



Title	X線大量照射による皮膚変化の実験的研究(第一報)皮膚及び皮下血管のX線像による観察
Author(s)	市川, 平三郎; 原沢, 幸彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 18(9), p. 1278-1285
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17882
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

X線大量照射による皮膚変化の実験的研究

(第一報) 皮膚及び皮下血管のX線像による観察

千葉大学医学部放射線医学教室 (主任 笈弘毅教授)

講師 市川平三郎, 専攻生 原沢幸彦

(昭和33年9月13日受付)

緒言

大量X線照射による血管の器質的变化は、重篤なる潰瘍発生の原因の一つであり、殊にX線潰瘍が極めて難治である理由の一つとなつている。この点に関しては、金田教授等の詳細な組織学的観察が行われている。しかし乍ら、血管の変化の観察はその組織学的、顕微鏡的観察の前に、肉眼的な変化、特に照射野内の血管の概観的所見観察を経るべきであつて、これを行つてこそ、次に詳細な組織学的観察が更に有意義となると思われる。この様な見地から我々は大量X線照射を行つた犬の皮膚血管に造影剤を注入してX線撮影を試みた所、美しい血管像が得られたので、これらの所見を基に2~3考察を加えてみたい。

臨床的観察に於ては、極端な大量照射は不可能であるし、又大量照射するにも分割照射が必要になつて来る。然し乍ら、犬に於ては、逆に分割照射は極めて面倒であるが、極端な大量照射が可能である。従つて我々は、犬の臀部に1回に大量X線照射を行い、その結果、犬の皮膚耐線量を検討することを得た。

更に、1909年 Köhler により創始され、其後 Jolles 等の輝かしい業績と、我国に於ける金田教授等の熱心なる研究によつて再認識されつつある節照射法は、確かに臨床的に有効であると認められ乍らも、其の確実な理由は未だ不明と云わざるを得ない。我々はこの実験に際して、同一動物に節照射と、普通照射とを同時に行つて経過を観察することが出来たので、この点に関しても少しく触れてみたいと思う。

1. 研究方法

犬15頭について各々その臀部及び上腿部に1500 r 乃至24,000r を1回に照射し、7日乃至154日に亘つて観察し、其の途中で死亡したものは死亡直後に、又生存中の者は適当の時期に麻酔して造影剤を注入した。造影剤は黒田製薬の硫酸バリウム超微粒子ゾル(胃腸造影用のもの)を使用した。注入方法は、犬を固定、開腹して腹部大動脈にカニューレを挿入して、リングル氏液をイルリガートルから注入しつつ、下大静脈に挿入したカニューレから血液を流出せしめ、静脈から流出する液が、殆んど無色透明になる迄行つた後、リングル氏液中に造影剤を混入し、次第に濃度を上昇せしめると静脈から造影剤を含み白濁した液が流出し初め、次第に流出速度を減じて遂に停滞する。其後約8~10倍に稀釈した造影剤を注射筒で加圧して注入して静脈から流出しなくなつた所で終了する。

其後筋膜の直上から皮膚及皮下組織を剝離し皮膚を剃毛して、超軟X線撮影装置(小泉社製)で撮影し血管を観察した。

なお、1回大量照射の際の照射条件は下記の如くであつた。

照射条件：管電圧 200KVP

二次電流20mA

濾過板 0.3mm Cu+ 0.5mmAl

皮膚焦点間距離30cm

1分間空中線量 243r

照射野 5×5 cm (正方形) 又は 5 cm 直径円形

篩板 厚さ 2 mm鉛板
 開放部直径
 { 1. 1 × 1 cm (篩比50%)
 { 2. 0.5cm直径円形(篩比40%)
 1回空中線量1,500r乃至 24,000 r

2. 研究成績

A. 一般成績と血管像の分類

上記方法で実験した動物(犬)15頭の一覧は表1に示した. この中 No. 1, No. 6, No. 8 及びNo. 9の4頭は死亡が余りに早かった為, 観察の対象から外した. 残りの11頭から得られたX線像を我々は次の3度に分類した. 即ち

