急性放射線障害モルモットの骨髓酸素消費と 骨髓乾燥粉末注射に関する知見

The Oxidation Rate of Bone Marrow in Acutely Irradiated Guinea Pigs
and the Effects of the Injection of Powdered Bone Marrow

加藤松次郎*

Matsujirō KATŌ

緒 論

時代の影響を受け近時放射線障害特に急性放射線障害の研究が盛んになり、その全身障害の主変が造血臓器にあるので研究も多くはこの方面に向けられ、始めの形態学的血液学より漸次脱却し、生化学的機能的方面に研究が進められて来た¹⁾。治療法としても、或程度効果ありと報告されている薬剤も相当数あるが、未だ充分の成果をあげ得るものは見当たらない。

X線照射の際に脾臓、尾等身体の一部を被覆しておくで死亡率少く、生存日数が長いことから、種々の動物臓器の移植や臓器乳剤が効果ありとされている。例えば致死量のX線全身照射マウスに同種幼弱動物の脾臓^{2) 3) 23)}や骨髓^{3) 4) 22) 24)}のエムルゲオンを注射すると有効であり、異種骨髓でも良いと云う人^{5) 25)}もある。臓器療法として米国では新鮮な臓器のみを使用して居る様であり、放射線障害回復には生きた細胞が必要であると述べている報告もあるが、この効果を岩川教授は是等臓器細胞中の何等かの成分が造血臓器を刺激鼓舞させるのが主因で、必ずしも生きた細胞を必要としないと考えている^{6) 7)}。教室の日比谷氏^{9) 7)}は白血球凍結乾燥粉末の浮遊液又はその水浸液の注射に人間及動物の末梢血液中の白血球増加作用があることをみてこの浮遊液をX線照射マウスに筋注射して急性放射線障害に対する治療効果を報告している。矢追氏等⁸⁾はX線照射マウスに精製痘苗を連日皮下注射し、死亡率及組織学的に見て効果あることを発表しているが、この際ウイルスを殺した不活化精製痘苗でも少し注射量を増せば同様の効果を得ており、更にその有効成分を追求して所謂蛋白部分にその効果を認めず、核酸成分が重要な役割を演ずることを報じている。

私は急性放射線障害動物の骨髓酸素消費量の面より、日比谷氏⁹⁾の白血球粉末の効果をしらべ、更に白血球粉末が有効であるなら、骨髓凍結乾燥粉末、リンパ球乾

燥粉末も又何等かの治療効果ありと考えて、主として骨髓呼吸作用の面より検討し若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 実験動物：購入後7日間以上一定飼料で養育した体重550g前後のモルモットを使用した。赤血球数 500 ± 80 万、白血球数 7500 ± 1500 以内、リンパ腺腫張を認めないものを選んだ。

2. 検血：モルモットの検血は頸動脈を切り、即殺したときに採取し、通常血算に準じて行つた。

3. 骨髓懸濁液：頸動脈切断で即殺したモルモットの大腿骨を関節面で離断、メスで割り、滅菌ペニシリン注射針で骨髓組織を丁寧に剝離採取した。1匹の大腿骨よりは大概150~300mgの骨髓を採取出来たので、之を計量した後、4ccのKrebs-Ringer-Phosphate液(以下K.R.P液)に入れ、ガラス製ホモゲナイザーで粗にホモゲナイズして骨髓懸濁液とした。

K.R.P液の組成は

0.90% NaCl	100cc
1.15% KCl	4cc
1.22% CuCl ₂	3cc
2.11% KH ₂ PO ₄	1cc
3.82% MgSO ₄ ·7H ₂ O	1cc
0.1M 磷酸緩衝液	12cc

(但し、採取した骨髓を直接入れるものには予め2%の割に血沈用クエン酸ソーダを加え、検圧計側室にはM/10ブドウ糖添加液を用いた) K.R.P液を用いたのは骨髓に於て酸素消費の動揺が少い為である。骨髓懸濁液の水素イオン濃度はpH7.4に一定した。これはpH7.1~7.4の間では骨髓の呼吸解糖作用は信頼度99%以上と云う上原氏等^{10) 11)}の報告に準じたものである。

