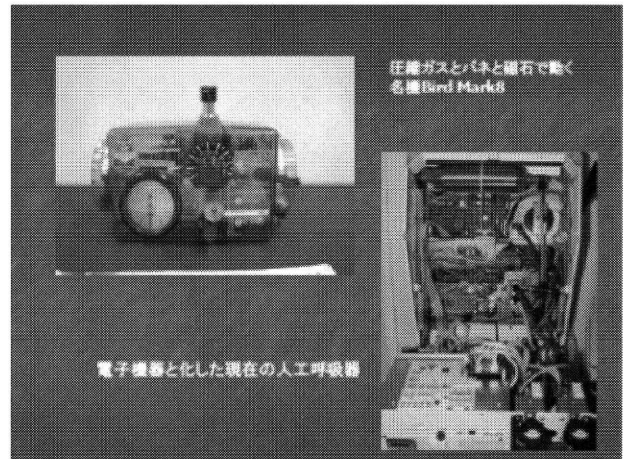


図 5

上側のグリーンのボックスは、私と同年代、あるいはそれより上の先生方も懐かしいと思われますが、Bird Mark8です。電源を必要としません。信州大の岡元先生の話によると、「僕たちが入局したときの最初のトレーニングは、bird Mark8を分解して、もう一遍、組み立てることだった」という話です。私はそれをやったことはありませんが、岡元先生はそれをされたそうです。いつの間にか、それが電子機器の塊になり、私どころか工学技師でさえ、いじることはとてもできないという人工呼吸器になってきました。

#10

リストにするとこのようなところですが。透析、鉄の肺、それから体外循環、人工心肺、それから臨床に初めて応用された血液透析等々が、20世紀、特に20世紀の半ばから後半にかけて一挙に進化するわけです。

#11

まとめますと、このようなことです。膨張する医療需要に対して、病院内を機能分化させる。それから、機械的生命補助装置の成功により、機械的生命補助装置を用いて、重症の患者を管理する場所が集中治療室であるというコンセプトが次第に形成されていったわけです。

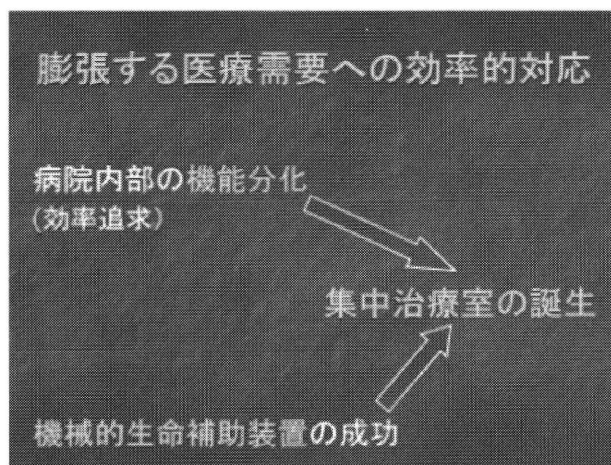


図 6

#12

それを理論的背景にしたものが、こちらにある。J.A.M.A.に1960年に掲載された論文です。これはアメリカのそれほど大きくない規模の病院で、非常に患者が増えて、医療需要が大変で、それに応じてスタッフは増えない。どうすればいいか考えて、「われわれはこういうことをやったんですよ」という報告ですが、重症患者は診療科によらず1カ所に集めて、そこで手厚く治療看護を行い、手が離れるに従って、だんだんと別の所へ移していく。Progressive Patient Care. そうしますと、結構少ない人数でもうまくいったということを報告しています。これがICUを行う上の理論的背景になったと私は考えています。

ということで現在に至るわけです。ついでに言っておきますと、「集中治療」と言っていますが、intensive careに対して「集中治療」という言葉がほぼ確定したのも、そう昔のことではありません。私がこの業界に入ったころは、濃厚治療や集約治療といった言葉をまだ使っている先生方もおられましたし、一体どのようにこの訳語を決めようかというのは、よく学会でも問題になっていました。今はもう集中治療でいいと思います。

