

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 血液をはかる

July 1991 ■ No.3

血液分析にもとめられるもの

Blood Analysis : Prospects of Future

森本武利

Taketoshi MORIMOTO

(Pages 4-7)

株式会社 堀場製作所

血液分析にもとめられるもの

Blood Analysis : Prospects of Future

医療が経験に基づいた医術から、科学としての医学へと歩み出すには、体液が生体の内部環境として、生体機能の維持に不可欠であるとした Claude Bernard による milieu interieur の概念が、またこの体液が一定の状態に保たれることが必要であるとした、Walter Cannon による homeostasis の概念が重要な役割を果たしてきた。生体機能と血液の性状について考える場合、これらの概念は今日でもなお重要な意味を持っている。

1. 生体機能と血液

われわれの生体機能は外界から食物を摂り、その化学的エネルギーを各種の仕事のエネルギーに、また体構成成分の化学的エネルギーに変換することにより成り立っている。このエネルギー変換の場である細胞の機能を維持するためには、生体の内部環境の物理化学的性状を一定の範囲内に調節する必要がある。

この内部環境が一定範囲内に調節されること、すなわち homeostasis が成立するには、多くの他の feedback control に見られると同様に、一定のレベルからのずれを感知して調節機構が作動する。したがって、各種の血液性状は、絶えず一定の値を示すのではなく、いわゆる変動幅が存在する。

この変動幅は各個の血液の物理化学的性状についてそれぞれ特有の大きさを持ち、その変動幅よりそれぞれの物理化学的性状の生理的役割について推測することが可能である。すなわち変動幅が小さいもの程生体機能にとって不可欠な性状であり、たとえば血液の pH、浸透圧および電解質濃度、血糖値などではこの変動幅が非常に小さい。この変動幅を小さく保つには、精密な feedback 機構が幾重にも入り組んで高度な調節が行われている。

血液の pH の場合を例にとると、血液の pH 調節系には、血液の緩衝系、呼吸機能による CO₂ の処理、腎機能による酸またはアルカリの処理および細胞内の緩衝系があり、これらの調節系が整然とした時間経過でもって血液 pH の調節に関与するわけである。また血液の Na 濃度の調節について見ると、まずその濃度を感知するセンサーが、現在確認されているだけでも脳の血管、脳室内、肝臓、腎臓に存在し、調節系としては、神経活動の他にアルドステロン、抗利尿ホルモン、ナトリウム利尿ホルモンなどのホルモンによって、尿からの塩分の排泄と水分の排泄を調節している。また水分と塩分摂取量が、口渇および塩分に対する食欲によって調節されている。一方代謝産物である尿素やクレアチニン、また代謝の調節にあずかるホルモン等は代謝のレベル等により大幅な変動を示すことがある。

これらの変動の変動幅を知るには、同一の測定項目について一個人につき反復して測定した場合の変動が1つの指標となり、また個人差の大きさとしても知ることが出来る。Fig. 1 は約20種の血液性状に関し、3名の被験者について1カ月間基礎



京都府立医科大学教授

森本 武利

Taketoshi Morimoto, M.D.

医学博士

〈略歴〉

1961年 : 京都府立医科大学卒業
 '61~'62年 : 国立京都病院にて医学実地修練
 1962年 : 京都府立医科大学助手
 '64~'66年 : 米国イリノイ大学へ出張
 (Fulbrit 交換研究者)
 1967年 : 医学博士
 (京都府立医科大学)
 1970年 : 京都府立医科大学講師
 1974年 : 京都府立医科大学助教授
 '74~'75年 : 米国カリフォルニア大学へ出張
 1978年 : 京都府立医科大学教授

〈研究業績〉

専門分野 : 体液および体温の生理学
 著 書 : 新版 pH の理論と測定法
 The Physiology and Pathophysiology of the Skin
 現代の生理学 ほか