骨髓懸濁液の濃度は凡そ5%になつたが、強いて一定にせず後で骨髓の新鮮重量mg当りに換算した。しかし酸素消費量測定には同一の骨髓懸濁液を2組作り、更にK.R.P液で、1/2及び1/3稀釈度の骨髓液も作り、

* 順天堂大学医学部小児科学教室

1960年4月14日受付

同時に検圧器にかけて測定し、検算に供して誤差なきを期した、

4. X線照射：二次電圧 100KV、二次電流 3mA で、3mm アルミニウムの濾過板を通し、300r の X 線照射をモルモットに 1 回全身照射した。

5. 幼弱家兎骨髓凍結乾燥粉末の作成：幼弱家兎（生後 1 カ月）の大腿骨を割り骨髓をはがして出し、少量の生理的食塩水を加えて、簡単に遠心分離して上層部（脂肪分）を除き直ちに凍結乾燥した。乾燥器は骨髓組織を少量づつアンプルに入れて、一コづつ直接導管に接続する多岐管式（Manifold type）を用いた。之は無菌操作が容易で一次的に真空密封が出来るためである¹²⁾¹³⁾。骨髓材料はなるべく層を薄くし、表面積が大きくなるようにして凍結した。凍結乾燥した骨髓はそのまま封入し、冷暗低温に保存した。注射に際してはこの乾燥粉末を蒸留水でとき、懸濁液としてそのまま注射した。

6. 成熟豚骨髓の凍結乾燥粉末：家兎骨髓と同様の方法で凍結乾燥し、蒸留水で懸濁液として用いた。

7. 白血球粉末：乾燥血漿を作る工場で採血し 4°C に 24 時間乃至 48 時間静置した ACD 液加人血液は血漿部分、薄い白血球層及び赤血球層に分かれる。白血球層部を吸いとり、生理的食塩水に懸濁して遠心して出来るだけ血漿及び赤血球を除いてから、凍結乾燥して保存した。

8. リンパ球粉末：之は臓器組織より豚の淋巴節を剝離して割り、その内容採取した。この淋巴球液（リンパ節内容 4：生理的食塩水 1）には 20cc につきストマイ 0.1g を添加、以下骨髓と全く同様な方法で凍結乾燥した。

実験成績

I. 正常モルモット骨髓の酸素消費量

家兎骨髓のワールブルグ氏検圧法による酸素消費量の報告は多く、最近では上原、国延氏等¹⁰⁾が報告しているが、モルモットについて手許の文献に見あらず、且つ骨髓の酸素消費量は各種動物により区々の値を示すので、まず正常成熟モルモットの骨髓の酸素消費量を 14 匹について測定して見た。その値を図 1 の左端に示したが、酸素消費量は骨髓新鮮重量 100mg 当りに換算した μl である。60 分迄はほぼ直線的に増加する。60 分の値は 59~85 平均 75.5 $\mu\text{l}/100\text{mg}$ である。使用モルモットの末梢血の白血球数、赤血球数、血色素値は図 2、3 に示した。

図 1 モルモット骨髓の酸素消費量
(骨髓 100mg 当り 1 時間値)

図 2 モルモットの白血球総数

図3 モルモット赤血球数及び血色素値
(サ－リー値)

II. 家兎骨髓乾燥粉末注射モルモット

正常モルモットに幼弱家兎骨髓乾燥粉末の懸濁液(新鮮骨髓として 50mg 含有)を毎日皮下に注射して 30 日に及び、その骨髓の酸素消費量及血算を行ったが、図 1~3 に示す様に僅かの白血球増多や酸素消費量増加を認めたものがあつたが全体として著変はなかつた。

