

原 著

淋 巴 系 統 に 及 ぼ す レ 線 の 影 響

第 2 報 淋 巴 管 起 始 部 照 射 に よ る 淋 巴 管 の 異 物 吸 収 に
及 ぼ す 影 響 に つ い て

昭和 32 年 6 月 16 日 受 付

信州大学医学部放射線医学教室 (主任: 金田 弘教授)

渡 辺 研

I. 緒 言

私は第 1 報に於いて、淋巴管起始部照射の所属淋巴節に及ぼす間接的影響について記載したが、ここでは淋巴管起始部照射時に於ける異物の淋巴管内移行についての研究結果を報告し第 2 報とする。

淋巴系統特に脈管外に於ける体液の通路 (脈管外通路 extravasculäre Saftbahnen: 木原^{①②③④⑤⑥}) の解剖学的研究に関しては、木原及びその門下により歴大にして詳細なる業績が発表されている。

木原は脈管外通路を淋巴毛細管前通路 prälymphovasculäre Saftbahnen, 旁淋巴管通路 paralympovasculäre Saftbahnen, 旁細静脈通路 paravenuläre Saftbahnen に分けている。

淋巴毛細管前通路は、淋巴管起始部までの通路即ち淋巴管の吸収路である。この部は嗜銀線維網からなり体液のみならず有形粒子もこの部を通り、内皮細胞により囲まれて盲管を形成している淋巴管内へ移行する。

旁淋巴管通路は、淋巴液或は有形粒子を淋巴管から排出する放出路であり、嗜銀線維網が見出される。

旁細静脈通路は、前二者が淋巴管に続いた通路であるに反し、これは静脈に続いた通路である。腹腔内に墨汁を注入して 2, 3 時間すると、墨汁粒子は大網の乳斑を経て、その部に分布する多数の細静脈内に集る。又細静脈には淋巴管と同様、内皮下淋巴浸潤や内皮下淋巴小節が存在するが、細静脈内の墨汁粒子はこの部から管外へ流出してくる。即ち旁細静脈通路は吸収路であるものと、放出路であるものがあるが、何れも前二者と同様嗜銀線維網が存在する。

腹腔内に異物を注入した場合、毛細淋巴管前通路を経て横隔膜淋巴管内皮細胞接合質を通り横隔膜淋巴管へ入り、内胸淋巴管から胸骨淋巴節へと移行する。この場合の毛細淋巴管前通路は、横隔膜腹膜内皮細胞接合質及び嗜銀線維網により形成される篩状斑^{⑦⑧⑨⑩⑪⑫}から成立っている。

私は淋巴管起始部のレ線照射が、淋巴の移行に如何

なる影響を及ぼすかを知らんとし、家兎の横隔膜の 1 側をレ線照射し、墨汁、鶏血及び蝦蟇血を腹腔内に注入し、淋巴管内移行状態を観察したので、茲に第 2 報として報告する。

II. 実 験 (その一)

墨汁注入による実験

腹腔内に注入した異物は、主として横隔膜腹膜の小形内皮細胞間の接合質 (第 1, 2 図) の部を通り、その直下の結合組織よりなる網目状の篩状斑 (第 3, 4 図) を経て、起始部淋巴管の内皮細胞接合質 (第 5 図) から、左右横隔膜淋巴管、内胸淋巴管、胸骨淋巴節へと移行する。

左右の横隔膜淋巴管乃至内胸淋巴管への異物吸収機能に関しては、Higgins^⑬等及び壺内^⑭の実験がある。Higgins 等は、1 側の横隔膜神経を切断して、その側の横隔膜を麻痺させれば、腹腔内に注入した異物の麻痺側淋巴管への移行は減少すると云う。これに反し壺内は、麻痺側及び健側に差を見ないと云っている。

以上は生体に於ける現象であるが、死後に於いても、或はフォルマリン固定後に於いても、腹腔内に注入した異物は、同様な経過をたどり淋巴管へ移行すると云われる。^④

A 実 験 方 法

- 1) 実験動物 健全な成熟家兎
- 2) 照射条件

家兎を腹臥位に固定し、1 側の横隔膜及び胸部を厚さ 2mm の鉛板にて覆い、他側横隔膜を次の如き条件で照射した。

レ線発生装置: 島津製博愛号, 二次電圧: 160kv, 二次電流: 2.5mA, 濾過板: 0.5mmCu + 1.0mmAl, 皮膚焦点間距離: 17cm, 照射野: 6×6cm, 毎分レ線量: 45r, 照射線量: 1980r 1 時照射。

- 3) 墨汁注入方法及び観察方法

墨汁は鳩居堂製「宝浮園」を使用し、清浄なる石硯に 5% の葡萄糖溶液を用いて作成したものを濾紙で濾

過して使用した。濃度を可及的に均しくするため、その0.5c.c.を濾紙上に落とし、比色し補正した。

生存時に腹腔内に墨汁を注入し、墨汁の淋巴管への移行を見るためには、先づ家兎を背位に固定し、エーテルにて麻酔した後、腹壁中央から腹腔内に墨汁を注入する方法をとつた。注入后数分にして、横隔膜淋巴管、内胸淋巴管、胸骨淋巴節に墨汁の移行が認められる。従つて観察に便ならしめるため、内胸淋巴管及び胸骨淋巴節を含めて、前胸壁を胸廓から切離し、墨汁の淋巴管内移行状況を時間を追つて観察した。

