



Title	篩照射に関する基礎的研究第2報 血管の變化に就いて
Author(s)	近藤, 廉治
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1957, 16(11), p. 1069-1079
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14896
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

篩照射に関する基礎的研究

第2報 血管の變化に就いて

信州大學醫學部放射線醫學教室(主任 金田弘教授)

近 藤 廉 治

(昭和31年9月21日受付)

1. 緒 論

金田外6名¹⁾は、先に「篩照射による皮膚の變化」と題して、篩照射を行つた人體皮膚切片の組織學的検査の結果、皮膚小血管に異常を認め得ないと云う興味ある所見を記載している。この所見は篩照射による皮膚耐線量の上昇を説明し得る、一つの足場を得たものと言えよう。何となれば、レ線による皮膚障害は、皮膚血管の障害に歸し得る部分が、甚だ多いからである。血管に及ぼすレ線の影響に関する報告は、過去に於いて決して少くはない。然し、血管に及ぼす照射野因子の影響に関しては、未だ報告を見ない。著者は、篩照射法に関する基礎的研究の一つとして、種々なる大きさ、並びに間隙を有する照射野及び、直径を異にする種々の篩板を用いて、血管に及ぼすレ線の影響を組織學的に追求したので、この結果を第2報として報告する。

2. 實驗方法

イ) 試獸として成熟白色家兎の耳翼を用いた。

ロ) 照射條件は次の如くである。

管電壓 160KV, 管電流 15mA, 濾過板 1.0Al, 皮膚焦點間距離 25cm, 毎分線量 230r. 一時照射では 7,000r, 分割照射では一回 700r を 20回照射してレ線總量は 14,000r である。

ハ) 實驗に使用した照射野は、次の様な種々のものを用いた。

A : 廣照射野として, 9 × 9 cm

B : 1列間隙照射野 幅 3 ~ 0.5 cm, 長さ 10cm

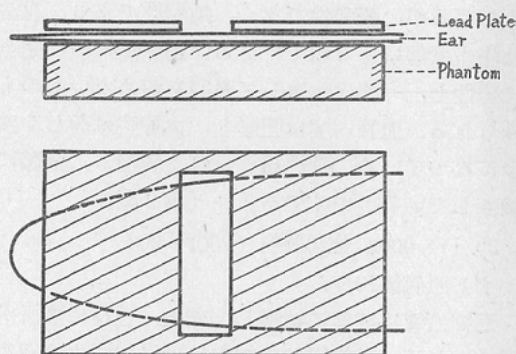
C : 圓形單一照射野, 直径 3 ~ 0.5 cm

D : 3列間隙照射野, 幅 2 ~ 0.5 cm, 間隔 0.4

cm, 長さ 10cm.

E : 篩照射野, 直径 2 ~ 0.5cm, 面積比 40 : 60. 上記各照射野の使用法は第1圖に示した如くであつて、家兎耳翼が薄いので、散亂附加を考慮して耳翼下部に大鋸屑と、パラフィンを混合した厚さ 5 cm のファントムを密着せしめた。家兎の固定に際しては、家兎の動揺を避けるため、全身麻酔を行つた。方法は前報と同じである。

第 1 圖



ニ) 標本作製, 照射後10日, 30日, 70日, 120日のもの采取了。ホルマリン固定後, パラフィン包埋し, haematoxylin-eosin, Weigert 染色を施した。

3. 實驗結果

A : 廣照射照射, 9 × 9 cm

1) 7,000r 一時照射

イ) 照射後10日。

毛細血管には擴張が認められ、動脈壁は軽度に肥厚し、壁細胞の輪廓は不鮮明である。内皮細胞は所により線維素様膨化がみられるが、彈性線維

には變化を認めない。

ロ) 照射後30日。

毛細血管には、照射後10日目の所見に比し、更に擴張、充血が著しい。静脈にありても擴張は強く、鬱血状態にあることが看取される。血管壁は硝子様變性に陥り、全般に肥厚している如く見える。

ハ) 照射後70日。

毛細血管の擴張、充血は依然として認められるが、一部には寧ろ萎縮状態にあるものも認める。動脈壁は肥厚し、内皮細胞は著しく腫脹している。弾性線維は所により消失している。静脈では擴張、鬱血があり、血管壁の硝子様變性が認められる。

ニ) 照射後120日。

毛細血管には、一部擴張も認められるが、大部分は萎縮性となり、所によつては圓形細胞の浸潤と、内皮細胞の點綴によつて、僅にその痕跡をうかがえる程度のものである。静脈には強い擴張がみられるが、緊張性でなく、弛緩性であり、血流は静止状態にある如くである。動脈壁は既に完全に變性し、一部は破壊して原型を留めないものもみられる。血管内膜は肥厚し、血管腔は著しく狭少になつている。弾性線維は細く断裂し、全體に減少しているが如くである。(第2圖)

2) 14,000r 分割照射 (700r×20)

イ) 照射後10日。

毛細血管は軽度に擴張し、充血、並びに鬱血が認められる。動脈壁の細胞には未だ變化は認められず、内皮細胞の膨化もみられない。弾性線維は正常である。

ロ) 照射後30日。

毛細血管には、擴張と、充血が認められる。動脈壁の細胞は、ピクノーゼに陥り、壁組織には粗鬆化の傾向がみられる。弾性線維は、減少乃至は消失している。内皮細胞には變化が見られない。