III. 急性 X 線障害モルモット

300r 全体一回照射したモルモットの变化と恢復過程を知る為に、第 6 病日、第 10 病日、第 20 病日、第 30 病日に夫々 14 匹づつについて血算や骨髓酸素消費量を測定した成績は図 1~3 に示す。何れの値も第 6 病日には著明に少く、その次第に回復し、白血球数及び血色素値は第 20 病日頃、赤血球数及び骨髓酸素消費量は第 30 病日頃に正常値にもどる例が多い。多くの報告で X 線障害の回復の目標とされている末梢血白血球総数がほぼ正常に回復した頃にも骨髓酸素消費量は尙低下しており、10 日位もおくれで正常値にもどることがわかつた。各病日のモルモットの骨髓酸素消費量値について個体差を考慮して最高値と最低値をとり、当該病日の酸素消費量の変動の範囲を推測してみると図 4 の如くなり、個体差を考慮しても各病日の酸素消費量の範囲が殆んど交錯することなく回復してゆくことがわかる。

図4 モルモット骨髓酸素消費量の各最高最低値及びその平均値
(骨髓 100mg 当り 1 時間値)

IV. X 線全身照射後に家兎骨髓乾燥粉末を注射したモルモット

同様に 300r 全身一回照射したモルモットに、幼弱家兎骨髓の凍結乾燥粉末 50mg づつの懸濁液を毎日皮下に注射して、対照群と同じく、第 6、第 10、第 20 及び第 30 病日に 14~8 匹づつ殺して血算及び骨髓酸素消費量を測定し、図 1~3 及び図 4 に示した。全ての測定値は第 6 病日には著明に低下しその後回復して行くが、赤血球数、血色素値及び白血球数は対照の非注射群と有意の差を示さなかつた。(第 6 病日の白血球数の平均は注射群に多いが、推計学的には有意の差ではなかつた)之に反し、骨髓酸素消費量では第 10 病日で注射群は非注射群より有意に高く、第 20 病日で既に 10 匹中 6 匹は正常値に回復していた。既に X 線全身照射後家兎骨髓乾燥粉末を注射した群では非注射群より、末梢血では大差ないが、骨髓酸素消費量で見ると有意に早く回復する。

V. 豚骨髓粉末注射モルモット

300r 全身 1 回照射したモルモットに成熟豚骨髓の凍結乾燥粉末 50mg の懸濁液を毎日皮下に注射した群より第 6、10、20 及び 30 病日に 5 匹づつ殺して、血算並に骨髓酸素消費量を測定すると図 4~5 の如く、第 6 病日

考 按

X線照射による血液細胞、骨髓の変化については Heineke (1905)¹⁴⁾ 以来多数の研究報告があり、大綱は明らかになっているが、詳細については成績の一致しない点も少なくない。実験動物によっても多少の差があり、マウス、家兎、犬についての実験は多いが、モルモットに関しては必ずしも多くない。私は骨髓の酸素消費量を測定する為にモルモットを使用したので、主としてモルモットに 300r 1回全身照射した実験成績を参照する。

モルモットに 300r 1回全身照射した場合の末梢血液の変化については、福島氏¹⁵⁾ は体重 260~600g のモルモット 6例に照射し、赤血球数、血色素量は動揺が大きく一定の傾向を確認出来なかつたが 7~20 日目には減少例多く、生存した例では再び増加し照射後 38 日目頃には正常になつたと云う。前田氏¹⁷⁾ は体重 400g 以上のモルモットにつき 5, 10, 50/day 照射群の実験結果より、24 時間の前田氏¹⁷⁾ は体重 400g 以上のモルモット連続 1回照射 (5r/min, 又は 1r/min) で、250r では 10~15 日目に赤血球数 250 万、290r は 20 日目に 170 万になり、25~30 日で正常値にもどっているの、斯様な照射法で赤血球を半減せしめるには 250r を要すると推定している。

Lorenz¹⁸⁾ がモルモットの X線障害死は貧血によるものであると云っている様に、モルモットが X線貧血を起しやすいことは人類によく似ており、一時照射によりモルモットの半数を死亡させる X線量 (LD₅₀) は約 310r と云われ、人類では約 400r と云われるのと大差なく、これ等の相似点より人体と比較することも意義があると思う¹⁷⁾。