条件下に各種の血液性状を測定し、それらの値の変動の大きさを変動係数として求め、その値を小さなものから順に並べたものである。図から明らかなように血液のイオン等はその変動係数が非常に小さく、同一個人の中でも、また個人差も少ないことが見てとれる。

以上のことから明らかなことは、まず血液検査値の内でも、特に生体機能にとって重要なものほど測定精度が要求されるということであろう。

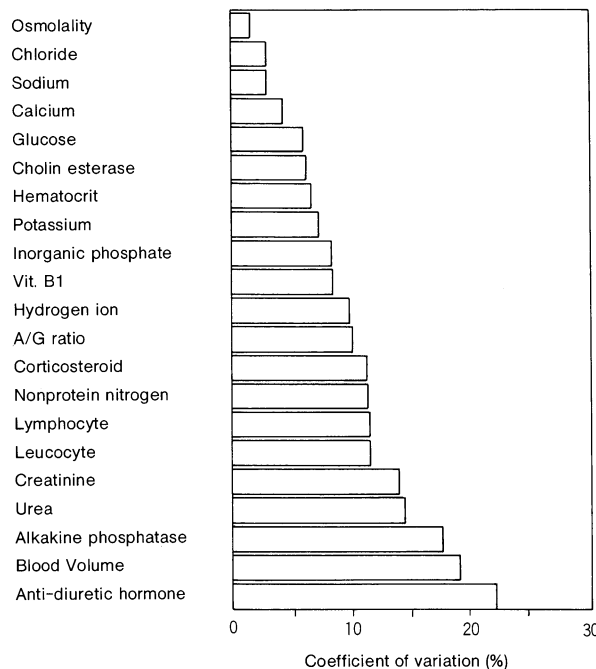


Fig. 1 Hierarchy of the precision of physiological regulation of physico-chemical properties of the internal environment. Cited from ref. (1)

2. 血液検査と健康のための医学

医療分野における最近の傾向としては、他の多くの分野において認められると同様に、システム化が進むと平行して多用化と個別化が進みつつある。血液の検査とでも例外ではない。すなわち臨床検査の専門家によって行われるより高度な検査と平行して、診察場や手術場などで手軽に行えるものが要求され、さらに近い将来には、一般の人が自分の健康管理に用いることが可能な検査が要求されるであろう。

そのよい例が自動血圧計である。数年前までは、血圧は医師が診察場で測定するものと考えられていた。ところが、診察場で測定した血圧が家庭で測定した血圧よりも高く出ることが多いことから、家庭での血圧測定が推奨され、非常な勢いで広がりつつある。その為には、スイッチをおすだけにまで簡素化された測定システム

も重要な役割を持ったであろう。またこのことは、今までの医学が治療医学が中心であったものが、予防医学、または健康のための医学へと目を向けてきていることとも合致したわけである。

このような観点からすると、血液検査には血液を採取しなければならないという制約がある。しかし血液と他の体液との間の各種物質の平衡機序を考慮にいれば、解決し得る問題もあろう。

われわれの体液は体重の約45%を占める細胞内液と、約20%を占める細胞外液から成っている。細胞内液と細胞外液の間には細胞膜が介在し、それぞれの細胞機能に応じた細胞内液の組成が決定される。一方細胞外液は細胞を取りまく間質液と、これと毛細血管を介して動的な平衡関係にある血液とからなる。この平衡関係としては、アルコールの様にすべての体液について同濃度にまで平衡するものから、病的状態において始めて血管外へ漏出する赤血球までに分けることができる。したがってこの相違をいかにうまく使い、どの体液区分からサンプリングするかが重要になってくる。

3. 血液検査のシステム化

つぎに重要なことは、各個の測定項目を問題にするのではなく、生体機能ないしは臓器別に関連する検査項目をまとめて測定し、これらを総合的に解析することによって、それぞれの機能ないしは臓器に関する解析が容易になることが考えられ、このようなシステムが形成されることが望まれる。