本例では、何れにも照射後50日位で照射部に壊死があり、末端耳翼の脱落をみた爲、以後の觀察は不能であつた。

小括

廣照射野照射による、血管障害に關しては、既に多數の報告があるが、著者は81cm²の照射野にて、照射終了後10日、30日、70日、及び120日と経過を追つて組織學的に觀察した。その結果を小括すると、次の如くである。

① 7,000r 一時照射により、毛細血管は既に10日より擴張がみられ、30日には擴張と充血が著しくなる。70日では一部に萎縮がみられ、120日には所により擴張もみられるが、大部分は萎縮し、或は破壊消失している。

動脈並びに静脈は、10日に軽度の肥厚が認められ、内皮細胞の膨化があるが、30日には血管壁の硝子様變性と共に、擴張、鬱血がみられる。120日には動脈は變性し、一部は破壊し、内膜の肥厚著しく、閉塞が見られる様になる。

② 分割照射 14,000r には、7,000r 一時照射に比し、障害の程度ははるかに著しく、50日にて既に血管の閉塞を來たし、末端耳翼の脱落を來たす。

B: 1列間隙照射野 幅3~0.5cm

1) 7,000r 一時照射

イ) 照射後10日

幅3cm: 毛細血管の擴張と充血が見られる。血管壁の細胞は輪廓不鮮明となり、幾分無構造化してみえる。内皮細胞には腫脹が認められる。

幅2cm: 小血管は擴張し、内皮細胞の軽度の増殖を見る以外、著變は現れていない。

幅1.5cm: 血管内腔は平滑を欠き、僅かに肥厚している。壁は粗鬆化の傾向をとつているが、弾性線維には異常を認めない。毛細血管の擴張、充血は中等度にみられる。

幅1cm: 毛細血管の擴張以外には、著變はない。

幅0.5cm: 血管には殆んど異常がみられない。

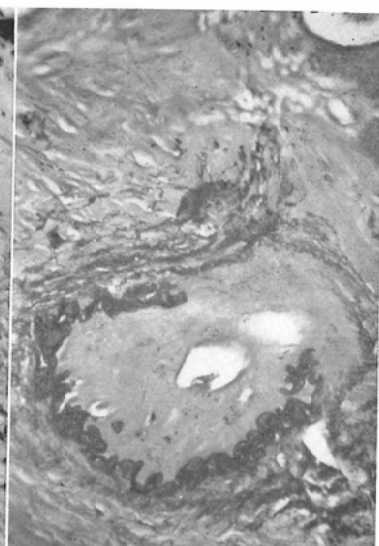
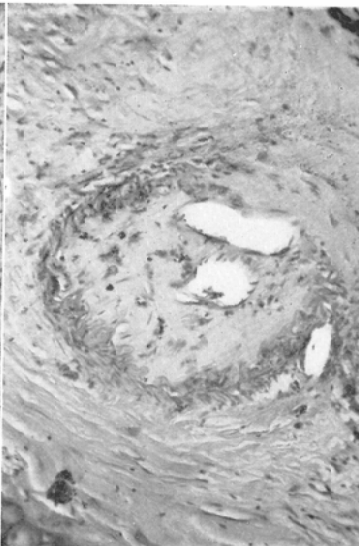
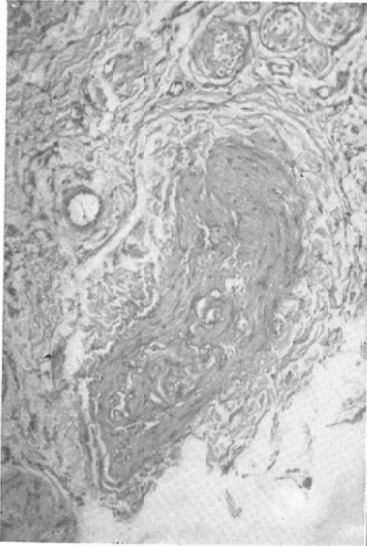
ロ) 照射後30日。

幅3cm: 毛細血管の擴張、充血は10日に比し強くなつている。小動脈の弾性線維は一部消失しており、壁の構造は明瞭を欠き、硝子様變性を示している。静脈には擴張、鬱血がみられ、内皮細胞は軽度に腫脹している。

第 2 圖

第 3 圖

第 4 圖



照射野，9 × 9 cm 7,000r 照射後 120 日動脈は完全に閉塞して原形を止どめない。×10 (H.E 染色)

照射野，1 列間隙 (2 cm) 7,000r 照射後 120 日内膜肥厚により動脈は閉塞している。×20(H.E 染色)

照射野，1 列間隙 (2 cm) 7,000r 照射後 120 日，動脈は閉塞し，彈性線維は一部減少している。×20 (Weigert 染色)

幅 2 cm : 血管は一般に高度の擴張と、鬱血を示し、内皮細胞には腫脹が認められる。血管壁には特に変化のみられない例もあるが、硝子様變性に陥っている例もある。硝子様變性を来しているものでは、結合織の粗鬆化がみられ、内腔は極めて不規則である。また 2 例に於いて、血管内腔への筋性隆起が認められた。