そのあたりから、日本の集中治療も同じように20世紀半ばからスタートしたわけです。

2. 重症集中治療と輸液

#13

体液の問題を考えていくと、量の問題と質の問題

があります。とりあえず分かりやすい量の方からいきます。

体液の過剰、輸液の過剰は心不全、呼吸不全の原因となる。これはもう当たり前です。しかしこれらは、短期の人工呼吸、利尿薬、体外循環、あるいは血管作動薬で、短期のうちに解決されます。これはわれわれあたりでは別に不思議でも何でもないのですが、うちの病院の、もう十何年前ですか、心不全、lung edema（肺水腫）でやってきた患者を、ICUで挿管して、人工呼吸で次の日にけろっと元気にさせたのを見て、病院長で循環器の教授が回診のときに来て言ったのが、この下のセリフなのです。「昔はよくこういう人が死んだんですね」。その先生と私とは卒業年度で15年ぐらい違うかと思いますが、彼の感覚では、このような人はちょくちょく死ぬものだ。われわれは、もうこのような人は死ぬわけではないと思ってやっていたので、だいぶ昔と違ってきたなと思いました。

#14

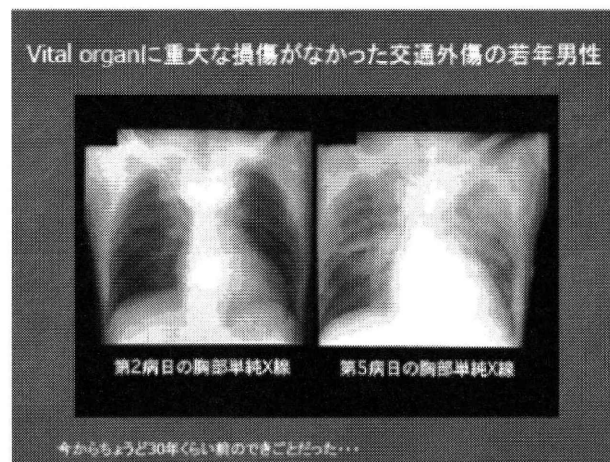


図 7

さて、これは実例です。これは、Vital organに重大な損傷がなかった交通外傷の若年男性。二十歳前です。まだ大学病院といえども救急専門医がいなかった時代です。要するに、一晩ICUでお預かりして、それから一般病棟へ帰ったわけですが、第5病日に右側の状態で、呼吸不全になったと言って、慌ててまたICUに降ろされて、写真撮って見たらこのようなものだったのです。

「何だ、これは」と。この若くて何の合併症もない若者が、なぜこのようなlung edemaになるんだと思っていました。

要するに、来た当初は、多少の出血があったのか、あるいはneurogenicのファクターがあったのか、血圧が低くて、蘇生輸液（resuscitative fluid）を入れさせて、一日量で、受傷した日に5000mLぐらいの乳酸リンゲルの輸液が入っていたのですかね。それを、一般病棟に上がっても、受け持ちになったドクターがずっと同じ量を入れていたのです。そうしますと、さすがに1週間もそれをやられると、若い人でもこたえたということで、こんなのは単純な量の間違いです。

そうかと思えば、このようなものもありました。これはもう21世紀に入ってからです。起きた場所は、個人経営の産科病院です。体重50kgの妊婦の卵巣嚢腫の摘出術です。妊婦さんですから、リトドリンが使われています。ご承知だと思いますが、リトドリンは肺水腫の独立した危険因子です。理由がなぜか分からないのですが、手術時にデキサメタゾンが投与されている。一日半で6000mLの輸液がされて、うち1000mLはデキストラン製剤。投与ナトリウムは1日半で790mEq。すごい。その日の夜のうちに、この女の方は肺水腫を起こしてお亡くなりになっています。

これは、私のいた病院ではありません。某所で起きて、なぜ私がこれを知ることになったかというと、この亡くなった方のお姉さんがドクターで、訴訟を起こしたからです。そして私の所に相談に来たからです。私はこれを見て、21世紀の日本で、まだこのような医療がされているのかと思ってびっくりしたわけです。恐らく、ここにいらっしゃる先生方は、輸液の量でこのようなとんでもない間違いをすることは無いと思いますが、まだ日本は広いということでもあります。