第I度 末梢血管の一部拡張したもの

表1 実験例一覧表

動物番号	照射部位	照射線量 γ	篩の開放部直径	皮膚の変化	観察日数
No. 1		早期死亡			
No. 2	1	1,500	—	+	154
	2	3,000	—	卍	同上
	3	6,000	—	卍	同上
	4	3,000	0.5	—	同上
	5	6,000	0.5	—	同上
	6	12,000	0.5	+	同上
No. 3	1	1,500	—	+	110
	2	3,000	—	卍	同上
	3	6,000	—	卍	同上
	4	3,000	0.5	+	同上
	5	6,000	0.5	+	同上
	6	12,000	0.5	卍	同上
No. 4	2	6,000	—	卍	81
	3	12,000	—	卍	同上
	4	6,000	0.5	+	同上
	5	12,000	0.5	卍	同上
	6	24,000	0.5	卍	同上
No. 5	4	6,000	0.5	卍	42
	5	12,000	0.5	卍	同上
	6	24,000	0.5	卍	同上
No. 6		照射中死亡			
No. 7	1	10,000	—	卍	23
	2	10,000	—		15
	3	10,000	—		8
No. 8		照射後1週死亡			
No. 9		照射後10日死亡			

No. 10	1	4,500	—	+	27
	2	9,000	—	卍	同上
	3	12,000	—	卍	同上
	4	9,000	1.0	—	同上
	5	18,000	1.0	卍	同上
	6	24,000	1.0	卍	同上
No. 11	1	10,000	—	卍	36
	2	10,000	—		29
	3	10,000	—		22
No. 12	1	10,000	—	卍	29
	2	10,000	—		22
	3	10,000	—		15
	4	10,000	—		8
No. 13	2	9,000	—	卍	34
	3	12,000	—	卍	同上
	5	18,000	—	卍	同上
	6	24,000	—	卍	同上
No. 14	1	20,000	1.0	卍	30
	2	20,000	1.0		22
	3	20,000	1.0		16
	4	20,000	1.0		9
No. 15	1	20,000	1.0	卍	36
	2	20,000	1.0		28
	3	20,000	1.0		22
	4	20,000	1.0		15

第II度 著明な末梢血管の拡張・増強の認められるもの

第III度 末梢血管の消失・血管の欠損のあるもの(潰瘍形成)

第I度は図1の如くで, 周辺の非照射部に比し稍々血管影が増強している様に見える. 之れを拡大してみると, 図2の如く矢印の部の血管が一部拡張して居り, 血管影の増強して見えるのはこのためであることが判る. この際の皮膚の肉眼的変化は図3のI(図中のマーク)の如くで, 脱毛と軽度の肥厚が見られるのみである. この程度を第I度とした(動物番号No. 4, 照射部位4).

第II度は図4の如くで, 照射野の末梢血管が, すべて拡張して居り, 拡大すると図5の如く, 更に著明に見られる. 皮膚の表面は図3のII(図中のマーク)の如くであり, 中央部に糜爛が見られるが, この程度では, 照射部は早晚癒痕治癒を営むものと思われる(動物番号No. 4, 照射部位5).