幅 1.5 cm : 毛細血管は中等度に擴張し、小血管にありては、内皮細胞の腫脹がみられる。動脈は擴張し、且つ内腔は平滑を欠き、断裂している部分がある。壁の肥厚はあまり見られないが、細胞輪廓は不鮮明である。この 1 例に前例の如き筋性隆起を認めた。

幅 1 cm : 毛細血管の中等度の擴張と、動静脈の軽度の擴張以外には、著變がない。

幅 0.5 cm : 殆んど異常所見を認めない。

ハ) 照射後 70 日。

幅 3 cm : 動脈は擴張、肥厚し、幾分無構造になっている。静脈は弛緩した状態を呈し、血行は緩慢となり、膠着状態にあることを示す。時には壁の破壊と出血を認める。

幅 2 cm : 動静脈壁の細胞には、空胞形成が認められ、且つ軽度の肥厚を認める。何れも擴張しており、静脈には鬱血がみられる。毛細血管は萎縮しているので、全般に少くなつた如き印象を與へる。

幅 1.5 cm : 毛細血管は強く擴張し、静脈には組織の粗鬱化がみられる。内皮細胞の腫脹は特にみられない。

1 cm : 静脈壁は幾分平滑を欠いている。壁細胞の變性を思わせるが如き像を呈している例もあるが、全體として特に異常はない。

幅 0.5 cm : 血管には異常を認めない。

ニ) 照射後 120 日。

幅 3 cm : 毛細血管、静脈は、廣照射野の場合と同様な變化を示しており、膠着状態に近い鬱血を示している。動脈に於ては、壁の彈性線維の消失があり、壁肥厚により血管腔を閉塞している所見が注目される。

幅 2 cm : 毛細血管は殆んど見當らない。静脈は擴張し、同時に鬱血がみられるが、動脈は完全に閉塞している。彈性線維はその走行が亂れ、一部

は消失してある(第3, 4圖)

幅1.5 cm: 毛細血管, 静脈は軽度に擴張しているが, 動脈を含めて血管壁は正常に近い。然し内皮細胞には, 軽度の腫脹が辛じて見られる場合もある。弾性線維は正常である。(第5圖)

幅1 cm: 血管の異常を認めない。

幅0.5 cm: 血管の異常を認めない。

2) 14,000r 分割照射(700r×20)

イ) 照射後10日

幅3 cm: 毛細血管の擴張を認める以外に変化はない様である。

幅2 cm: 血管は擴張, 充血している。1例に動脈内膜の肥厚と, 壁細胞の空胞化が認められるが, 其他の變化は示していない。

幅1.5 cm: 血管に異常を認めないが, 總體的に幾分弾性線維が増加している様に思われる。

幅1 cm: 血管に異常はない。

幅0.5 cm: 血管に異常はない。

ロ) 照射後30日。

幅3 cm: 毛細血管は擴張し, 充, 鬱血がみられるが, 一般にその数は少い。動脈の壁細胞は輪廓不鮮明となり, 一部にピクノーゼを認める。部分的に弾性線維は消失している。

幅2 cm: 毛細血管は減少している。圓形細胞の浸潤や, 内皮細胞の點綴によつてその痕跡を知り得るが, 結合織によつて既に置換されたのかは明らかではない。静脈は擴張し, 内腔は平滑を欠いている。動静脈の弾性線維は一部消失している。

幅1.5 cm: 動静脈壁には軽度の肥厚, 粗鬆化を認める。また, 静脈には擴張, 鬱血が強い。筋性隆起を認めるものもあつた。

幅1 cm: 血管壁に異常はないが, 静脈の擴張, 鬱血がみられる。

幅0.5 cm: 血管に異常を認めない。

ハ) 照射後70日。

幅3 cm: 照射後50日位にて末端は壊死のため脱落し組織學的追求は不可能であつた。

幅2 cm: 血管は壁肥厚と, 細胞變性の爲, 幾分無構造化の傾向がみられる。組織内に於いては,

血管の数が少くなつて思われる。

幅1.5 cm: 静脈に異常を認めないが, 動脈には, 壁の肥厚や, 細胞の膨化等, 軽度の變化がみられる。弾性線維は減少している。

幅1 cm: 毛細血管と静脈の, 擴張, 鬱血はあるが, それ以外の變化はみられない。

幅0.5 cm: 血管に變化がない。

ニ) 照射後120日

幅2 cm: 毛細血管は大部分萎縮しており, 所々圓形細胞の浸潤によつて痕跡をうかがえる。動脈は一部閉塞された例もあり, 一般に血管壁と, 周圍組織との境界は不鮮明になつている。弾性線維の減少がみられる。

幅1.5 cm: 毛細血管の擴張は軽度で, 充血も少い。静脈の内腔は平滑でなく, 擴張している。軽度に鬱血も認められるが, 部分的に弾性線維の増加がある。

幅1 cm: 血管擴張もなく, 異常を認めない。

幅0.5 cm: 血管に異常を認めない。

小括

一列間隙照射に於ける實驗により, 次の事項が考えられる。

① 間隙の幅が3 cmの場合には, 7,000r 一時照射により, 廣照射野と同様に破壊, 閉塞の如き高度の變化が血管に認められる。又, 2 cmの幅でも, 血管に閉塞が見られ, 障害は避けられない。幅1.5 cmでは擴張, 鬱血はあるが, 變性像は軽度である。