致死后注入したものは、クロロフォルムによる深麻酔死后、生存時注入例と同様にして実験を行つた。

固定后注入したものは、クロロフォルムによる深麻酔死后、10%フォルマリンを腹腔内に注入し、40乃至72時間固定して后、穿刺によりフォルマリンを除去し、墨汁を注入した。観察方法は生存時に於けると同様である。

実験は家兎を4群に分ち、照射后墨汁注入迄の時間が30分乃至24時間のものを第1群、7日のものを第2群、10日のものを第3群とし、夫々生存時注入するものを3例、致死后注入するものを5例とした。又第4群では、照射后3時間で致死后固定したものを5例につき実験を行つた。

致死后及び固定后の家兎に於いても実験を行つたのは、異物の淋巴管内移行にレ線が何らかの影響を及ぼ

した場合、それは淋巴系統の機能的変化によるものか、或は器質的变化によるものであるかを判別するためである。即ち致死后或は固定後に於いても、生存時と同様な変化が得られたならば、それは機能的変化によるものではなく、器質的变化によると理解すべきであろう。

B 予備実験

家兎各3例につき、生存時、致死后及び固定后に、墨汁の量を夫々異にして腹腔内に注入し、淋巴管内への移行速度を観察した結果は、第1表に示す如くである。

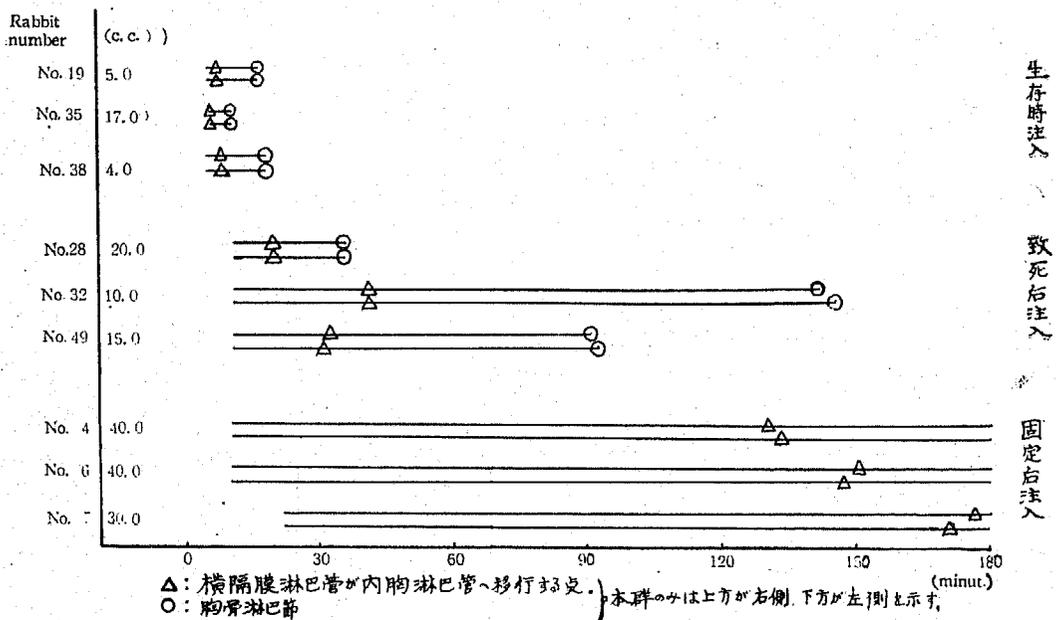
表に示すごとく、生存時注入したものでは、①中等量(17c.c.)注入すれば、10分前後で胸骨淋巴節に達する。②少量(数c.c.)では、十数分で胸骨淋巴節に達する。唯し、墨汁注入から開胸迄の時間が遅ければ、胸骨淋巴節に達する時間は遅延する。

致死后注入したものでは、①大量(20c.c.)注入しても、胸骨淋巴節に達するに30分乃至2.5時間を要する。③中等量(十数c.c.)では、1.5時間乃至2.5時間を要する。

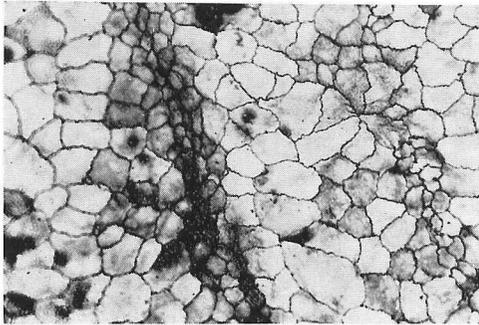
固定后注入したものでは、大量(30乃至40c.c.)注入しても2時間乃至3時間にして、漸く内胸淋巴管の起始部に達するのみで、胸骨淋巴節には移行しない。