#16

さて、その一方で、ベトナム戦争、ダナンの戦いにおける救命医療と“ショック肺”の発見です。これは、戦争の最前線で負傷したアメリカ兵が大

量の輸液を受けて、後方に搬送されて治療を受けるわけですが、その負傷兵の中で、大量輸液に肺水腫とは異なる呼吸不全が発見されました。つまり、体液のコントロールだけをして、それでは解決しない肺水腫、肺の病変です。これがARDS。当時、ダナン肺、あるいはショック肺と呼ばれ、ARDSの発見が大体このころですが、体の中に起きた何らかの変化によって、それが治療抵抗性の肺障害をもたらすことが分かってきました。それがこの30年のことです。

そのような進行から、先ほどもお話がありましたが、高侵襲の手術、あるいは重症外傷、重症熱傷、あるいは重症急性すい炎等もここに含めていいと思いますが、このような考え方が出てきて、それが指示されたわけです。つまり、血管透過性の亢進による大量のnon-functional fluid（非機能水）、つまり体の中にあるけれども、体液として機能していない水ができた。それを是正するためには、大量の輸液をして、functional fluid（機能している水）を補てんしてあげないといけないということです。

ですから、熱傷が起きると、冷却して体温コントロールをすると同時に、まず輸液をするという発想・治療方針ができたわけです。

#19



図 10

それを具体的に絵で表すと、大体このようなも

のだとされました。つまり、血管透過性が亢進しているということは、穴の開いたバケツである。そこからダーダーと水が漏れて、浮腫液がたまってくる。それで、機能している水が少なくて、循環血液量が少ないから、おしっこも出ない。従って、何とかこの水位をかさ上げしてあげるためには、大量の輸液をしなくてはならないという理論です。

#20



図 11

それがショックを離脱してしまうと、今度はその浮腫液が血管内へ戻ってくるので、血管内にあふれてくる。従って、それを体のどこかへ出してあげないと、あふれて肺水腫になってしまうということです。

なるほど。確かにもっともらしいわけです。多分、もっともなのだろうと思います。当然、サイエンスですから、研究して、評価して、修正するというプロセスを繰り返さないといけないのですが、便利なのは熱傷です。熱傷は、ある程度、体に対する侵襲の程度を定量化できます。つまり、外傷や何かだと負傷臓器数など、その程度のことでしかできないのでやりづらいと思いますが、熱傷というのは、かなり細かく準定量的に、つまり熱傷の広さと深さで定量化されますので、このようなスタディの研究対象としては非常に良いと考えられるわけです。

3. 熱傷急性期の輸液の公式 Baxter(Parkland)の公式

Charles R. Baxter. パークランド記念病院の外科医であったBaxterさんが、それを定量化して、熱傷急性期の輸液の公式を提案されました。Baxterの公式、あるいはParklandの公式として今でも有名です。

実は、これをなぜ入れたかということ、今回のことがあったもので、Baxterさんのことを調べていると、これが分かったのです。

John・F・Kennedy. 当時の大統領が、ダラスで暗殺されます。11月22日。日本へ、太平洋を越えた宇宙通信衛星です。宇宙放送で日本でも同時報道されたわけですが、このとき、ダラスですから、パークランド記念病院へ担ぎ込まれているのです。そのときに、Baxter医師がチェストチューブを入れたという記録が残っているのです。このような所でケネディ暗殺事件とつながっているとは思わなかった。面白かったので、これを入れてみました。

Baxterの公式。皆さんはご存じというか、学生に教えるレベルですが、 $4 \times \text{体重 (kg)} \times \text{受傷面積 (\%)} \text{ mL}$ の細胞外液を受傷後24時間で入れる。これを、体重50kgの人に60%の熱傷が起きたと仮定しますと、1万2000mL、12Lですから、1日で体重が12kg増える。それを考えると、すごい量です。うち半分は、最初の8時間、残りの半分を16時間。膠質液は使用しない。尿量や他の循環の指標を見ながら、適宜修正というものです。