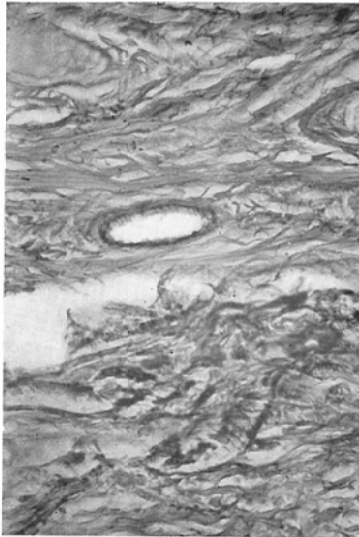
② 間隙が1 cm以下になると, 血管の變化が, 120日の経過を追つても, 殆んど認められない。

③ 血管閉塞は照射終了後120日にみられるが, これは間隙2 cm以上の場合であつて, 1.5 cm以下の間隙ではみられない。

④ 毛細血管の變化は, 間隙1.5 cm以上のものに認められ, 1 cm以下にては軽度の擴張をみる以外, 特に變化がない。

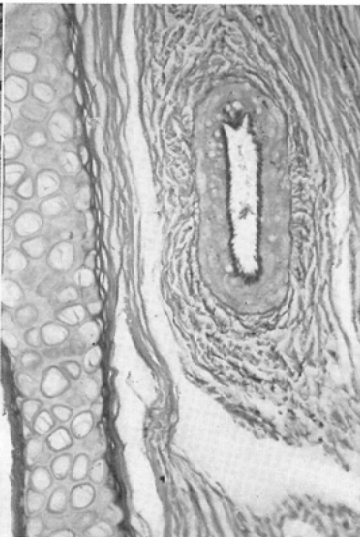
⑤ 700rを20回連続照射して計14,000r照射した場合にありても, 前實驗と同様である。1.5 cm迄は血管に障害が認められるが, 1 cm以下になると最早, 血管に著しい變化はない。照射後30~

第 5 圖



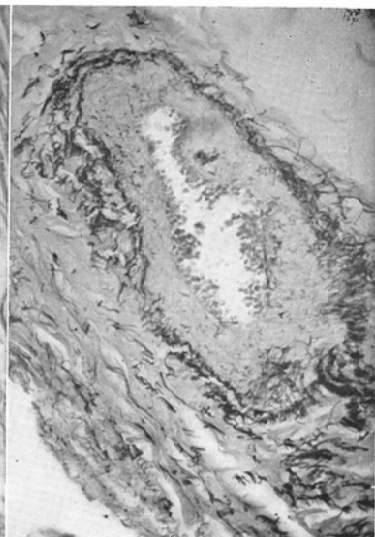
照射野，1列間隙(1.5cm)7,000r
照射後120日，動脈には破壊，閉塞
の傾向は全く認められず，弾性線
維も正常である。×10 (Weigert
染色)

第 6 圖



照射野，3列間隙(1cm)7,000r
照射後70日，動脈の弾性線維には
走行の亂れや減少もなく，病的變
化を認めない。×10 (Weigert
染色)

第 7 圖



照射野，3列間隙(2cm)14,000r
照射後70日，血管壁の肥厚による
閉塞と弾性線維の減少を認める。
×20 (Weigert 染色)

70日に於いて，静脈に擴張，鬱血があるが，120日目の所見にては，正常の所見がみられる。

⑥ 間隙0.5 cmにては，120日目に渉る全経過にて，何らの病的所見も認められない。

C：圓形單一照射野，直徑3～0.5cm
個々の所見は略して，小括して記載するに止める。

① 一般に圓形單一照射野では，前項の1列間隙照射野に於ける實驗結果に比較して，血管に及ぼす障害は軽度である。

② 7,000r一時照射により，3cm直徑の照射野では，120日の経過にて毛細血管の破壊が認められるが，動静脈に變性像が見られるに止どまり，閉塞，破壊の如き高度の障害は現はれていない。尚前項の1列間隙照射野にては，3cm幅にて照射後120日で閉塞が認められている。

然し分割照射14,000rでは，7,000r一時照射に比し，血管の障害は高度で，3cm直徑では照射終了後70日にて壊死による耳翼末端の脱落が起る。

③ 2cm直徑の場合には，7,000r一時照射に

より，血管の擴張はあるが變性像はない。然し14,000r分割照射にては120日に血管の閉塞，破壊が現われる。

④ 1.5cm直徑では7,000r一時照射にて，血管擴張が見られるが，變性像はない。この場合，14,000r分割照射では障害の程度が稍高度であるに止どまる。

⑤ 1cm直徑にては，障害は殆んど認められず，0.5cm直徑では，7,000r一時照射にても，血管に變化は全く認められない。

⑥ 即ち照射野が小さくなるに従つて，血管に及ぼす障害の程度は軽度になり，0.5cm直徑では組織學的に病的所見が認められなくなる。

D：3列間隙照射野，幅2～0.5cm，間隙0.4cm

この實驗は開放部相互間の影響をみるために行つたものであつて，種々なる幅の1列間隙について行つたB項の實驗結果と併せ考察する。照射野の幅は2cm，1.5cm，1cm及び0.5cmであるが，その間隔(被覆部)は何れも0.4cmになつている。