即ち腹腔内に注入した墨汁の横隔膜を透して、横隔膜淋巴管、内胸淋巴管乃至胸骨淋巴節への移行は、生

第1表 予備実験



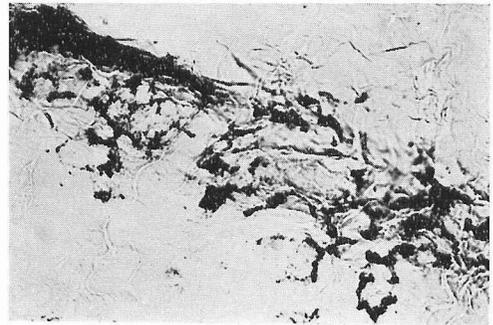
第 1 図



横隔膜腹膜内皮細胞 銀染色

小型の細胞と大型の細胞があり、小型の細胞間接合質より異物が吸収され、この下に篩状斑がある

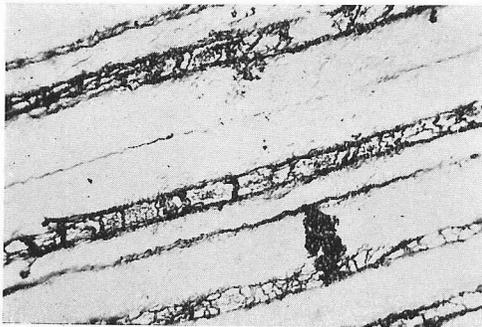
第 2 図



横 隔 膜 伸 展 標 本 墨 汁 注 入 后 3 時 間

墨汁粒子は小型の細胞の部のみから吸収される

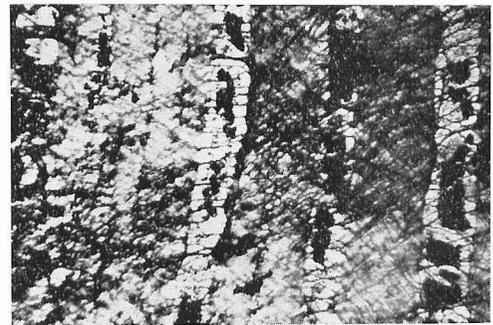
第 3 図



篩 状 斑 Bielschowsky 銀染色

嗜銀線維及び膠原線維よりなり、この間隙から異物が吸収される

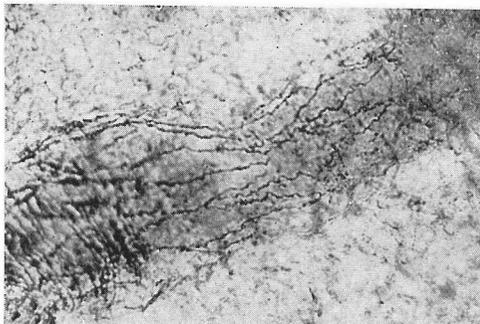
第 4 図



篩 状 斑 Bielschowsky 銀染色

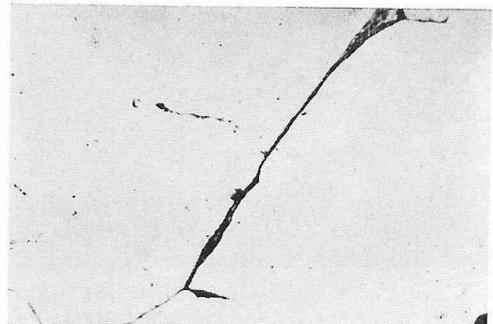
墨汁注入后3時間
墨汁粒子が篩状斑を通過するところ

第 5 図



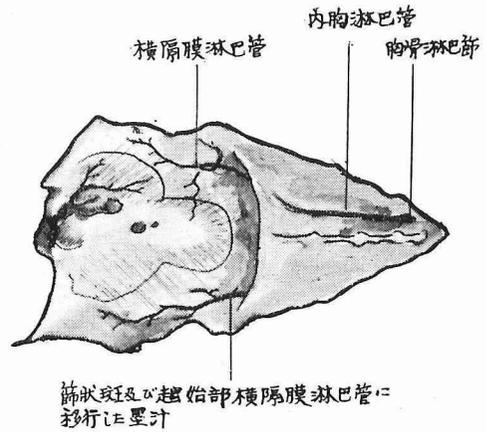
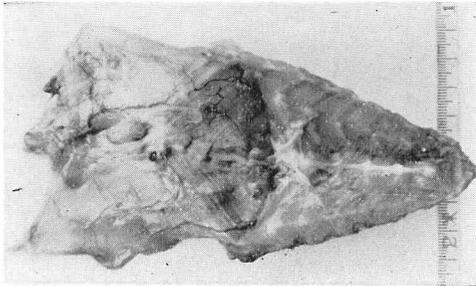
起始部淋巴管