このことは血液の酸塩基平衡とガス関係ではすでに行われていることであり、また日本がILメーター社や、ラジオメーター社に酸塩基平衡に関する測定機器の分野において遅れをとったのも、このシステム化の差において遅れをとったためであろう。

生体を扱う場合、情報の時間系列も非常に重要な役割を持つ。Fig. 2は意識下のラットの血液を堀場製作所セラシリーズのNaガラス電極に導き、飲水行動による血液Na濃度の変化を、循環血液量の変化と共に連続的に測定したものである。実験前に約1日の間水分を制限し、時間0において水道水と1.8%の食塩水を同時に与えると、ラットはまず水道水を大量に飲む。その結果血液のNa濃度は急激に低下するが、その後45分以降では食塩水と水道水を交互に飲み、血液のNa濃度は144-147meq/lの範囲に維持される。この間血液量は徐々に増加し、血液量が一定値に達すると始めて尿が排泄され、血液量がほぼ一定値に調節される。

このように生体調節系をグループ分けし、この調節系の値を時系列をも含めて解析することによって、生体調節系の変化を把握することが可能となる。

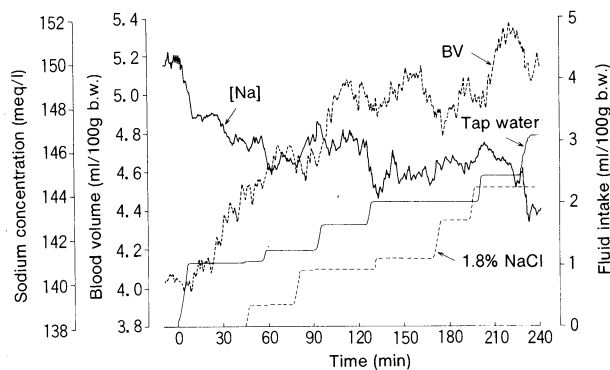


Fig. 2 Changes in blood volume and blood Na concentration during recovery from thermal dehydration in rat. Tap water and 1.8% NaCl solution was provided simultaneously for choice. The cumulative intakes of tap water and NaCl solution are also shown. Cited from ref. (2).

4. おわりに

血液分析にあたり、研究者自身がその測定法を開発し、また測定法のトレーニングを重ね、名人芸を持ってしたのはすでに過去の語り種であろう。

従来の物理化学的測定法に加えて、より特異性の高い、酸素学的方法や免疫学的方法が導入され、バイオセンサーが重要な役割を持ってきた。またこれらの方法の高い精度は、皮膚や粘膜を介して生体の内部環境に関する情報を連続的にモニターすることを可能とするであろう。ここでより重要になって来るのは、人と機械のインターフェースであり、その情報を医学的判断に結び付けるシステムとソフトであると考えられる。

参考文献

- (1) T. Morimoto, K. Shiraki, T. Inoue and H. Yoshimura: Seasonal variation of water and electrolyte in serum with respect to homeostasis. *Jpn. J. Physiol.* 19: 801-813, 1969.
- (2) T. Morimoto, H. Nose, T. Itoh and E. Sugimoto: Rehydration and blood volume control. In "Milestones in Environmental Physiology" edited by M. K. Yousef, SPB Academic Pub. bv, Hague, pp 147-153, 1989.

Blood Analysis : Prospects of Future

Among physico-chemical properties of body fluids, there is a hierarchy of variability ranging from closely regulated properties such as pH, osmolality, and concentration of electrolytes to more variable properties as hormones, enzymes, and catabolic wastes. The closely regulated properties are those whose relative constancy is critical for maintenance of body function, and the latter are those working to control the former properties.

Not only to improve the accuracy of analysis of these closely regulated properties, the systems analysis based on physiologically interrelated variables together with their time courses will make it possible to visualize physiological functions in clinical situations.

When the system is incorporated into a handy tool, it will be used to monitor health status by everyone and should be useful in preventive medicine.