この實驗結果により、間隔を0.4cmを取つた場合に、開放部の幅を何れ位にすれば、皮膚の血管に及ぼす影響を最小に止め得るかを知ることができ、この結果を小括すれば、次の如くである。

① 開放部の幅2cmでは、開放部並びに被覆部に同様變化を來たし、兩者の間に差がみられない。7,000r 一時照射にて、70日に血管に破壊の如き高度の障害がみられる。14,000r 分割照射では更に障害の程度が高く、10日に變性像が見られ、70日に破壊、閉塞を來たし、耳翼末端の脱落を伴つた。この結果とB項の1列間隙2cmの所見と比較すると、障害の程度は高度である。即ち幅2cmの間隙に對して、0.4cmの間隔は、相互の影響を軽減せしめることが出来ず、却つて開放部相互の影響が加重されると言う結果になつた。(第7圖)

② 幅1.5cmでは開放部と被覆部の間に、血管に及ぼす障害の程度に若干の差が認められる。

7,000r 一時照射にても、14,000r 分割照射にても、開放部には、破壊の如き高度の變化は避け

られない。然し被覆部には、時に變性像を呈するものもあるが、多くは擴張或は鬱血の程度に止どまる。

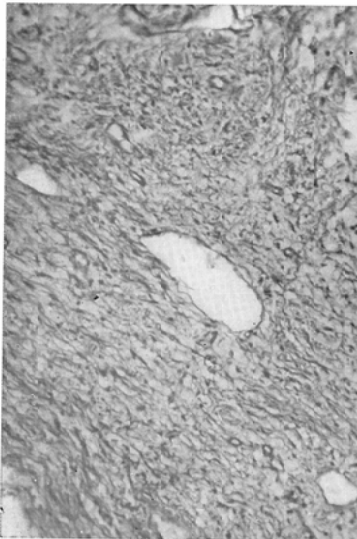
然しB項の1列間隙1.5cmと比較すると、その血管障害は高度であつて、幅1.5cmの間隙に0.4cmの間隔を置いても、相互の影響が強いことを示している。然しこの場合には、幅2cmの場合と異なり、被覆部の所見は開放部に比し、遙かに軽度である。(第8圖)

③ 開放部の幅1cmでは、1.5cmのそれに比べて、開放部の血管に及ぼす障害の程度は更に軽度であつて、多くは擴張、鬱血に止どまり、變性像を認めたものは、14,000r 分割照射の70日の所見に過ぎない。

然しB項1列間隙、幅1cmの結果と比較すれば、開放部相互の影響は無視できない。(第6, 9, 10, 11圖)

④ 幅0.5cmでは開放部に擴張が認められるに過ぎず、被覆部には全く病的所見がない。然しこの例でもB項の1列間隙0.5cmの結果と併せ考え

第 8 圖



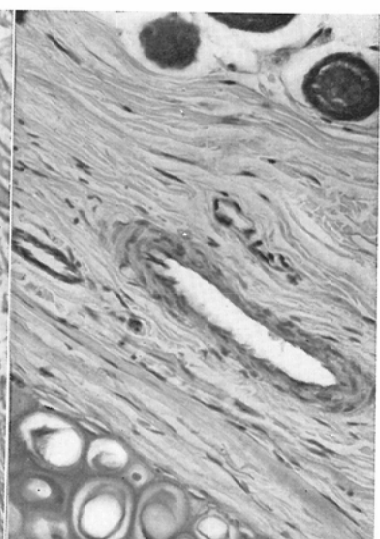
照射野、3列間隙(1.5cm)14,000r 照射後120日、靜脈は擴張し、彈性線維は減少又は消失している。×10 (Weigert 染色)

第 9 圖



照射野、3列間隙(1cm)14,000r 照射後120日、動脈壁には何等の變性もなく彈性線維も又異常を認めない。×20 (Weigert 染色)

第 10 圖



照射野、3列間隙(1cm)14,000r 照射後120日、動脈の壁細胞にはビクノーゼや、空胞化の様な變性もなく肥厚の傾向もみられない。×20 (H.E. 染色)

ると、開放部相互の影響は必ずしも無視できないものの如くである。

E：篩照射野，開放部の直径2～0.5cm

(配列は柵目，面積比は何れも40：60)

篩照射に際して，一般に最も広く用いられている篩板を使用して，同様の実験を行つた．この様な配列並びに面積比の篩板では，開放部の直径の大きさが小さくなるに従つて，相隣れる開放部間の最短間隔は狭くなる．即ち直径2cm，1.5cm，1cm及び0.5cmになると，最短間隔はそれぞれ0.8cm，0.6cm，0.4cm及び0.2cmとなる．実験結果を小括すれば，次の如くである．