第 6 図



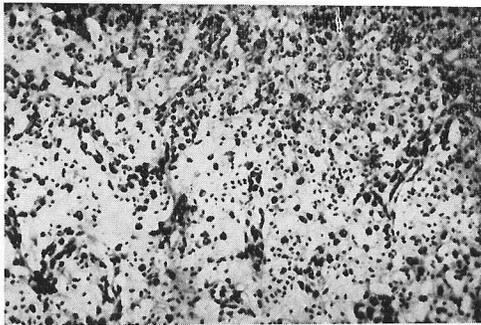
墨汁を吸収した淋巴管

第7図



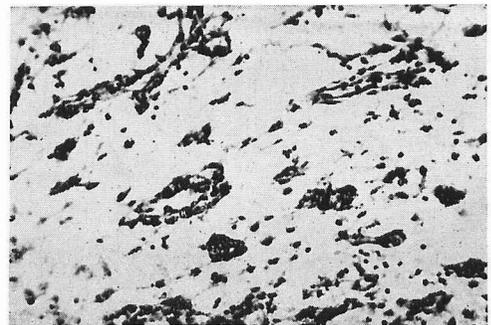
No.18 右側横隔膜を1960r照射后3時間にして墨汁を5c.c.腹腔内に注入4分后致死, 墨汁は左側(非照射側)では胸骨淋巴節に達しているが, 右側(照射側)では横隔膜淋巴管と内胸淋巴管の移行部迄に達しているのみである

第8図



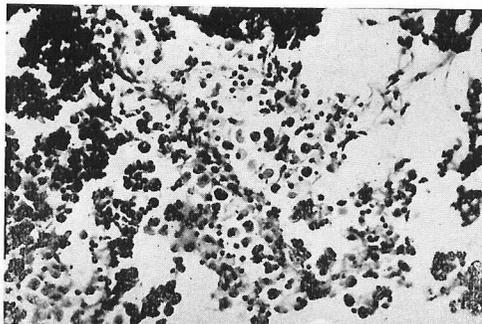
No.53 左側横隔膜1960r照射后6時間にして鶏血2c.c.を腹腔内に注入, 12分後に切採した右側(非照射側)の胸骨淋巴節。鶏赤血球が多数見られる

第9図



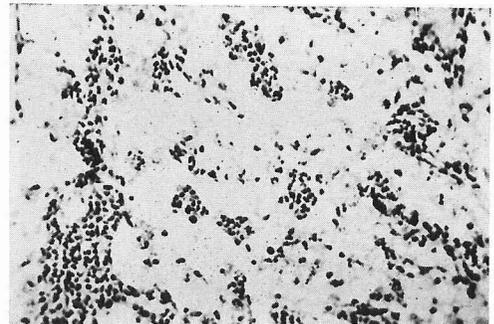
同家兎の左側(照射側)の胸骨淋巴節鶏赤血球は見られない

第10図



No.78 左側横隔膜1960r照射后6時間にして蝦蟇血2c.c.を腹腔内に注入, 60分後に切採した右側(非照射側)の胸骨淋巴節。蝦蟇赤血球が多数見られる

第11図



同家兎の左側(照射側)の胸骨淋巴節。蝦蟇赤血球は見られない

体に於いて最も速く、墨汁の量が多ければそれだけ移行速度は速い。又固定したものは、大量を注入しても胸骨淋巴節には達しない。尚以上の予備実験の成績に見る如く、両側の淋巴管への墨汁の移行には著明な差がないことが注目される。

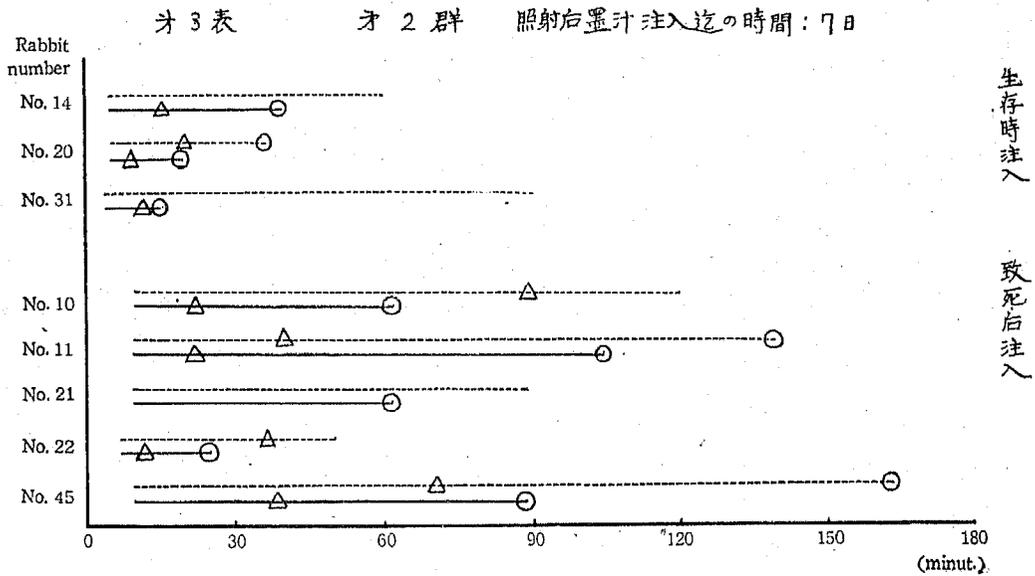
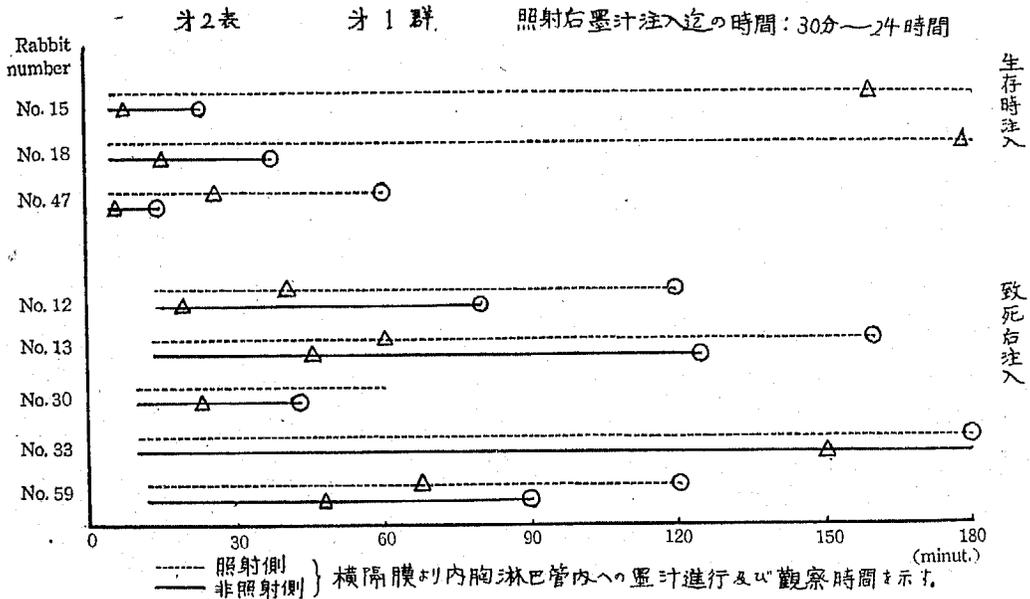
C 実験結果