これは第三区画理論 (Third Space Theory) と言われているわけですが、このような大手術あるいは重症外傷等にやっていると、どのようなになったのか。恐らく腎不全は減っただろうと思います。うまくすれば、循環系は、末梢循環はうまくいったらと思います。水分過剰によって生じる呼吸不全、心不全に対しては、人工呼吸、カテコラミン、血管拡張薬等々でうまくコントロー

ルできて、これはこれで一つの治療のプロトコルとしてうまくいったと私は考えています。

ところがその一方で、本当に水分をたくさんやっていけば、それでいいのかということがあります。典型的には、コンパートメントシンドロームといわれるものがありますように、過剰な水分は浮腫を招いて、逆に循環を圧迫、悪化させるだろうということがあります。それから外傷であるとか、手術の場合は、かえって出血を増やさないかという懸念もあります。

4. 現在の話題

ですから、適正なボリュームがどれぐらいなのかという議論が、これからまだまだ続くはずで、Permissive Hypovolemiaという概念が、現在、提案されています。Permissive hypercapnia（高炭酸ガス血症）以後、何でもPermissiveという言葉がはやっているような気もするのですが、hypotensionというのは、むしろ出血などを減らすときのinduced hypotension等があって、それなりに合理的ではあると思いますし、どこまで許容できるという問題はさておき、概念としてはあり得ると思います。

外傷、熱傷と少し離れて、現在、何ととってもショックで一番多い、ICUのお得意さまと言うか、ICUによく入ってくるのがseptic shock（敗血症性ショック）ですね。これに関しては現在、Early Goal-directed Therapyという概念が提案され、このような方針でいこうという中に、やはり輸液の量と質に関するコメントも若干あります。この後で述べます。

5. Surviving Sepsis Campaign of SCCM

これは今世紀、21世紀に入ってから言われるようになったことですが、まず循環を維持するために、中心静脈、平均静脈、それから静脈血の酸素飽和度、中心静脈の酸素飽和度を指標にして、輸液するというのがメインの発想です。

細かいスライドですが、言っていることは、ま

ず晶質液を入れると、それをどれだけかと言うと、30mL/kg. かなりの量ですが、Baxterの公式に比べると全然大したことはありません。

#30-31

赤血球などは、ヘモグロビンは7.0g/dLあればいいのだから、それほどむやみに入れるなよと、Erythropoietinは必要ないし、Fresh frozen plasmaも、血液凝固の問題だけで入れたりするものではないということを言って、考え方としては、細胞外液を主流にということです。Antithrombin (AT3) も使わない。血小板も抑制的にせよ、等々があります。

体液に関しては、あと、Renal Replacement TherapyとBicarbonateについて若干述べています。Bicarbonateは使わないということです。

Permissive hypovolemiaですが、Permissive hypotensionの方が、概念としては先行したのだろうと思います。外傷や手術であれば、出血を減らすために血圧を低めに保つというのは、これはある程度合理性があると思います。それから、血圧を上げようという意図で、水分をたくさん入れる。得てして、手段が目的になりやすいものですから、どんどん入れると、そうしますと、水分過剰による循環障害、あるいは凝固障害も懸念される場所ですから、不必要に入れる必要はないし、むしろ耐えられる程度のhypovolemiaはあってもいいのではないかというのが、Permissive hypovolemiaです。

6. 30年前と何が変わったのか？

#34

ということで、輸液、ICUにおける体液の治療上の問題を説明しました。総括になります。

30年前と何が変わったのか。この30年の進歩です。一つは、血液浄化用の機材の選択肢が増えました。それにより適応が拡大されました。

それから、やはり技術として、静脈-静脈を用いる。持続濾過透析法が技術として非常に安定し



図 8

たというか、確立したと言っていいでしょう。昔は、CAVHやCVVHなどという、実は今でもそのような名前を付けていますが、あまりセンスがいい名前ではなくて、いろいろな方法があったと思います。ですが、技術としてはほぼ確立したし、機材も昔は本当になかなかなくて、呼吸不全をレスピレーターで粘っていても、腎不全が来たら、はい、おしまいということがよくあったのです。ですが、今はもう人工呼吸器を付けるのと同じように、CHDFを付けるという時代になってきました。