① 直径2cmでは最短間隔が0.8cmとなるが，7,000r一時照射にては，開放部，被覆部何れに於いても，毛細血管には破壊と，結合織による置換があり，動静脈には閉塞が認められるものもあり，壁細胞はピクノーゼに陥り，無構造化している．然し，14,000r分割照射では開放部の所見は7,000r一時照射と變らないが，被覆部の所見は僅かに軽度であつて，變性は認められるが，破

壊並びに閉塞の如き高度の所見はみられない．

② 直径1.5cmでは最短間隔は0.6cmとなる．7,000r一時照射にて開放部に變性像を認めるが，直径2cmにみられた様な閉塞並びに破壊像はない．被覆部は擴張，充血に止どまり變性はみられない．14,000r分割照射の場合も，以上の所見と殆んど同様である．(第12圖)

③ 直径1cmとなれば血管に及ぼす障害の程度は更に軽度となり，最早變性の如き所見はなく，擴張，充血がみられるに過ぎない．又被覆部に殆んど組織學的な變化が認められない．(第14圖)

④ 直径0.5cm，最短間隔0.2cmでは，開放部の血管に及ぼす障害の程度は，更に軽度であつて擴張を認めるに過ぎない．又被覆部には全く病的所見がない．この場合に於ても，7,000r一時照射により，14,000r分割照射の方が障害の程度は軽い．(第13，15圖)

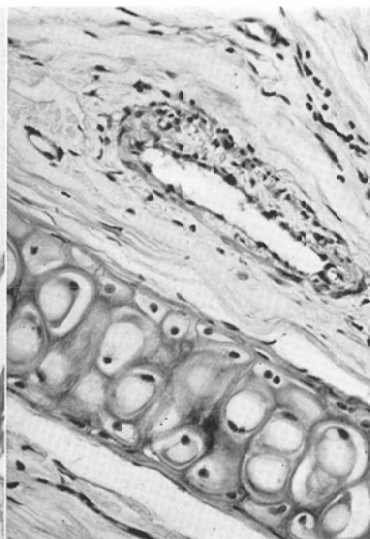
⑤ 以上の結果から，篩板は，その面積比が同一であつても，開放部の直径が小さくなるに従つて，血管に及ぼす障害の程度が軽くなる．0.5cm

第 11 圖



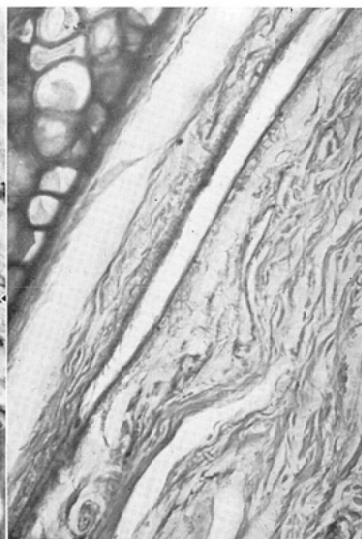
照射野，3列間隙(1cm)14,000r照射後120日，静脈の弾性線維には減少や走行の亂れと云う様な變化を認めない．×10 (Weigert 染色)

第 12 圖



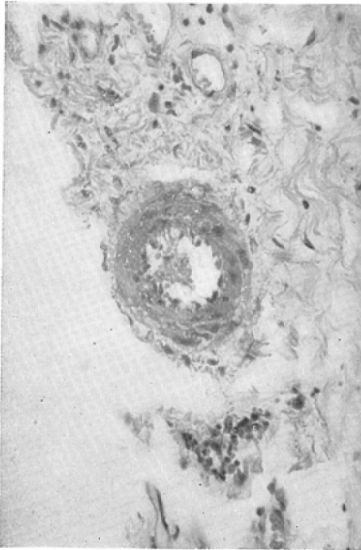
照射野，篩(1.5cm)14,000r照射後70日，血管壁は肥厚し，細胞にはピクノーゼ等の變性像を，組織には粗鬆化がみられる．×20 (H. E. 染色)

第 13 圖



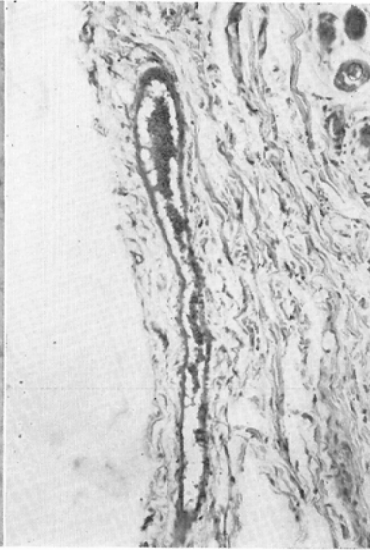
照射野，篩(0.5cm)7,000r照射後70日，静脈の弾性線維は正常である．×20 (Weigert 染色)

