

工場における貧血の「ふるいわけ」検診の実際

小松 富三男 佐藤 章夫
横田 明 塩原 真弓

信州大学医学部衛生学教室（主任：小松富三男教授）

A Practical Screening Test of Anemia in the Factory

Fumio KOMATSU, Akio SATO
Aki YOKOTA and Mayumi SHIOHARA
Department of Hygiene, Faculty of Medicine,
Shinshu University
(Director : Prof. F. KOMATSU)

1. はじめに

近年工場においても職業病検診（いわゆる有害業務の特殊検診）、採用時健康診断などで血液に関する「ふるいわけ」検診の行われる機会が多い。工場における貧血の「ふるいわけ」検診はその特殊環境上、流れ作業的な集団検診の行い得るものでなくてはならない。この場合検診項目として何を選ぶかが問題である。ふるいわけの精度がよく、かつ手数と費用のできるだけ少ないものが望ましい。

精密検査は他の医療機関に依頼することになるが、工場の保健室でも従業員の健康管理上少くとも血色素量と赤血球数の2つの測定値が欲しい。

しかし赤血球数の算定は血球計算を現在一般に行われているように顕微鏡下で血球を1個1個数える方法で行う限り避けられない誤差が多く¹⁾、また複雑な手技のため算定に時間がかかり過ぎ、現場での貧血の「ふるいわけ」検査には不向きである。

従って1日に多数の検体を処理できる方法で先ずふるいわけを行い、異常と判定されたものについて改めて血色素量と赤血球数を測定する方法を採用することが実際的であろうと思われる。

私どもは1日の検診対象が100人程度の場合（特殊検診）には、ふるいわけに硫酸銅法による全血比重を用い、この値が基準値以下のものについて同時に赤血球、白血球数の算定と血色素量の測定を行っている。

また検診対象が1日200人程度の場合（定期健康診断）には、ふるいわけにシアノメトヘモグロビン法による血色素量を用い、基準値以下のものについては後日赤血球数算定と血色素量の測定を行っている。

赤血球数算定は、顕微鏡下に直接血球を1個づつ数えるかわりに弱拡大で数枚の顕微鏡写真をとり、後日

拡大して算定する方法を採用することにより検診当日の処理検体数を増すようにしている。

以下これらの諸法について経験的な観点から解説を試みる。

2. 貧血の集団検診の実際

(1) 硫酸銅法による全血比重の測定

被検者数と同数の乾熱滅菌を施した注射針と注射筒を用意する。基準液は現法に従って1044~1064(0.002のあゆみ)の11本を調製してもよいが、この基準液を作る操作はかなり面倒なので市販のもの（例えば第1化学薬品の硫酸銅基準液）を用いている。

注射器で肘静脈から1ml程の採血を行う。採血後直ちに注射器から血液を滴下させて比重を測定する。血液と基準液の間には当然温度差があるから実際より小さい比重値が得られるが²⁾、異常者を見落す危険はかえって少くなり、「ふるいわけ」検査としては差しつかえない。比重値が男で1055、女で1052未満の場合は、直ちに数滴の血液をスライドガラス上に滴下させ、3本のゼーリー用ピペットで血液を吸い、それぞれの血液を予め用意してある小試験管内のアキュロト液、ハイエム氏液、チユルク氏液の中に吹きこみ、血色素、赤血球、白血球の測定にまわす。

私どもが1日に100人前後の検診を行う場合の検診チームは採血1、比重測定1、血球計算1の計3名である。

採血者は採血後直ちに比重測定者に注射筒を渡し、比重が小さく赤血球数、血色素量を測定する必要がある時は比重測定者が滴下させた血液を採血者がピペットで吸う。

白血球は顕微鏡下に直接数えるが、赤血球は後述す

る顕微鏡写真を応用して測定が停滞しないようにしている。

血色素量は次に述べるシアンメトヘモグロビン法で測定している。シアンメトヘモグロビンは色調が安定しており、吸光度の測定は容易であるから、全血比重による全員のふるいわけが終了してから、測定を始めることができる。