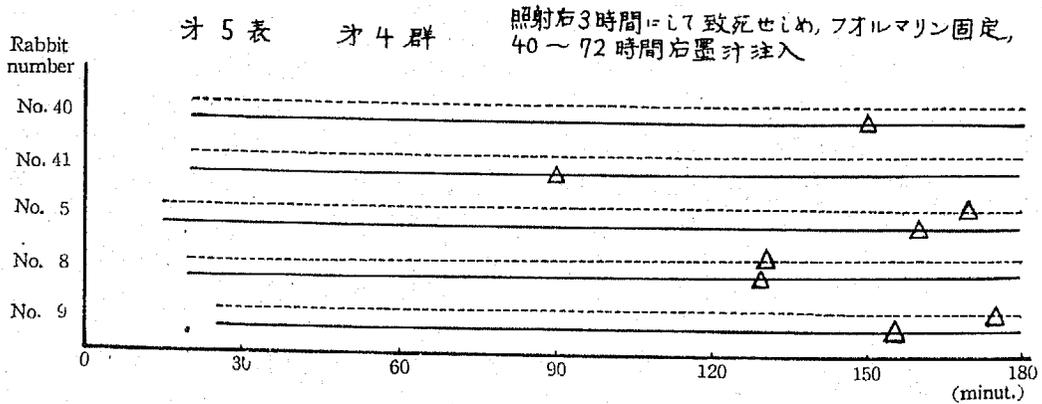
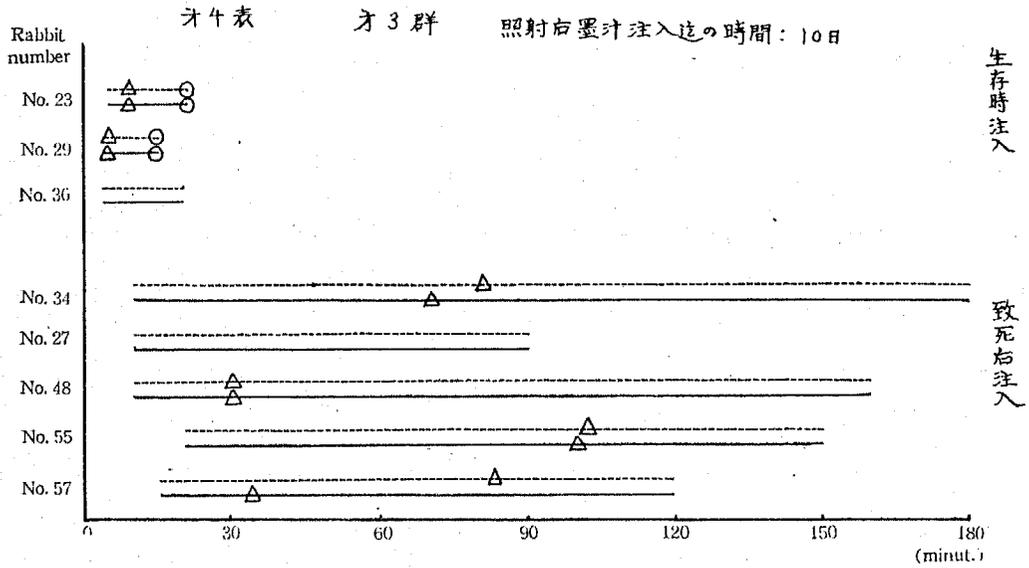
予備実験に於いて、注入する墨汁の量は、生存時では 5c.c., 致死後では 15c.c., 固定後では 40c.c. が略々適当量と思われることを知つたので、本実験では墨

