

X線障碍と血球検査

(国立東京第一病院における調査)

国立東京第一病院放射線科(医長 岡本十二郎博士)

医学博士 浜田政彦

金沢大学医学部放射線医学教室(主任 平松博教授)

専攻生 山田健

(昭和31年12月18日受付)

Studies on the X-ray Hazards and the Blood Examination

Masahiko Hamada M.D.

Division of Radiology, the First National Hospital of Tokyo

(Chief doctor : S. Okamoto M.D.)

Takeshi Yamada M.B.

Dept. of Radiology, School of Medicine, Kanazawa University.

(Director : Prof. Dr. H. Hiramatsu)

(本論文の要旨は昭和31年4月日本医学放射線学会総会において発表した)

緒言

1896年X線の発見以来、X線を取扱う医師、技師の数は年々急激な増加を示し、昭和29年11月日本医学放射線学会の調査では922名の医師(実際常時X線診断治療にあたる医師の数はその数倍)、又約7000名の技術者がX線を取扱っているといわれる。一方X線のみならず人工放射性同位元素、原子力の利用等放射線、放射能の応用は益々膨大なものとなりこれに伴う生体内外許容量の検討、災害防止の問題は最も重大な課題となつている。

放射線災害には、1)表面的の傷害、2)身体に対する一般的影響、特に血液及び造血臓器即ち貧血及び白血球減少の発生、3)悪性腫瘍の誘発、4)白内障、肥満、妊娠障碍、及び寿命の短縮などの他の有害な影響、5)遺伝学的影響が考えられるのであつて、我々日常X線障碍に対する注意として最も簡単な白血球数の測定を行い、次いで赤血球数、血色素、血液像、血小板数、骨髓像と精密検査を行つている。放射線学会防護委員会の勧告案をみても白・赤血球数の減少度

によつて療養、要注意を決定しているが、これは白血球数の減少が一般に最も適確な指標と考えられているためである。

一方血球数の測定は簡単ではあるが、手技の熟練如何により多大の誤差を生ずることは日常の診療で常に経験され、しかも検血方法に統一のないこと、正常値の白血球数は5000以上であるのことも血液学会における発表と相待つて再検討されなければならない。又X線障碍として白血球数を調べ4000以下の要療養者があつた場合正確を期すため連続3回検血を行つても手技による誤差と、個人の変動とが加わり正確な白血球数を指摘することは困難でなからうか、特に最近放射線を取扱っていない人達の白血球数でも6000~8000の間にはなく5000台ではないかとの発表もなされている。勿論白血球数は、人種、地方差があるのみならず時代差迄報告され、これに個人差、日差等が加わるから極めて複雑となり、血球数から放射線障碍を決定するのは大いに検討さるべきと考えられる。

文献的考察

正常白血球数は Shilling (Berlin) によれば 5000~8000 で平均 6000, 北島(小宮内科)は昭和3年 125名の男女平均 7200, 宮津は昭和18年 188名について 7200, 金井(海軍々医学校)は 6200, 広島 ABCC の昭和27年の調査では 2151名につき男 7000, 女 7200, 京大菊地内科の全国地方別の調査では平均値で 5928より 8631であつた。しかるに予研での昭和29年の調査は6月 133名の平均 5860, 12月は 5500で最近の白血球数は少なくなつたのではないかと指摘している。

平均値で白血球数の正常値を決定するには、年齢の差、虫垂炎等の白血球数の増加を来たす疾患或いは痔出血、胃潰瘍等貧血の原因となる疾患を持つ者は確実に除外しなければいけない。しかもなお生理的変動は菊地教授の報告にもある如く、季節的变化は9月最低

1月最高、日時の動揺は時間的に 2700~5330, 日間の変動は 1125~4200, 食事との関係は食後1~2時間で増加し初め3~5時間で最高(16~42%)食後増加は14~90%で2~6時間で正常に復す。同様の報告は勝沼によれば日間変動は寒期 91.2%暑期 97.2%で最大最小の差は 71~166%であることが知られている。

昭和29年全国々立病院・療養所の X線取扱い者 227名の白血球を調査し平均値 5936を得たが、これは正常範囲のものか減少を示しているのかを簡単に決定することが出来なかつた。