第 14 圖



照射野，筒（1 cm）14,000r 照射後 120日，壁細胞の變性を認めない。×20（H.E. 染色）

第 15 圖



照射野，筒（0.5）14,000r 照射後 120日，靜脈は擴張もなく彈性纖維も變性をみせていない。×10（Weigert 染色）

直徑では最短間隔が0.2 cmであるに拘らず，開放部に軽度の擴張，充血をみるに過ぎず，又被覆部には殆んど障害が認められない。

即ち節板を通して照射した場合，節板の面積比が同一であつても，その生物學的作用は同一でなく，その個々の開放部の面積に關係することが分る。

F：表面線量について

上記の實驗結果は照射野が小さくなるに従つて，血管に及ぼす障害の低いことを示している。然し照射した空中線量に對する散亂附加の割合は，言う迄もなく照射野の面積に關係し，照射野の小さい場合には散亂附加が減少し，従つて表面線量も減少する。従つて上記の結果が表面線量の差によるものであるかの検討を必要とする。

實驗は單一圓形照射と，節板について行つた。

單一照射野については，0.5cm 直徑と 2 cm 直徑の表面線量の差は約20%と推測される。故にこの表面線量の差だけ，より多く，0.5 cm直徑の照射野に照射した結果を比較することにより，表面線量の差によるものか，照射野因子によるものかを明

らかにするべく企圖した。然しこの様に照射野が極めて小さくなると，表面線量の測定も多大の困難を伴うと共に，誤差も避けられないので，130%に當る9,000rを0.5cm 直徑の照射野に照射し，2 cm直徑には7,000rを照射して120日目の血管障害の程度を比較した。この結果は，0.5cm直徑にては9,000rを照射しても，7,000rを照射した場合と特に差がなく，血管に變性像が認められず，殆んど正常の所見を呈していた。この様な所見は，表面線量の差によるものでなく，照射野因子なる概念より初めて説明できるものであることを確め得た。

節についても同様の結果が認められた。

4. 總 括

節照射法はよれば，確かに皮膚は大量のレ線に耐える。Marks²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾は28日間に空中線量にて24,000rを照射しており，Freid, Lipman and Jacobson⁶⁾、Gros, Wolf and Burg⁷⁾も Botstein and Harris⁸⁾も同様に最大 24,000rを照射している。當教室の250例の經驗でも胸部にありては24,000rの照射が可能であつた。この線量は普通の廣照射野による照射法の最大限の約5倍に相

當する。

然し篩照射法によれば、何故にかく皮膚耐線量が上昇するかに關しては Freid, Lipman and Jacobson の指摘する如く、今日迄に合理的な解答は與えられていない。

線量分布の面より考えると、篩照射法にて空中線量20,000r を照射した場合には、開放部の皮膚は25,600r の表面線量を受け、被覆部下の皮膚は、散亂附加と鉛板を通す約2%の透過線量にて、6,400r の表面線量が照射されていることになる。この線量は廣照射野にて空中線量4,600r を照射した場合の表面線に相當する。この様な線量分布の状態は、普通照射法にて最大限に近い照射を行った皮膚の上に、更に鉛筆様のレ線束を多數打込んだ状態を考えることができる。この様な過度の照射を行つて、而も皮膚に潰瘍の如き重大なる障害を残さないということは、確かに不可能であり、この疑問に對する合理的な解決が要求される理である。

金田外6名は篩照射を行つた人體皮膚切片を組織學的に検討して、皮膚血管に異常がないと言う貴重なる所見を得ている。この所見は篩照射による皮膚耐線量の上昇を説明し得る手懸りとなり得ると考えられる。著者はこの所見を基礎として、家兎耳翼に種々なる形、大きさ、配列の照射野を使用して、血管に及ぼすレ線の影響を120日の経過に互つて觀察した。

實驗結果は次の如し。(第1表、第2表参照)

1) 7,000r 一時照射又は14,000r 分割照射では、1列間隙であつても、圓形單一の孔であつても、幅又は直径が2cm以上になると、同線量にて廣照射野と同様に、血管に破壊、閉塞の如き重大なる障害が認められる。然し1.5cmになると變性像が認められ、1cmでは擴張があり、0.5cmになると殆んど影響がない。即ち照射野が小さく、或は狭くなるに従つて、血管に及ぼすレ線の影響は軽度となり、0.5cmの直径又は幅では全く變化がみられない。

2) 同様に間隙(被覆部)0.4cmの3列間隙にて實驗を行うと、開放部の幅2cmでは、開放部、

第1表 7,000r 一時照射

	照射野の大きさ Cm	照射后 10日			照射后 30日			照射后 70日			照射后 120日		
		K	V	A	K	V	A	K	V	A	K	V	A
廣照射野	9×9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
圓形單一	直径	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3列間隙	幅	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
篩	直径	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

K 毛細血管 ○ 拡張、充満血
V 静脈 ⊙ 變性
A 動脈 ⊗ 破壊、閉塞

第2表 14,000r 分割照射

	照射野の大きさ cm	照射后 10日			照射后 30日			照射后 70日			照射后 120日		
		K	V	A	K	V	A	K	V	A	K	V	A
廣照射野	9×9	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
圓形單一	直径	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3列間隙	幅	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
篩	直径	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	0.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

被覆部何れにも破壊、閉塞があり、兩者の間に差が見られない。然し1.5cmになると開放部に破壊がきても、被覆部では變性像に止どまっている。1cmでは7,000r 一時照射にて被覆部に若干の變化がみられるが、分割14,000r には殆んど正常の所見を示しており、0.5cmになると開放部、被覆部何れにも變化を来たさない。