私も LD₅₀ を目標に 300r 1回全身照射をしたのであるが、図 3 の如く、個体差は大きい赤血球数正常値 420~560 万平均 490 万が第 6 病日に 200~430 万平均 330 万と約 3/5 に減少し、第 20 病日で大部分正常値にもどっているのは上記諸氏の報告に大体合っている。この際血色素量はほぼ赤血球数に併行して変動している。

赤血球数及び血色素量よりみる場合には幼弱家兎骨髓粉末連続注射は正常及び X線照射モルモットの両者共に殆んど影響を与えていない。成熟豚骨髓粉末連続注射では図 1 の如く、X線照射で低下した赤血球数及び血色素量の回復を殆んど止めてしまう。

白血球数の変動で見ると、福島氏¹⁵⁾ の 300r 照射群では照射後 30~270 時間で何れも白血球数が著減し、特にその後半に最低値を示す例が多く、320~490 時間で

図 5 X線照射モルモット各血算平均値
(人白血球、成熟豚の骨髓、リンパ球各粉末注射)

に低下した各数値が 20 日たつても、30 日たつてもほとんど回復しない。モルモットはやせず来て各所リンパ腺が高度に腫脹して来た。

X線全身照射後に豚骨髓粉末の懸濁液を毎日皮下に注射すると、血算及び骨髓酸素消費の何れから見ても正常値への回復が甚だ遅い。

VI. 豚リンパ球粉末注射モルモット

前記と全く同様な X線照射モルモットに成熟豚リンパ球の凍結乾燥粉末 50mg の懸濁液を毎日皮下注射した群より、第 6, 10, 20 及び 30 病日に 5 匹づつ殺して測定した血算並びに骨髓酸素消費量は豚骨髓注射の場合と相似し、図 4~5 の如くなつた。

VII. 人白血球粉末注射モルモット

同様の X線照射モルモットに人白血球粉末 50mg の懸濁液を注射、第 6, 10, 20 病日に各 5 匹、第 30 病日に 3 匹を殺して、血算並びに骨髓酸素消費量を測定したが、図 4~5 の如く著変を認めず、同様の X線照射モルモットの非注射群 (図 1~3) と相似した数値を示した。対照群として X線照射を行わず注射をしたモルモットに於ては豚骨髓及び豚リンパ球の凍結粉末を注射した群ではやせ、血算、骨髓酸素消費量の低下をみたが、人白血球粉末注射の群では各病日とも正常と大差がない。

白血球数が増加に転じ30~40日で正常値に回復した。前田氏¹⁷⁾の実験で血球減少曲線は赤血球は Sigmoid, 白血球はexponentialの如き形を示し, 赤血球数が Sigmoid の平均値である50%を示す時期に白血球数も亦exponentialの平均値である37%に近い値を示すものが多いと云う。尙白血球の最低値は赤血球より早期に到来する。350r (24時間分散照射) では2~15日に2000~4000の最低値を示し25日~60日で回復し, 250r (24時間分散照射) では2~15日約3000になり40日位で回復している。5r/min 連続1回照射では250r 及び290r 各1例づつで5~12日に1500~2000の最低値を示し, 30日又はそれ以後に回復している。

私の例では図2の如く6病日で2000~3200平均2700と約36%に減少し, 20病日に大部分が正常値にもどった。幼弱家兎骨髓粉末注射では正常モルモットの白血球数を少し増加させた例があり, X線照射6病日の白血球数を増加させた例もあるが全体として, 両者の白血球数に余り影響を与えていない。豚骨髓粉末注射はX線照射で減少した白血球回復を著しく抑制する。

骨髓の変化も Heineke¹⁴⁾ 以来形態血液学的には多数の研究があり, 照射後数時間で血液細胞の個々に各種の変性反応が見られ, 48時間後頃より細胞数の著明な減少が起り, 顆粒細胞系ついで赤血球系が共にその幼若型がまず消失する。4~5病日に最高度になり, 骨髓は荒廃し, 主に網状組織細胞のみにより占められ血液細胞は殆んど見られない。この時期が過ぎると再生現象が始まり, 赤血球の再生の方が顆粒細胞より早くおこつてくるらしい。¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾

骨髓は放射能に敏感でX線照射で障害を受け易いことは良く知られており, 一方骨髓は呼吸作用の大なる組織であるから, その酸素消費作用はX線障害に際し, 強く低下し実質細胞の再生に伴い回復することが考えられる。骨髓細胞数や形態学的変化に先立つて機能的生化学的变化が現われるはずであるがこの方面の研究は未だ少く, 骨髓酸素消費量の面からX線障害やその回復程度を研究した報告はほとんど見あたらない。

私は成熟モルモットにLD₅₀に相当する3300r 1回全身照射をして, その骨髓酸素消費量の変化をしらべた。懸濁液にしてワールブルグ氏検圧計で37.5°C, 60分の振盪で酸素消費量は新鮮重量100mg 当りに換算すると, 正常値は69~85平均75.5 μ l であるが, 照射後3,4日には殆んど測定出来ない程低下し, 第6病日では12~23平均17.5 μ l と1/4以下に低下しており, 赤血球数及び血色素量が約3/5に白血球数が約3/8に低下して

いるのに比べ, 低下が著明であり, その後ほぼ直線的に回復し30日前後で正常値にもどっている。従つて放射線障害の程度及び回復状態をみる為に骨髓酸素消費量を測定することは甚だ有意義で, 赤血球数, 血色素量や白血球数より敏感である。この骨髓酸素消費量を目標にして, X線照射後に幼弱家兎骨髓粉末連続注射の効果を見ると図1の如く, 第10病日及び第20病日で注射群では有意に骨髓酸素消費量が多く, 障害よりの回復の早いことを示している。しかるに豚骨髓粉末の注射では第10~30病日の酸素消費量が殆んど上昇せず, X線障害よりの回復を阻害していることがうかがわれる。(図4)

結局X線大量1回照射後に幼弱家兎骨髓粉末を50mg づつ連日注射すると障害回復を或程度促進するが, 豚骨髓粉末を同量注射すると逆に回復を著明に阻害することがわかった。

一般にX線照射の生体に及ぼす作用は直接及び間接の2種が考えられ, 直接作用として少量では臓器組織に刺激作用を有し, 中等量或は大量では破壊作用を有すると考えられている。その直接作用によって被照射臓器組織成分が変性を来し, 血流中に游出して諸臓器組織に非特異的刺激作用を惹起せしめ, その刺激が適度の場合には恰も蛋白療法法の如く細胞賦活的に作用し, 過度の場合には中毒的変性破壊的に作用する。²²⁾²³⁾²⁴⁾³²⁾ 次いで或種の臓器組織(筋肉²⁵⁾, 胃²⁶⁾, 脾²⁷⁾, 眼球²⁸⁾, 肝²⁹⁾等)の変性組織成分に対しては自家抗体(即ち細胞毒素が産生されて, これら自家抗体は当該臓器組織に特異的に反応してその臓器機能を或程度障碍するとされている。²⁸⁾³⁰⁾

骨髓に関してはLutwak-mann³¹⁾等は家兎に1000r, ダイコクネズミに500rを照射した直後には骨髓の解糖呼吸作用には変化なく, 3~6日後になつて低下したと云つてX線照射の間接作用の重要性を暗示し, その他骨髓に対する間接作用についてはHsii Ma³³⁾は非照射部の骨髓に代償性の増殖を見たいといい, Barns³⁴⁾, 足立等³⁵⁾も類似の報告をし, 量的には岩本³⁶⁾は家兎で非照射部位では200rでは変化を見ず, 500rでは増加し, 1000~3000rでは3~14日目迄骨髓細胞増加し, 6000rでは減少すると云う。又塚原³⁷⁾は採取家兎骨髓に直接X線照射すると骨髓は変性し, 之を家兎に注入すると注入された家兎の骨髓も障害されることをみている。