更に 3000より 9000以上の間を7ツ、勤務年限によつて分けた結果は第1表であるが、著明な特色を見ることが出来ない。

第1表 全国々立病院・療養所 X線取扱い者白血球数

勤務年限 白血球数	1年未満	1 -	3 -	5 -	10 -	15年以上	計
2000 -	0	0	0	0	0	0	0
3000 -	1 2%	0	5 8%	3 12%	2 7%	2 8%	13
4000 -	11 25%	4 10%	14 22%	5 20%	7 24%	9 35%	50
5000 -	11 25%	12 31%	17 26%	6 24%	12 41%	5 19%	63
6000 -	11 25%	12 31%	21 33%	3 12%	2 7%	5 19%	54
7000 -	6 13%	8 20%	3 5%	4 16%	6 20%	4 15%	31
8000 -	3 7%	1 3%	3 5%	3 12%	0	0	10
9000 -	1 2%	2 5%	1 1%	1 4%	0	1 4%	6
計	44	39	64	25	29	26	227
平均値	6136	6398	5812	6100	5603	5692	5936

昭和29年

白血球算定器具及び手技に関して

昭和25年大久保(京大)の報告によれば白血球用メランジュール ±4%, 赤血球用メランジュール ±5%, ザーリーピペット ±1%, 計算盤 5~7%迄を合格とした場合、白血球用 38.6%, 赤血球用 27.5%, ザーリー 30.0%, 計算板 58.0%の合格率であり、戦後の昭和28年羽田(名大)の調べでも 20~30%の器差があり器具検定の必要性は屢々指摘されている。

江頭(予研)によればメランジュールは-1.31%。白血球計算盤は+13.8%の誤差が認められた。羽田は血球計算の誤差を研究し1) 振盪方法は方向に差の無

いこと、10秒間に50回、90秒間に180回程度で充分、2)メランジュール 0.5及び1.0の間に有意義の差を認めないことを報告している。

Henry I. Kohn (1955)は検査手技に関して2本のメランジュールを使用し、1.0迄血液を吸うこと、計算板は2個を使用し16劃の平均値を取つて白血球数の変動を論じているが、実行すべき最も正確な方法である。その誤差計算は Berkson, Magath 及び Hurn により明らかにされているが、通常は Brandt の30%, 杉山の 8000±1500, 二階堂の 15~23%が信じられて来た。

実験成績

1. 白血球計算時の誤差

Berkson, Magath 及び Hurn によれば白血球算定の誤差 v_t (%) は

$$v_t = \sqrt{\frac{100^2}{n_b} + \frac{4.6^2}{n_c} + \frac{4.7^2}{n_p}}$$

n_b ...算定盤上に算定した白血球総数

n_c ...算定室 (4 平方耗) の数

n_p ...ピペットの本数

$2v_t$ は 5% の危険率を以て有意義である。

第2表 白血球計算時の誤差

	A	B	C
n_b	60	240	960
n_c	1	4	16
n_p	1	1	2
v_t	14.5%	8.3%	4.8%
白血球数	6000±1740	6000±996	6000±576

↑
Kohn (1955)

A. B. C. 各方法によつて 6000 の白血球数を測定した場合、メランジュールを 2 本使用し、2 枚の計算盤で 16 劃測定して初めて算定誤差を 10% 以内とすること

が出来る。

実際に X 線技術者の白血球数を測定した結果

第3表 国立東京第一病院放射線科技術者白血球数

	B. $n=4, n_p=1$	A. $n=16, n_p=2$
No. 1	2400, 2900, 3200, 2700	3494±382
No. 2	4000	4435±456
No. 3	4600, 4100, 4200	5687±535
No. 4	5600	6437±603
No. 5	5800, 3000, 2700, 3800	4275±452
No. 6	6700	8043±717

B. A 両検血は朝仕事前 9~10 時に同時に行つた成績であり又 B の各白血球数は連日繰返した成績である。

以上の成績より要療養 4000 以下、要注意 5000 以下を決定する場合、連日測定することの必要性と、測定誤差が前述 6000±1740 等の数値では療養と注意の区別が全く困難なことを示し少なくとも白血球数の測定誤差は 500 前後にあるべきと考える。