即ち2cmの幅では0.4cmの間隔をおいても、開放部相互の影響が加重され、1列の2cm幅に比して障害の程度が高く、0.4cmの間隔は開放部相互の影響を軽減せしめる上に於いては意味がない。

1.5cmの幅はありても、0.4cmの間隔は同様に

意味がなく、開放部相互の加重作用が認められる。然し2cm幅と異なり、開放部、被覆部の間に障害の程度に差がある。

1cm或は0.5cmの幅でも、開放部相互の加重作用は否定できない。然し血管に及ぼす影響は擴張に止どまり、0.5cmでは被覆部に變化が認められない。

3) 表面線量を同一にしても、同じく照射野が小さくなるに従つて障害の程度が低い。この事から上記の實驗結果は照射野因子の影響によるものであることが判る。

以上の如き實驗結果より、篩照射に使用する篩板は、もしこれを皮膚耐線量を上昇せしめるといふ觀點により検討するなれば、同じ面積比のものであれば個々の開放部の面積が小さいもの程よいことになる。少くとも直徑1cm以下であることを必要とする。當教室の臨床經驗でも同様であつて、開放部の小さなものは、大きなものに較べて、紅斑、色素沈着及び水泡形成の如き皮膚反應は軽度である。

以上の結果より考察すれば、次の結論が得られる。

1. 大量のレ線を照射しても、照射野が極めて小さくなるに従つて、血管に及ぼすレ線の障害の程度は軽度になり、終に血管に障害を來たさない限界に達する。即ち血管は照射野因子の影響を受ける。

2. この照射野因子の影響は單一照射野では細長なる1列間隙であつても、圓形であつても、幅又は直徑が1.5cmより小さくなるに従つて著明になる。

3. 篩板にありても、面積比が等しい場合に

は、單一照射野と同じく、開放部の面積が小さくなるに従つて、血管に及ぼす障害の程度が低い。

5. 結 語

1. 家兎耳翼に各種の大きさ、形の照射野又は篩を使用して、レ線の血管に及ぼす影響を組織學的に検索した結果、照射野が小さくなるに従つて血管に及ぼす障害の程度が低く、0.5cmの直徑又は幅では血管に全く變化を認めなかつた。

この所見は照射野の大きさの相異による表面線量の差に依るものでなく、照射野因子によつて説明される可きものである。

然し同一の面積比の篩による場合は、照射野が小さくなるに従つて間隔も狭くなるので、照射野因子のみによる影響とは考え難い。

血管が照射野因子の影響を受け、大線量の照射によつても障害を來たさないと云う上記の實驗結果は、篩照射法によれば、何故に皮膚が數倍の大量線に耐えるかの從來の疑問を解決する有力なる根拠となるものであると信ずる。

(この研究は文部省科學研究費に依る。深甚なる謝意を表す。主任研究者 金田弘)

文 獻

- 1) 金田外6名: 日本醫放會誌, 15, 1955, 1~11. —
- 2) Marks: J. Mt. Sinai Hosp. 17, 1950, 46~48. —3) Marks: Radiology, 58, 1952, 338~341, —4) Marks: Strahlentherapie Sonderband, 32, 1953, 84. —5) Marks. Arch. Otol. 59, 1954, 340. —6) Freid, Lipman and Jacobson. Am. J. Roentg. 70, 1953, 460~476. —7) Gros, Wolf and Burg. J. Radiol. 34, 1953, 771. Abst; Fort. Geb. Röntg. 80, 1954, 806. —8) Botstein and Harris. Fort. Geb. Röntg. Sonderband, 75, 1951, 26~39.

Fundamental Studies of Sieve Therapy

2. Upon the histological studies of vessels of the rabbit's ear.

By

Renji Kondō.

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Shinshu University.

(Director: Prof. H. Kaneda)

In this paper, the results of the histological examination of vessels of the rabbit's ear with use of various size and shape of radiation field by X-ray irradiation shall be described.

On 10 days, 30 days, 70 days and 120 days after the completion of the treatment, the irradiated ears were removed from the animals for histological studies, and immediately fixed in 10 per cent formalin and stained with haematoxylin eosin and by Weigert method.

The results were as follows:

1. When the radiation field is single slit or single hole and the width or diameter of field exceeds 2 cm., the severe injuries of blood vessels such as destruction or obstruction were noticed as observed in case of large field (81 cm²), but in case of 1,5 cm. in width or diameter, degeneration was recognized and in case of 1 cm., no pathological changes were observed.

2. Under the sieve plate of area ratio 40: 60, the severe injuries such as destruction or obstruction of the vessels were noticed when the sieve plate is of 2 cm. diameter, just like the large field, but when of 1,5 cm. diameter merely degeneration was found. But under the open area of 0,5 cm. diameter, no pathological changes was found under both open and covered area by irradiation of 7,000 r at one time or by fractionally irradiation of 14,000r.

From these findings, following conclusion were obtained; Either in case of single radiation field, or in case of sieve plate of area ratio 40: 60, the larger the size of field of open area is, the more remarkable injury was noticed on the vessels and the smaller the field size is, the less influence to blood vessels was recognized