(2) シアンメトヘモグロビン法による血色素量の測定

シアンメトヘモグロビン法による血色素量測定は、スルフォヘモグロビン以外のヘモグロビンを全て測定できること、操作が簡単で確実な結果が得られること、色調が安定していてフィルター式の光電比色計で測定できることなどから1954年アメリカの Ad Hoc Panel on the Establishment of a Hemoglobin Standard でヘモグロビン測定の標準法とされたものである³⁾。この方法を用いれば簡単に、正確に1日に多数の検体を処理することができる。溶媒として必要なシアン化カリウム赤血塩試薬は自家製のもので充分であるが、Ortho Company, Raritan, New Jersey, U. S. A. (輸入販売元、三光純薬) から Aculute の市販名で稀釈錠が販売されている。この1錠から250mlの発色用溶媒が簡単に調製できる。また同社から学会検定を受けた光電比色計用の標準シアンメトヘモグロビン溶液が Acuglobin という商品名で市販されているから、使用する光電比色計の直線性を確かめた上、次式を用いてヘモグロビン量を算出する。

$$\text{Hb (g/dl)} = \frac{B}{A} \times C \times 251$$

但し A は Acuglobin の吸光度、B は稀釈血液の吸光度、C は Acuglobin の Hb 含量 (g/dl) である。

私どもが貧血の集団検診を行う場合、まず全員の血色素量をシアンメトヘモグロビン法を用いて測定し、その集団の棄却限界の下限を求め、この値以下のものについて後日顕微鏡写真による赤血球の算定とシアンメトヘモグロビン法による血色素量を測定し、両測定値から貧血者を割り出している。

この方法で1日200人程度のふるいわけを行う場合、(1) 耳朶採血1、(2) ホールピペットで Aculute 試薬を小試験管にとるもの1、(3) 稀釈血液を混和し、パラフィンフィルムで封をするもの1、(4) 光電比色計で吸光度を測るもの1の計4名の検診メンバーで検診を行っている。(1)、(4)はある程度経験者を要するが、他の2名は手技を教えれば未経験者で充分である。1日の対照が100名程度ならば(1)、(4)の2名でこと足りる。

吸光度の測定は耳朶採血と同程度の時間でできるから、測定開始を採血より30分程遅らせて行い(色調が

安定するには20分かゝる)、あとは採血のペースに合わせて行っている。

いずれにしても1人で1日(6~7時間)に200回の耳朶採血を行うことはかなり忙しい仕事であるし、工場という特殊環境では就業時間内に終了させなくてはならないから、事前に現場の監督者とよく相談して1時間に30人程度ずつ弛滞なく検診場に来られるよう打ち合わせて置くことが検診を成功させる鍵となる。

一例として昭和43年度の某精密機械工場において女子従業員711名につき上記の検診チームで3日間をわたって行った貧血の「ふるいわけ」検診をとり上げてみる。

測定結果の度数分布を図1に示す。

平均 $\bar{x} = 14.42 \text{ g/dl}$, 不偏分散 $\sigma^2 = 4.03$ であった。従って片側危険率5%の棄却限界は⁴⁾,

$$11.11 \leq x \leq 17.73$$

となり、この下限からはずれるもの33名につき顕微鏡写真による赤血球数の算定とシアンメトヘモグロビン法による血色素量の測定を行つたわけである。

日本産業衛生協会労働者血液生理値委員会が昭和35~36年に行った女子労働者1669名の血色素量は $\bar{x} = 13.3 \text{ g/dl}$, $\sigma = 1.4 \text{ g/dl}$ で、当工場の成績より低い値を示している⁵⁾。

測定法の違いにもよろうが(委員会の測定はザーリー小宮氏法が多い)、血色素量は年齢により違うといわれているので年齢別平均値を算出したが、どの年齢層においても当工場の血色素量は高値を示した。

当工場では数年来、これらの方法で有害業務特殊検診、採用時健康診断などで血液検査を行い、貧血者には鉄剤投与や配置転換などの事後措置を講じているためと思われる。

(3) 赤血球数算定

赤血球数算定を集団検診に用いる場合、自動血球計算器でもない限り試験管によって血液の稀釈を行い、顕微鏡下に血球を1個1個読みとる方法を採用するより仕方がないと思われる。赤血球数算定には計数に伴う標本誤差と複雑な手技のため避けられない誤差が多い。試験管法によってその一部を解消し得るが避けられない誤差を形成する最も大きな要因は実際に計数した個数から真の値を推定する時の誤差—抽出誤差—である⁶⁾。

従って唯1回の測定で赤血球数を推定することは危険であり、少なくとも2個の測定値が欲しい。算定者が1人の場合、算定者の疲れを考慮すれば、1人に20人すなわち40検体の計数が限度である。