2. 連続観察による白血球数

第4表 東レントゲン技師白血球数

	小倉	深野	虎渡	小沢	小林	加藤	岸	吉田	(平均)
取扱年月	22年	11年	9年	7年	5年	7年	4年	2年	
25年8月		6400		5800	5700		—	—	5967
26年2月	5700	8000		7200	5400		—	—	6575
" 8月	6100	4200		5600	6000		—	—	5475
" 9月	6500	5200	6500	6600	6700		6800	—	9371
27年1月	5000	4500	5600	6600	5300		9900	—	6150
" 6月	5900	6800	4200	5930	5900		—	—	5746
" 11月	5800	5200	3600	6600	7400		6900	—	5915
28年6月	6600	4200	4400	5100	6200	6000	5200	—	5386
" 9月	5900	7200	4900	4700	5500	6000	7300	—	5928
" 12月	5400	5200	2200	5770	7500	4800	5500	—	5196
29年4月	5000	7300	4800	5900	6200	8700	6600	6500	6375
" 5月			3400	4150		4700	5600		
" 12月	5150	5500	3250	5300	9650	6700	7350	5500	6050
30年3月	5800	3500	3500	7800	6800	5800	6650	6950	5850
" 6月	4600	4540	3760	4500		5400	7150	6200	5164
" 10月	5687	4275	3494	6437		4435		8043	5379

白血球数は生理的動揺，算定時の誤差より1回の検血により要療養，要注意を決定することは困難であり連続数年間の測定値は屢々極めて有意義となる。

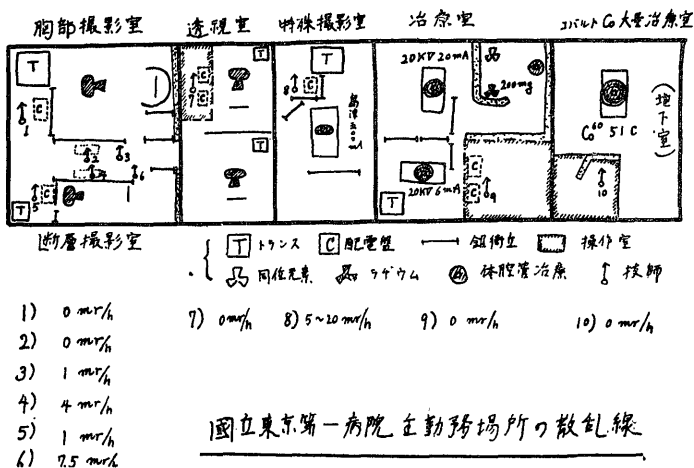
第4表は国立東京第一病院におけるX線技術者8名の白血球数である。

X線取扱いの年限は22年より2年迄，採血は午前9時頃中央検査室において行い，特に減少或いは増加者

は連続に3回検血を繰返している。

表中 No. 1. 4. 5. 7 は略々同様の勤務内容であり，No. 2 は女子，No. 3 は以前に間接撮影を多く行つた経験を持ち，No. 8 はコバルト大量遠隔放射室のみの勤務であり，被曝散乱線に関しては必ずしも一定ではないが，昭和29年以後，操作室，防禦壁，防禦衝立，その他の防具を完備し現在の室内散乱線は第1図の如

第1図 国立東京第一病院主勤務場所の室内散乱線



くである。

勤務年限と白血球数の減少は特に並行せず，No. 5等は他に比較して減少の傾向少なく明らかに個人差が認められる。No. 3 は昭和29年春より30年春迄療養を行つたが，減少の恢復は容易でない。第5表より要注

意と指摘されるのは No. 2 である。年次別平均値では昭和27年 5746~6150，28年 5196~5928，29年 6050~6375，30年 5164~5850 で特に認むべき変化はなくX線室防禦の完備された現在でも一度減少した白血球数は容易に恢復しないことを示している。

第5表 東一レントゲン技師血液像

調査時	例数	桿状核	分葉核	好中球	淋巴球	単球	好酸球	好塩基球
29年4月	10	6.9	47.5	54.4	34.5	8.3	2.7	0.1
〃 12月	10	6.2	45.9	52.1	40.0	5.4	1.9	0.1
30年6月	8	4.7	48.8	53.5	38.3	5.0	2.8	0.2
標準値小宮		4.5	49.0	53.5	38.0	5.0	3.0	0.5
〃 菊地		4.7~12.5	36.0~58.3	43.1~65.0	26.3~44.3	3.1~7.5	2.2~8.8	0~0.3
〃 Schilling		4	63	67	23	6	3	1