一方金生³⁸⁾は家兎骨髓X線照射で, 被照射骨髓よりの成分が血液像その他に影響を与えるが, それに対

する自家抗体は証明出来ないと云う。

X 線照射により生体内に刺激及び至中毒物質が產生されることを証明した報告は多数あるが、その物質について Helber 等³⁹⁾、Deptovic⁴⁰⁾、渡辺⁴¹⁾、脇本⁴²⁾等は白血球の破壊産物を証明しているが、その他の由来を報告している人も多い。照射動物の血液中より結晶性ポリペプチド⁴³⁾⁴⁴⁾その他作用物質をとり出した報告もある。

X 線照射障害に細胞成分のエムルジョンを注射して効果を認めた報告には Lorenz 等⁴⁾¹⁸⁾ Trentin⁴⁵⁾等次第に多くなった。

Trentin はマウスに LD₁₀₀ 以上の 770r 全身照射後同種骨髓と異種マウス骨髓を混じたものを静注すると、生存率及び体重減少は対照に比べ著明な効果があつたという。

我国でも 2,3 の追記があり、佐々木⁴⁶⁾等も 600r 全身照射ラッテに健常ラッテの骨髓成分を注入した例は照射のみの対照例に比し、骨髓の細胞密度、末梢血の白血球総数及び網状赤血球の百分比に著しい増加を、脾、胸腺ならびに胸腺、リンパ組織における有核細胞総数の増加を見ている。

一方骨髓細胞成分を直接健康動物に注射してその変化をしらべたのには、宮川教授門下の大野⁴⁷⁾が同種骨髓乳剤を動物に 1 回注射する時はその少量では骨髓に刺激的に作用し、大量では赤血球の減少を来すことを認め、宮川教授のアウトホルモン説に於ける所謂直接作用によるものとし、大島⁴⁸⁾も家兎自家骨髓成分溶液の連続注射の血液所見により、之に同意している。しかし、棚橋⁴⁹⁾は家鶏骨髓成分融解液の大量を家鶏に連続注射して血液像をみると、初期に著明の変化を来さず、各種細胞は増加の傾向さえ示したが、その後約 1 週間後には漸次貧血を来したので、注射直後の変化は宮川教授の所謂直接作用によるものならんも、その後の変化は自己体内で作られた抗自家骨髓血清が作用したものならんと云っていたが、金生³³⁾は被 X 線照射家兎骨髓細胞浮遊液又はエキスを抗原として種々の方法で健康家兎を免疫しても被 X 線照射骨髓に対する自家抗体産生を血清学的に証明できなかった。

私の実験では X 線の大量全身照射したモルモットに幼弱家兎骨髓の凍結乾燥粉末を注射すると骨髓酸素消費量の回復を促進することがわかつた。この場合前記文献の照射動物に骨髓細胞を注入した時と同様の作用があつたと推定出来る。即ち骨髓細胞エムルジョン或は骨髓凍結乾燥を作る操作により軽い変性を受けた細胞成分が

照射動物の骨髓を軽く刺激し、宮川教授の所謂直接作用により骨髓の機能を促進せしめたものと思われる。

この場合にも注入した骨髓粉末に対する抗体が出現して作用することも考え得るが、前記金生³³⁾の実験にある様に骨髓は比較的抗体を作りにくいので抗体の作用は少ないものと想像される。一方 X 線大量照射により生体は抗体産生能が甚だ低下し、そこに新鮮異種骨髓注射をしても抗体産生が微弱であることが知られているので、乾燥骨髓粉末では一層抗体産生が少なくなつたと思われる。Lorenz 等 (1954)¹⁸⁾⁵⁰⁾は新鮮骨髓を用いても異種動物の骨髓移植に成功したと云う。

教室の日比谷⁷⁾はマウスの急性 X 線障害に人白血球乾燥粉末を反復注射すると、死亡率を著明に低下させ、末梢血液像の回復を促すことをみており、松村³¹⁾は此際に骨髓像をしらべ、骨髓細胞の減少も軽く、回復も早いことをみている。しかし私が、X 線照射モルモットに人白血球粉末を注射した場合には回復に効果がみられなかつた。