#35

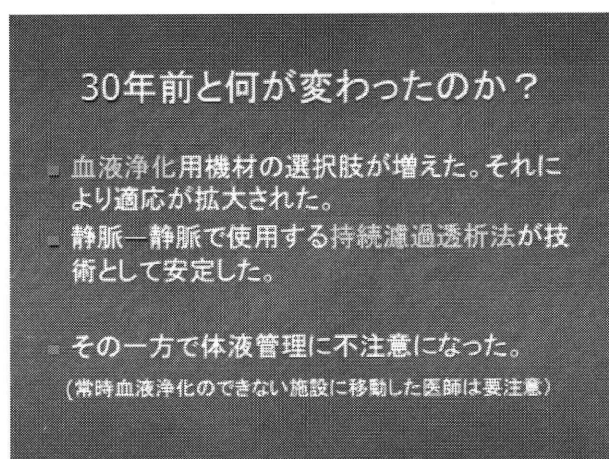


図 12

その一方で、私は、ちょっと懸念しています。大きな懸念ではないのですが、CHDFが付いているのですから、水バランスは機械でどうにでもなると言って、不必要に大量の水を入れて、入れ

た水に合わせてきちんと除水を考えてくれればいいけれども、除水はそのままにしているので、ここ数日、どうもおかしいと思っていたら、水バランスがやたらプラスになっているといったことも、ときどき見ます。腎不全だから駄目になるということはなくなったので、明らかに生命予後は改善しているはずですが、別の見方をすると、慢性透析の必要な、慢性機能不全を伴う人を大量生産しているという側面も見逃せません。つまりこの人たちが、この後、どこでどのような医療行為を受けていくのかという受け皿はまだないまま、現在進行形であると考えています。

#36

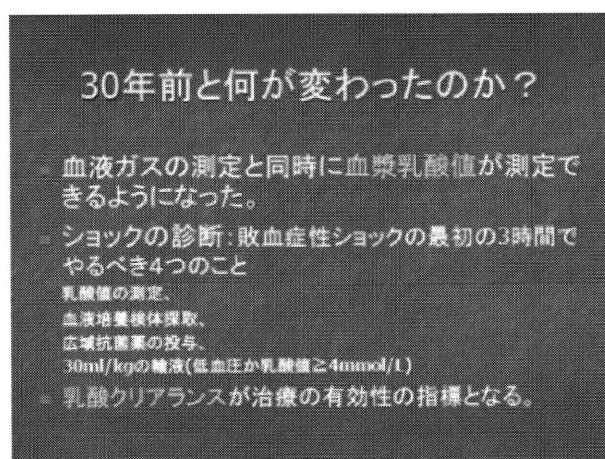


図 13

もう一つ、30年前と何が変わったのか。血液ガスの測定と同時に、血漿乳酸値がほぼルーチンでと言うか、一緒に測定できるようになりました。これは先ほどの敗血症のsurviving sepsisでもそうですが、最初の3時間でやることのポイントは、輸液だけではなくて、乳酸値の測定もきちんと入ってきます。乳酸は末梢の酸素代謝の指標として非常に有効ですし、乳酸の絶対値だけではなくて、クリアランス、どのようなスピードで消失していくかを見ていくと、現在の治療が良い方向に向かっているのか悪い方向に向かっているのかという目安の一つとなります。ですので、乳酸が測定できるようになったということは、この30年における集中治療領域の大きな進歩であると思っています。