3. 血液像について

昭和29年4月，12月及び30年6月の血液像は第6表に示す如く，平均値においては標準値に殆んど変りが

ない。

個々については白血球数常時 4000 以下を示した1名についても

	桿核	分葉核	リンパ球	単球	好酸球	好塩基球
29年4月	7	47	32	12	3	0
" 12月	8	45	43	3	1	0
30年6月	6	66	22	2	2	2

以上の成績で30年6月は1年間療養を行つた後で慢性放射線障壁と急性放射線障壁の間にはリンパ球の変動に極めて興味ある結果を示し、本例もリンパ球数の稍々減少を来たしたのではないかと思われる外著変が認められなかつた。なお骨髓像その他にも認むべき変化はなかつた。

4. 好中球遊走速度

国立東京第一病院の技師について、X線防禦対策が年々充実されて行くにかかわらず白血球数は明らかに標準値より低い。30年6月8名の白血球数の平均値は5464で、赤血球数490万、血色素量101%血小板18万5000で略々正常、血液像にも著変がない。白血球の精密検査の目的で遊走速度を測定した結果は第6表の如

く、平均 $34.62 \mu/m$ で正常、白血球数と遊走速度の間にも密接な関係は認められなかつた。

第6表 東一技師好中球遊走速度

日時 昭和30年6月

人数 8名

平均遊走速度 $34.62 \mu/m$

白血球数	5464
赤血球数	490万
血色素量	101%
血小板数	185800
分葉核	48.8%
桿状核	4.7%
リンパ球	38.3%
単球	5.0%
好酸球	2.8%
好塩基球	0.2%

遊走速度 $32 \mu/m$ 台 1名

" $33 \mu/m$ 台 4名

" $36 \mu/m$ 台 1名

" $37 \mu/m$ 台 2名

温度 $37^{\circ}C$ 、倍率 2000、測定細胞15個、観察1時間

考 按

X線取扱者の血液についての報告は極めて多く現在も日常血球数を測定して放射線障壁を注意している。特に最近の報告によれば、名大日比野内科では380名のレントゲン技師と300名の健康男子を比較して白血球数は技術者で10000~11000に異常の山があり、慢性放射線障壁の場合減少よりは増加を問題にすべきではないかと報告しているが、この点は広島・長崎の原爆後の血液像とも比較しなお充分慎重に検討すべきではないか、一方原水爆実験、放射能雨と放射線の影響は一般の重大関心事となり、これとの関係有無は勿論問題ではあるが、予研江頭等により一般の白血球数の平均値は5000台ではないかとの興味ある報告がなされ、血液学会の調査と相待つて、放射線防禦委員会勧告案及びSTACの白血球数4000以下を要療養となし5000~4000を要注意とする点は大いに検討すべきものと考えらる。

京大菊地内科では4年間連続観察した結果、赤血球数の減少、血色素の漸次増加、血小板数の増加及び白血球数はやはり8000より6700に減少の結果が出ている。なお慢性放射線障壁における末梢血液像特に粒球系に注目して研究が進められている。

同様に連続検血の成績は三重大内科でも報告し、好中球数の漸進的減少と高血色素性傾向の貧血或いは正常赤血球正色素性貧血の各1例が示されている。

京都府立医大後藤教授のもとでは昭和26年の血液学会総会で特別講演が行われ、赤血球数は251名平均450.6万であり、取扱年数に応じて貧血が多くなる。血色素量は正常値(1.01~0.97)87名に対し高いもの28名、低いもの126名で血色素量は減少を来たす。白血球数は263名の平均5791で5000以下60%であるが正常値より甚だしく隔つておらず、白血球の減少は否定出来ないが、白血球減少が過大視されると報告されているが、名大日比野内科の報告にある如く、又本報告でも示されたように平均値で結論することは極めて危険であること、又検血方法を一定せずして多数の成績を綜合することは誤差範囲の大なることを考慮しなければならぬ。

障壁の実体を示した報告では、結核予防会御園生は予防会72名、国立病院療養所148名、保健所技術者110名について白血球数で要療養者は各々13%、8%、12%、要注意者は各々29%、23%、25%であり、赤血球数については要療養者31%、16%、19%、要注意者は