汁の量を凡てその適当量にして実験した。

1) 第1群 (照射后墨汁注入迄の時間: 30分~24時間)

成績は第2表に示す如く、生存時注入例及び致死後注入例を問わず、全例に於いて照射側に墨汁の淋巴管内移行の遅延が見られる。即ちレ線は、照射后30分乃至24時間に於いて、腹腔内に注入した墨汁の淋巴管内移行を抑制し、且つその抑制効果は致死後に於いても尚認められることが判る。





また生存時に注入したものにありては、内胸淋巴管への移行速度の差が致死後に注入したものに比し極めて著しい。

2) 第2群 (照射右墨汁注入迄の時間：7日)

成績は第3表に示す如く、第1群と同様、生存時及び致死後を問わず全例に於いて、照射側に墨汁の淋巴管内移行の遅延が見られる。即ちレ線照射による墨汁の淋巴管内移行の抑制は、照射後7日に於いても尙認められ、且つ致死後にも存続することが判る。

3) 第3群 (照射右墨汁注入迄の時間：10日)

第4表に示す如く、生存時に注入した3例の内2例は、照射側と非照射側との間に、墨汁の淋巴管内移行速度に差を見ない。残り1例は照射側、非照射側とも、墨汁が内胸淋巴管に達していない。致死後に注入

した5例の内1例に、これと同様墨汁が内胸淋巴管に移行せず、1例は照射側と非照射側との間に差を見ない。残りの3例に於いては、照射側に墨汁移行の遅延を認める。即ち実験を行つた8例中、内胸淋巴管に墨汁が移行しなかつた2例を実験成績から除外し、残り6例中3例に於いて、照射側に墨汁の淋巴管内移行が遅延し、3例には照射例と非照射例との間に差を見ない。以上の如き結果より、照射後10日に墨汁を注入した場合には、全例に前群の如き著明なるレ線照射による影響が認められない。この結果より私の行つたレ線照射条件による約2,000rの一時照射は、照射された横隔膜の淋巴管起始部に約1週間にわたり影響を及ぼすが、照射後10日にはレ線による障害が既に回復しつつあるものと考えられる。尙照射3后週にして墨汁を注

入した場合には、全例に於て影響が認められない。

4) 第4群(照射後3時間にして致死せしめ、
フォルマリン固定、40-72時間後墨汁注入)

第5表に示す如く、墨汁のリン管内移行速度は遅く、内胸リン管への移行は150分前後にして漸く認められるに至る。照射側に於いて、墨汁のリン管内移行が非照射側より僅かに遅延するものが、5例中4例に認められる。残り1例に於ては、照射側と非照射側との間に著差を認めない。即ちレ線照射による墨汁のリン管内への移行の抑制は、照射後早期にありては、フォルマリン固定後に於ても、尙軽度に存在することを示している。

D 小 括

墨汁を生存時、致死後及び10%フォルマリン固定後の家兎の腹腔内に注入すると、墨汁は横隔膜リン管を経て内胸リン管に移行する。またその移行速度は注入する墨汁の量に依つても異なるが、生存時に注入したものは極めて早く、20分以内に内胸リン管に達するが、致死後注入したものは30分以上を要し、固定後のものは150分にして漸く内胸リン管に達するが、180分後に於いても内胸リン管には到達しない。この場合、何れに於いても墨汁の移行速度は、左右の横隔膜リン管内胸リン管の間に著差を認めない。

1側の横隔膜を照射(1980r)すれば、墨汁のリン管内移行は、非照射側に比較して遅延する。生存時に墨汁を注入すれば、照射後早期に注入する程、墨汁移行の差は著しく、7日後に注入したものにありても、対照側との間に差が認められるが、10日後に注入したものに於いては対照との間に特に著しき差はない。また致死後、固定後に於ても、生存時と同様に、照射後7日以内に墨汁を注入したものにありては、内胸リン管への移行の差が認められる。即ちリン管起始部のレ線照射は、墨汁のリン管内移行に抑制的に作用し、この現象はリン管起始部の器質的変化によるものと推測される。

III. 実 験 (その二)

鶏血及び蝦蟇血注入による実験

前実験により、レ線のリン管起始部照射は、墨汁のリン管内移行に抑制的に作用することを知つたが、私が行つた照射条件では、墨汁移行の完全な抑制は見られなかつた。

本実験に於ては、墨汁粒子より更に大型な異物である鶏及び蝦蟇の赤血球(12.0 μ 及び22.8 μ)を使用し、リン管内移行に及ぼすレ線照射の影響について観察した。