一方同量の豚骨髓凍結乾燥粉末を注射した場合に逆に回復を強く抑制したのは、注射量が多過ぎた為か、動物の差が、或は使用動物が幼弱と成熟であつた為か、何れにしても刺激が強過ぎて、骨髓障害的に作用した為と考えられるが更に研究を要する点である。

結 論

成熟モルモットに 300r 1 回全身照射を行つて急性 X 線障害を起し、それに幼弱家兎骨髓凍結乾燥粉末、成熟豚骨髓凍結乾燥粉末、成熟豚リンパ凍結乾燥粉末及び人白血球凍結乾燥粉末の連日注射を行い、主に骨髓酸素消費量を測定して次の結果を得た。

1. X 線全身照射によりモルモットの骨髓酸素消費量は著明に低下し、末梢血赤血球数、血色素量及び白血球数より低下度が強く、ほぼ直線的に回復するので、X 線障害の程度、回復の状態をしらべるのに骨髓酸素消費量測定は意義が大である。

2. 急性 X 線障害モルモットに幼弱家兎骨髓凍結乾燥粉末を連日注射すると、血色素量、赤血球数及び白血球数では著変がないが、骨髓酸素消費量の回復を有意に促進する。

3. 急性 X 線障害モルモットに成熟豚骨髓凍結乾燥粉末を連日注射すること、末梢血、赤血球数、血色素量、白血球数及び骨髓酸素消費量の何れの面より見ても障害回復を著しく阻害する。

4. 急性 X 線障害モルモットに成熟豚リンパ凍結

乾燥粉末を連日注射した場合も成熟豚骨髄凍結乾燥粉末を注射した場合と略々同じ成績である。

5. 急性線X障害モルモットに人白血球凍結乾燥粉末を連日注射を行つた場合には、赤血球数、血色素量、白血球数及び骨髓酸素消費量に於て障害の回復も阻害も認められなかつた。