22%, 35%, 29%で非常に高率である。

1955年10月志賀の調査によるX線障害を受けている技師の推定数では801人について要注意247名, 30.8±1.6% 要療養84名, 10.5±1.1%でこれを全国有資格技師7000人に対して推定すると要注意, 2156±112 要療養 735±78 と報告され, 以上の報告より要療養者は約10%, 要注意者は 20~30%と考えられる。

放射線障害は白血球数のみならず勿論末梢血液全体をみなければいけないが, 一般には白・赤血球数及び血色素量の減少, 好酸球, 単球, 淋巴球増加, 核形の左方移行等であつて, 東大放射線科職員の調査では,

白血球要療養は 5.4%, 要注意45例 (13.4%) なお 9100~11000 36例 (10.8%), 11000 以上34例 (10.2%), 赤血球数の要療養者75例 (22.5%) 要注意93例 27.8%, 血色素量男 81~90%, 女 71~80%96例 28.8%であり白血球百分率は 4000 以下の場合淋巴球 36.9で増加, 単球 7.0, 桿核球 14.6%で共に増加であつた(昭和(22~23年)。

以上の調査をみても放射線障害として要療養, 要注意を決定するのに白血球は最も大切な検査項目であるが, 同一人で 5000 以下及び 9000 以上の値を示したのも認められており検血方法の一定が要望される。

結 論

白血球数 4000 以下は要療養 4000 より 5000 は要注意と簡単にX線障害の指標とすることは出来ない。

X線障害を対象として白血球数を検査する場合

1. 測定誤差を少なくとも 500 前後の如き検血法によらなければならない。
2. 同時に 3 日連続検血することは 勿論, 長期検血成績を参考にすべきである。
3. 統計的観察を下す場合平均値のみで結論するこ

とは甚だ危険である。

以上X線障害で要療養の診断を下すには, 赤・白血球数の算定は勿論大切であるが, 赤白両者の関係, 更に血小板, 血色素量等の検討も今後大いにさるべきであろう。

擱筆するに臨み, 終始御懇篤なる御指導, 御校閲を辱うした恩師平松教授に深甚の謝意を表します。

主 要 文 献

- 1) 御園生 : エックス線技術者の障害の実体. 科学朝日, 1955年2月, 28頁.
- 2) 中泉・箕 : 放射線同位元素研究従事者の末梢血液像に関する統計的観察並に放射線科職員の場合との比較. 日本医放会誌, 12巻9号, 昭和27年12月, 52頁.
- 3) 菊地 : 内科臨床と血液 I, 形態的方面. 日本内科学会誌, 38巻, 10・11号.
- 4) 鳥居・外 : レントゲン取扱者の血液所見, IV特に放射線貧血について. 日血会誌, 18巻, 4号, 昭和30年8月.
- 5) 糸井・前川 : レ線従業員の連続検血成績及びレ線による障害例について. 日血会誌, 18巻4号, 昭和30年8月.
- 6) 松田・外 : 4年間連続観察したレントゲン従業員の検血成績について. 日血会誌, 18巻, 4号, 昭和30年8月.
- 7) 雨宮 : メランジュールの検定法. 日本医事新報, No. 1595 昭和29年11月, 66頁.
- 8) 江頭・外 : 予研職員を対象とした白血球数の調査. 日本医事新

- 報, No. 1613 昭和30年3月, 33頁. 9)
- 小宮・外 : 血球計算板の検定. 医科器械誌, 25 1~6 昭和30年. 10) Atomic Bomb Casualty Comittce : Basic Tabulation of Medical Data ME-55 Adult Medical Program. ABCC, Hiroshima, 1954.
- 11) Kohn H. I. : Changes in the Human Leukocyte Count During X-Ray Therapy for Cancer and Their Dependence Upon the Integral Dose. Radiology Vol. 64, No. 3, 1955, 382~391.
- 12) Spode E. : Untersuchungen über die Strahlenreaktion des Bluts. Strahlentherapie Bd. 93, 1054, 15.
- 13) 後藤 : 職業疾患としての放射線障害. 血液学討論会報告, 第5輯, 1953年, 永井書店.
- 14) 羽田 : 血球計算の誤差に関する研究. 日血会誌, 16巻. 6号, 昭和28年12月, 390頁.