#37

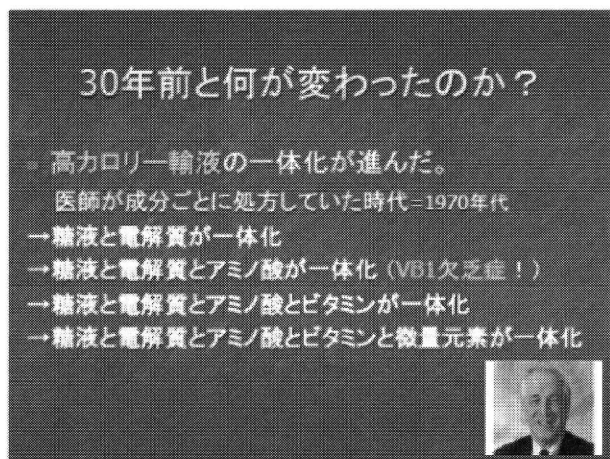


図 14

これを話し出すと、これまた30分以上かかるので、スライド1枚にまとめさせていただきました。高カロリー輸液の一体化が進みました。高カロリー輸液、中心静脈栄養は、1960年代の後半から研究が始まって、1970年代に確立したわけですが、私の卒業した1977年ごろは、中心静脈栄養をやろうと言うと、内科の先生は外科に依頼状を書いて、静脈穿刺と栄養の処方をお願いしていたわけです。そのような時代でした。

そのような時代に、先天的に腸管の神経層が全腸管にわたって欠落している、つまりヒルシュの全腸管型という女の子が、生まれてからずっと7年間、静脈栄養だけで生きているのを病室で見て、私はびっくりしたことがあります。ただ、そのころ、1970年代は、医師が成分ごとに処方していたわけです。

50%ブドウ糖を500mL、10% NaClを60CC、注射用蒸留水を何百CCうんぬん、それからビタミンB1幾らとか。それが大体1980年代になると、糖液と電解質が一体化してきます。大ざっぱにいくと、1990年代にそれがアミノ酸も一体化するわけですが、ここまでは、たまに私の耳に入る範囲で、日本中のどこかで年に1人、ウェルニッケ脳症が発生していました。目の前で見たこともありますし、どこそこ病院でやってしまったという話も聞いたことがあります。そのような形で、つまりビタミンB1の入れ忘れです。入れ忘れて、次の日の処方では修正されればいいのですが、得て

して、みんな考えなくて、“Do, do, do!”とやっていますと、しばらくの間、ビタミン補給されなくて、「なんだこれは。ちょっと分からない代謝性アシドーシスは」と言っているうちに、脳障害が来るというパターンです。

やがてそれがアミノ酸とビタミンも一体化。そして現在、糖液と電解質とアミノ酸とビタミンに微量元素まで一体化して、きちんと作法どおりに処理すれば、間違いなく輸液が、中心静脈栄養ができる。つまり新人ドクターでも間違いなく処方できるという時代が、現在です。非常に簡単なことというか、医者功績と言うよりは、製薬メーカー功績と言った方がいいのかもしれませんが、実はこの30年ですごく良くなったことの一つではないかと私は思っています。

#38

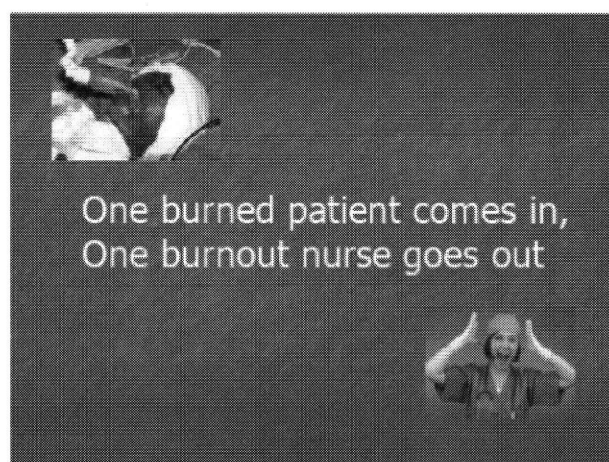


図 9

これは冗談のスライドです。よく喋るのですが、“One burned patient comes in, One burnout nurse goes out.”です。ご清聴、どうもありがとうございました。

(司会) 福家先生、ご発表をどうもありがとうございました。いろいろとコメント、ご質問を受け付けたいところですが、時間の関係もありますので、大変恐縮ですが、次のご発表に移らせていただきたいと思います。福家先生、あらためてありがとうございました。