A 実験方法

- 1) 実験動物 前実験と同様
- 2) 照射条件 前実験と同様
- 3) 鶏血及び蝦蟇血注入方法及び観察方法

鶏及び蝦蟇の血液を4、拘椽酸ソーダを1の割合に混じた液2c.c.を、家兎の腹腔内に注入し、注入后直ちに自然位に放置して、一定時間後に空気栓塞を行つて死にさせ、胸部を切開して両側の胸骨リン節を前胸壁に附着させたまま、前胸壁とも切離し、内胸リン節を切採する。10%フォルマリンによる固定后、パラフィン包埋を行い、標本は5 μ の厚さとして、これを数十枚ごとに1枚宛選び、十数枚を観察に供した。染色はヘマトキシリン・エオジン染色を行つた。この場合赤血球と同時に注入された白血球は考慮に入れず、専ら赤血球についてのみ、量的に左右を比較、検索した。尙1側に2ヶ以上の胸骨リン節がある場合は、凡ての例に於て最も大きいリン節1ヶを選んで、標本を作製した。

B 予備実験

健常な家兎の腹腔内に注入した鶏及び蝦蟇の赤血球が、両側胸骨リン節に移行する時間及びリン節に移行した赤血球に量的の差異があるか否かを知るため、各々4例について鶏及び蝦蟇の血液を、腹腔内に注入して予備実験を行つた。第6表に示す如く、鶏の赤血球は注入后10分にして胸骨リン節に現われ、蝦蟇の赤血球は25分后から現われる。量的には左右の胸骨リン節には著明な差は見られない。

第6表 鶏及び蝦蟇血注入の予備実験成績

注入血液の種類	鶏		蝦 蟇	
	右	左	右	左
注 入 量 (c.c.)	2.0		2.0	
赤血球の直径 (μ) (Carl Klienebager ²⁰) による	12.0		22.8	
数字は 血液注入から 胸骨リン節切 除迄の時間。	左 右	右 左	右 左	左 右
+ 卅 卅は 胸骨リン節へ 移行した赤血 球量を示す。	5 10 12 15 25 35 60	- + 卅 卅 + 卅 卅	- + 卅 卅 + 卅 卅	- + 卅 卅 + 卅 卅

C 実験成績

予備実験に於いて、腹腔内に注入した赤血球の胸骨

淋巴節に達する時間は、鶏に於ては10分、蝦蟇に於ては25分であることを知つた。従つて本実験に於ては、血液注入后胸骨淋巴節切採迄の時間を、鶏血注入例では、注入后12分乃至16分、蝦蟇血注入例では30分乃至60分とした。尙照射后血液注入迄の時間は、6時間とし、実験家兎は各々7例宛である。

第7表 鶏及び蝦蟇血注入実験成績

家兎番号	注入血液の種類	照射より血液注入迄の時間(時)	血液注入より胸骨淋巴節切採迄の時間(分)	胸骨淋巴節内の赤血球量	
				照射側	非照射側
No.50	鶏	6	13	-	卅
No.51	"	6	12	-	+
No.53	"	6	12	-	卅
No.66	"	6	16	卅	卅
No.68	"	6	15	卅	卅
No.80	"	6	13	-	卅
No.81	"	6	13	-	卅
No.75	蝦蟇	6	30	-	+
No.76	"	6	30	+	卅
No.77	"	6	30	+	卅
No.82	"	6	30	-	卅
No.83	"	6	30	+	卅
No.78	"	6	60	-	卅
No.79	"	6	60	卅	卅

1) 鶏血注入群

胸骨淋巴節に達した赤血球は、主として周辺洞に見られるが、淋巴実質内或は中間洞、髓洞にも少数見られるものがある。周辺洞は稍々拡張しているが、これは移行した赤血球の多いものに著明である。

成績は第7表に示す如く、実験家兎7例中、非照射側に比較して照射側胸骨淋巴節に鶏赤血球量の少ないものが6例存在する。残り1例に於ては左右に差を認めなかつた。(第8, 9図参照)

2) 蝦蟇赤血球

胸骨淋巴節の所見は、鶏血注入群と略々同様で、胸骨淋巴節に達した蝦蟇赤血球は、主として周辺洞に認められる。唯し中間洞、髓洞、淋巴実質内に認められるものもある。又その或ものは変性し、喰食細胞に喰食されている。

成績は第7表に示す如く、全例に於いて、照射側は非照射側より蝦蟇赤血球量は少ない。

(第10, 11図参照)

D 小括

鶏及び蝦蟇の血液に、拘椽酸ソーダを4対1の割合

に混じて凝固を防ぎ、これを健常家兎の腹腔内に注入すると、鶏及び蝦蟇の赤血球は胸骨淋巴節に移行する。このとき両側の胸骨淋巴節に達した赤血球量は、左右の間に著しい差異を見ない。尙胸骨淋巴節に達するに、直径の大なる蝦蟇赤血球の方が、鶏赤血球より時間的に稍々遅延する。

1側の横隔膜を照射(1980r)すれば、腹腔内に注入した鶏及び蝦蟇赤血球の胸骨淋巴節に達する量は、非照射側に比較して少い。以上の結果より墨汁粒よりほかに大型の異物である鶏及び蝦蟇の赤血球にありても、淋巴管起始部のレ線照射は、それらの淋巴管内移行を、完全に抑制することは出来ない。