また試験管法で稀釈を行う場合、算定までに時間がか

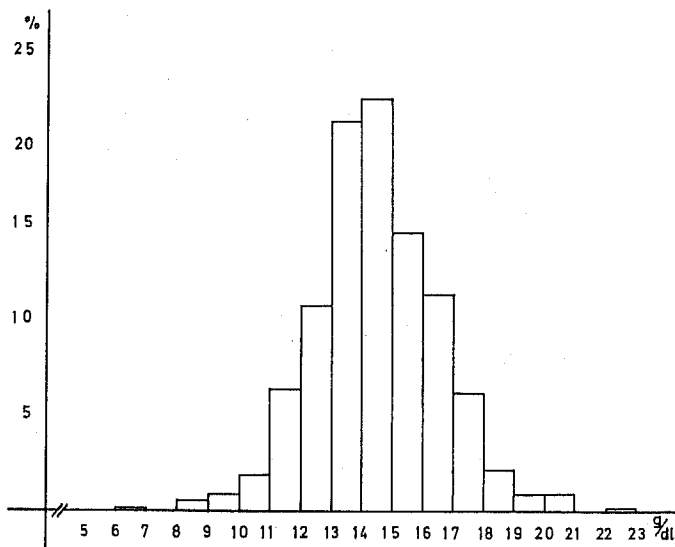


図 1. 血色素量の度数分布

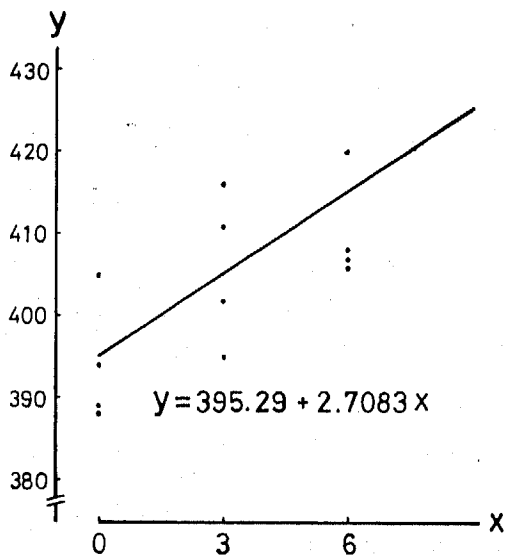


図 2. 赤血球数の時間的変化

れば、稀釈液が蒸発する。私共は試験管にパラフィンフィルムで封をしているが、この程度のことでは時間の経過とともに稀釈血液が濃縮して単位体積あたりの赤血球数が多くなる傾向がある。(図2, 表1)

表 1 赤血球数の時間的変化

	B ₁			B ₂		
時間	0	3	6	0	3	6
A ₁	389	416	408	394	395	407
A ₂	405	402	406	388	411	420

要 因	平方和	自由度	平均平方
稀 釈 A	44.09	1	44.09
繰 り 返 し B	10.09	1	10.09
相 互 作 用 A × B	44.07	1	44.07
回 帰	528.13	1	528.13
誤 差	515.54	7	73.51
計	1140.92	11	

表1, 図2は同一の血液をハイエム氏液で稀釈し、稀釈後0, 3, 6時間毎に2回ずつ赤血球数を算定したもので、時間との間に有意の回帰の存在していることを示している。従って血液の稀釈が終わったらすばやく算定を開始することが望ましい。