擱筆に当り、御指導、御校閲を賜つた岩川克信教授に感謝の意を表し、御援助を戴いた関根隆光教授並に教室員各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) D.E. Lea 著, 西脇安訳: 放射線生物物理学, p. 54 岩波書店, 東京, (1957).
- 2) L.J. Cole, M.C. Fischler, M.E. Ellis and V.P. Bond: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., **80**, 112, (1952).
- 3) L.O. Jacobson, E.L. Simmons, E.K. Mark and J.H. Eldredge: Science, **118**, 510, (1951).
- 4) E. Lorenz, & Uphoff, J.R. Reid and E. Schlott: J. Nat. Cancer Inst., **12**, 197, (1951).
- 5) Louitit, 畔柳武雄: 日本医事新報 No. **1798**, (昭和33年10月) より
- 6) 岩川克信: 医学 **14**, (3)151, (1953).
- 7) 岩川克信: 日本医事新報: No. **1588**, **4086** (昭和29年10月2日)
- 8) 矢追秀武, 木村康夫: 日本医事新報, No. **1568** (昭和29年5月15日) その他矢追秀武他: 日本細菌学会誌: **13**, 660, (1958).
- 9) 日比谷寿夫 (1~5編): 日本小児科学会誌 **59**, (6), 502 及び 509, (1955), **60**, (1), 39 及 45, (1956).
- 10) 上原偉男, 国延益弘: 内科の領域 **3**, 133, (1955).
- 11) 上原偉男: 日本医事新誌 **72**, (9), 11.
- 12) E.W. Flosdorf: Freeze-drying (Drying by sublimation), Reinhold Publ. Corp. N.Y. (1949).
- 13) 根井外喜男: 低温科学, **7**, 149, 1951.
- 14) H. Heinecke: Deutsch, Zeitschr. f. Chir, **78**, 196, (1905).
- 15) 福島孝吉: 日本放射線学会誌 **10**(2), 7, (1950).
- 16) 福島孝吉: 日本放射線学会誌 **10**(5,6), 1, (1950).
- 17) 前田盛正: 日本放射線学会誌 **13**(3), 152, (1953).
- 81) E. Lorenz: Amer. J. Roent, Ra. Th. **63**, 176, (1950), E. Lorenz et al. Am. J. physiol. **176**, 297, (1954).
- 19) R. Bauer: Strahlentherapie **67**, (1940).
- 20) M. Bloom and W. Bloom: J. Lab. and Clin. Med. **323**, 654, (1947).
- 21) 加藤周一: 日本放射線学会誌, **10**(1), 24, (1950).
- 22) 原 邦郎: 日本医事新報 No. **849**, (昭和13年)
- 23) 阿部知成: 日本医放会誌, **18**(7), 989, (1958).
- 24) K. Fuchenn: Strahlenther, **93**, 307, (1954).
- 25) 平田光夫: 日本医放医誌, **14**, 57, (1954).
- 26) 真山周栄: 日本医放会誌, **13**, 212, (1953).
- 27) 城戸正光: 日本医放会誌, **15**, 1046, (1956).
- 28) 林 富栄: 日本医放会誌, **17**, 157, (1957).
- 29) 山田要助: 日本医放会誌, **18**(10), 1389, (1958).
- 30) 松村哲哉: 日本血液学会誌, **19**(5), 564, (1956).
- 31) C. Lutwak-Mann & F.W. Gunz: Biochem. J. **44**, 111, (1949).
- 32) G.J. Pfalz: Med. Klin., **16**, 637, (1929).
- 33) Hsui Ma: Am. J. Cancer. **39**, 319, (1940).
- 34) W. Barns: Am. J. Roentgen, **49**: 663, (1943).
- 35) 足立 忠, 飯塚 祐: 日本医放会誌, **14**, 309, (1954).
- 36) 岩本 映: 日本医放会誌, **14**, 308 及び 1914, (1937).
- 37) 塚原国雄: 実験医誌, **21**, 1378 及び 1687, (1937).
- 38) 金生富雄: 日本医放会誌, **18**, 1351, (1959).
- 39) Helber und Linser: Münch. Med. Woch., **689**, (1905).
- 40) Deptovic: Povts chr. Geb. Röntgenstr., **36**, (1927).
- 41) 渡辺太郎: 日本レントゲン学会誌, **5**(4), (1927).
- 42) 西下創一: 日本医放会誌, **18**, 1193, (1958) より
- 43) 亀田魁輔, 真野豊雄: 日本医放会誌, **18**, 1750, (1959).
- 44) 藤野守一: 日本医会放会誌, **1**, 1, (1933).
- 45) T.T. Trrentin: Proc. Soc. Exp. Biol. & Med., **96**, 139, (1957).
- 46) 佐々通裕, 尾曾越文亮: 日血会誌, **22**, 267, (1959).
- 47) 大野敏夫: 実験医誌, **11**, 1201, (1928).
- 48) 大島啓志: 日血会誌, **15**, 268, (1952), **16**, 203, (1953), **17**, 244, (1954).
- 49) 棚橋文雄: 日血会誌, **23**, 107, (1938).
- 50) P.C. Nowell et al: Cancer Res. **16**, 258, (1956).

Summary

The measurement of the oxidation rate of bone marrow is important in order to know the grade of radiation injury and the course of recovery, because the oxidation rate of the bone marrow in the guinea pig shows remarkable decrease by a single whole body X-ray irradiation and its recovery is gradual.

The subcutaneous injection of powdered young rabbits bone marrow every other day to the guinea pig which had been irradiated by X ray in doses of 300r at a time, significantly promote the recovery of oxidation in the bone marrow.

On the other hand, the injection of powdered human leucocytes shows no good effects, and the daily injection of powdered pig's bone marrow or powdered pig lymphocytes shows inhibitory action in the recovery from the acute radiation injury in the guinea pig.

Department of Pediatrics, Juntendo University, School of Medicine