IV. 結語

家兎の1側の横隔膜にレ線(1980r)を照射し、墨汁、鶏血及び蝦蟇血を腹腔内に注入し、内胸淋巴管胸骨淋巴節への、これ等異物の移行状態を追求めて次の結果を得た。

1. 淋巴管起始部のレ線照射は墨汁、鶏及び蝦蟇赤血球の淋巴管内移行に抑制的に作用する。
2. このレ線の作用効果は、照射后7日に於いても尙著明に認められるが、10日後に於いては有意の差はない。これ等のレ線の作用効果は、生存時に著明である。
3. 致死後及び固定後に於いても、墨汁の淋巴管内移行は照射側に於いて遅延する。
4. またこれ等の移行は、腹腔内に注入した異物の大きさが大きくなる程遅延する。
5. 従つてレ線照射による淋巴管の異物吸収の抑制は、淋巴管起始部或は前淋巴管通路の器質的变化によるものと考えられる。

参考文献

①木原：解剖学雑誌，26；2，7，昭. 26. ②木原：日本循環器病学，4；315，昭. 13. ③木原：解剖学雑誌，14；2，9，昭. 14. ④木原：大阪女子医大雑誌，2；7，昭. 20. ⑤木原：血液討議会報告3輯，昭. 25. ⑥木原：最新医学，11；昭. 31. ⑦壺内：解剖学雑誌，25；6，昭. 25. ⑧西村：解剖学雑誌，26；4，13，昭. 26. ⑨西村：解剖学雑誌，28；52(總會号)，昭. 28. ⑩西村：解剖学雑誌，27；91(總會号)昭. 27. ⑪西村：解剖学雑誌，26；2，19，昭. 26. ⑫橋林：解剖学雑誌，26；4，14，昭. 26. ⑬Higgins, Beaver and Lemon: Am. J. Anat. 45; 137, 1930. ⑭壺内：横膈腹膜の異物吸収と呼吸運動との関係について。

The Influences of X-Ray on the Lymphatic System

- 2) The influence upon the moving of foreign bodies following irradiation of the origin of prelymphocapillary fluid path

Migaku Watanabe

Department of Radiology, Faculty of Medicine,
Shinshu University

(Director; Prof. Dr. Hiromu Kaneda)

After one side of a rabbit's diaphragm was irradiated with a single dose of 1980 r, ink, chicken blood and toad blood were injected as foreign bodies in the abdominal cavity and through the examination of their moving to the parasternal lymphatic canal and sternal lymph-nodes the following

results were obtained.

1) The moving of the foreign bodies was repressed in contrast with the non-irradiated side, when the diaphragm, the origin of prelymphocapillary fluid path was irradiated.

2) The repressive effect was remarkably recognized 7 days after the irradiation, while after 10 days it was of no significance. Such an effect was noticed even after death of the animal.

3) The greater the size of a foreign body was, the slower was its moving to the parasternal lymphatic canal.

4) From these results, it is assumed that these repressive effects must have been caused from the organic change of the lymphatic fluid path.

淋巴系統に及ぼすレ線の影響

第3報 レ線照射を行つた前淋巴通液路の組織学的研究

昭和32年6月16日受付

信州大学医学部放射線医学教室 (主任: 金田 弘教授)

渡 辺 研

I. 緒 言

第2報^①に於いて記載した如く、淋巴管起始部のレ線照射が家兎腹腔内に注入した異物の淋巴管内への移行に、如何なる影響を及ぼすかを研究した結果、異物の淋巴管内移行に対して抑制的に作用し、且つこの影響は生存時に於いてのみならず、致死後或は10%フォルマリンによる固定後に於いても認められることを知つた。即ちレ線照射は起始部淋巴管乃至は毛細淋巴管前通液路に何らかの器質的变化を生ぜしめ、異物の淋巴管内移行に対して抑制的に作用するものであらうと推測した。

本篇に於いては、レ線照射により前淋巴通液路に如何なる器質的变化が生じたかを組織学的に検討した結果を報告する。

II. 実験方法

- 1) 実験動物 健康な成熟家兎
- 2) 照射条件

家兎を腹臥位に固定し、1側の横隔膜及び胸部を厚さ2mmの鉛板にて覆い、他側横隔膜を次の如き条件で照射した。

レ線発生装置: 島津製信愛号, 二次電圧: 160kv, 二次電流: 10mA, 濾過板: 1.0mmAl, 皮膚焦点間距離: 25cm, 照射野: 6×6cm, 毎分レ線量: 223r, 照射線量: 2007r 1時照射。

3) 標本作製法

- A 横隔膜腹膜内皮細胞
 - a 銀染色標本

新鮮な横隔膜を蒸溜水にて軽く水洗し、附着した血液を除去し、暗箱内にて0.5%硝酸銀水に30分間浸し、再び水洗した後10%中性フォルマリンで数時間固定する。然る後内皮細胞層を内皮下結合組織の層とともに横隔膜から剝離し、標本作製する。

b 電子顕微鏡標本

底に小孔を穿つたシャーレに20°Cに温めた蒸溜水を入れ、その底にオブジェクトグラスを洗める。Dichlorethyleneで溶解した0.5%フォルンパール液を2, 3滴々下して液面にフォルンパールの薄膜を張る。蒸溜水を底の小孔から除去して、オブジェクトグラスの表面にフォルンパール膜を載せ、室温乾燥させると、フォルンパール膜はオブジェクトグラスに固着する。附