私どもが赤血球算定に応用した顕微鏡写真は顕微鏡下に赤血球を1個1個読みとるかわりにその場は一旦フィルムに記録しておき、あとでゆっくり数えようと

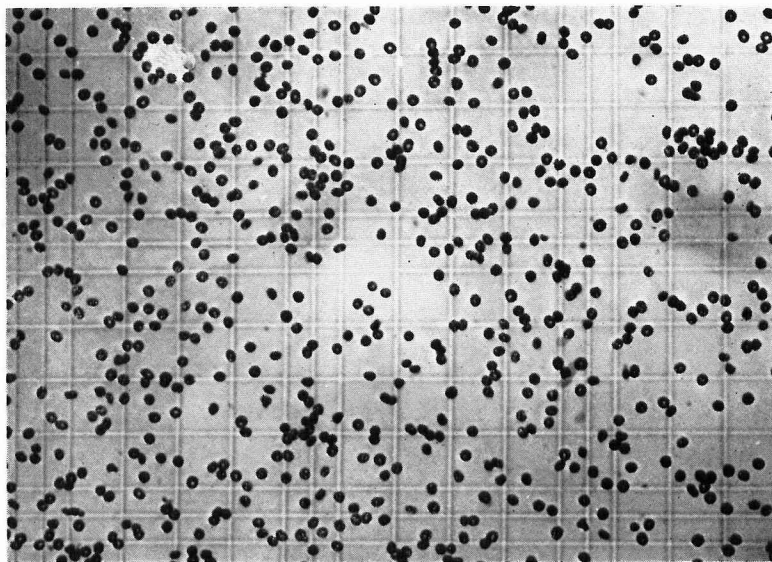


図 3. 顕微鏡写真 (×40) による赤血球算定

いうものでいってみれば2重の手順をふむことになる。(図3) 赤血球算定の場合その日に採血した分はその日に処理してしまうことが望ましく、しかも限られた時間内での処理検体数を増やそうという時にはこの顕微鏡写真撮影法は大きな力を発揮する。一旦フィルムに記録しておけば、あとでスクリーンに拡大した場合計数は比較的容易であり、血球計算に不慣れなものでも数えることができる。

実際顕微鏡下に血球算定を行う場合には、Bürker-Türk の計算板の両計算室を数え、2つの測定値の間に1%の危険率で有意差があれば、もう1回測定し直すのが普通である。しかし顕微鏡写真の場合には1人につき2個なら2個の測定値しか得られないから、2つの測定値に差があった場合、もう1回数え直すということができない。

しかし稀釈液の充分なる混和と計算室への注入操作を正確に行えば差の生ずることはまずない。(表2)

私どもは耳朶採血1、試験管内の稀釈血液を混和して計算室に注入するもの1、顕微鏡写真を撮るもの1、光电比色計で吸光度を測定するもの1の4名で赤血球算定と血色素量の測定を行っているが、経験的にこの検診チームで1日に50~60人の検査を行うことは容易である。

3. むすび

工場において貧血の「ふるいわけ」検診を行う場合

には、工場という特殊環境上ふるいわけの精度がよく、しかも多数の人間を短時間に処理できるものであることが必要である。この点で貧血の「ふるいわけ」検診項目として硫酸銅法による全血比重とシアンメトヘモグロビン法による血色素量が考えられる。全血比重は貧血の間接の指標であるが、ふるいわけの弁別力はよく⁶⁾、1日の検診対象が100人程度であれば、測定結果を知ってから、基準値以下のものにつき、残りの血液で赤血球数、血色素量などを測定することができて有利である。しかし被検者数と同数の乾熱滅菌をした注射針、注射筒の準備が必要であり、静脈からの採血が不可欠であるという欠点がある。

一方シアンメトヘモグロビン法による血色素量の測定はふるいわけの精度という点では高く評価される方法であり、溶媒、標準シアンメトヘモグロビン溶液ともに市販されており、検診操作を流れ作業的に行えば1日に200人程度を処理することができる。

たゞこの場合は検診結果を知ってから直ちに他の検査を行うわけにはいかないから、ふるいわけられたものについて後日あらためて赤血球数と血色素量の測定を行うことになる。どちらの方法を採用すべきかは検診目的、1日の検診対象数、検診チームの能力などによって決めるべきであろう。

尚、赤血球数の算定は現在のところ顕微鏡下に赤血球を1個1個読みとる方法を採用するより仕方がないが、この場合顕微鏡写真を応用すれば検診当日の処

理検体数を増すことが可能で、集団検診に応用してよい方法だろう。

参 考 文 献

- 1) 小泉明：日新医学, 41 : pp. 346-348, 1954.
- 2) 職業病検診法研究会：医学のあゆみ, 30 : pp. 273-279, 1959.
- 3) Cannan, R. K. : J. Lab. & Clin. Med., 52 : pp. 471-476, 1958.

- 4) 鳥井敏雄, 高橋晁正, 土肥一郎：医学：生物学のための推計学, 1961, 東京大学出版会.
- 5) 日本産業衛生協会労働者血液生理値研究委員会：産業医学, 6 : pp. 384-422, 1964.
- 6) 小泉明：日本衛生学雑誌, 12 : pp. 347-353, 1958.

(昭和43年11月15日 受付)