図1 第Ⅰ度の変化：照射野では明らかに血管影の増強が見られる。

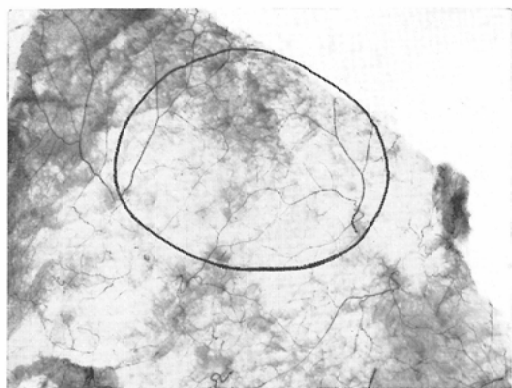


図2 第Ⅰ度の拡大像：血管影の増強は矢印の部が太くなっているためであることが判る。

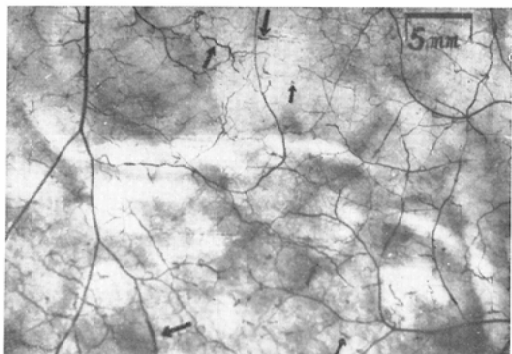
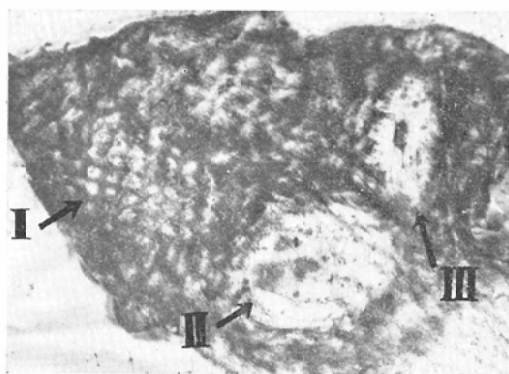


図3 I. II. III度の皮膚の肉眼的変化



第Ⅲ度は図6の如く、周辺部にはⅡ度の変化が見られるが、中央部には潰瘍(u印)があり、その部と附近のA印には太い血管にも相当の変化があり、細い末梢血管は殆んど消失して居る。潰瘍

図4 第Ⅱ度の変化：中央の照射部には著明な血管の増強が見られる。

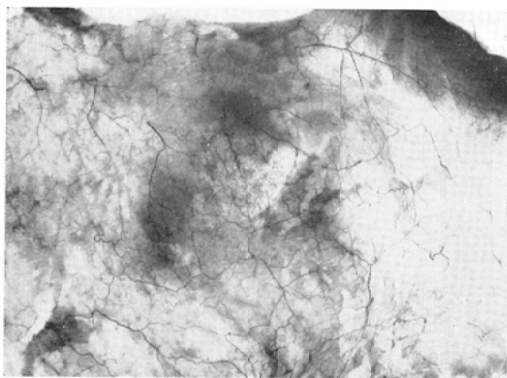


図5 第Ⅱ度の拡大像

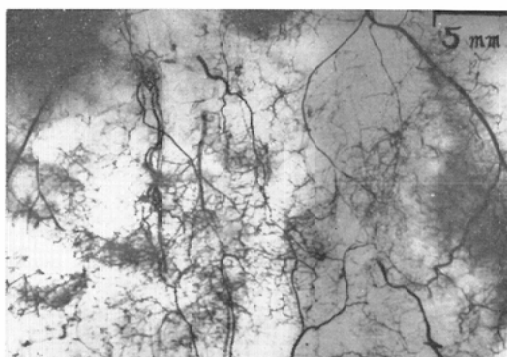


図6 第Ⅲ度の変化：中央部は血管の断裂、欠損が見られる。(A)潰瘍部には殆んど血管を見ない(u)周辺部にはⅡ度の変化が見られる。



部を拡大すると図7の如く血管の器質的変化を思わせる陰影欠損がみられる。皮膚の肉眼的所見は図3のⅢの如くで、完全に潰瘍を形成していて、この程度に血管の侵された潰瘍はも早や癒痕化し

図7 第Ⅲ度の拡大像

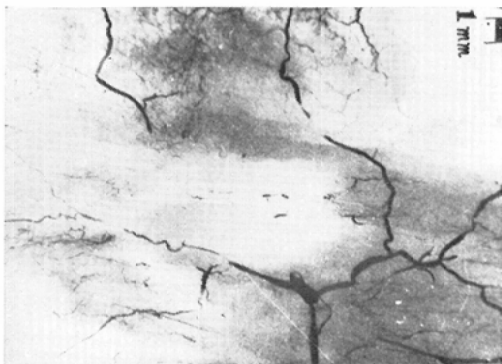


図8 血管破裂像：中央より下方に無数に見られる黒点が破裂により漏れたバリウムである。中央より上方は潰瘍

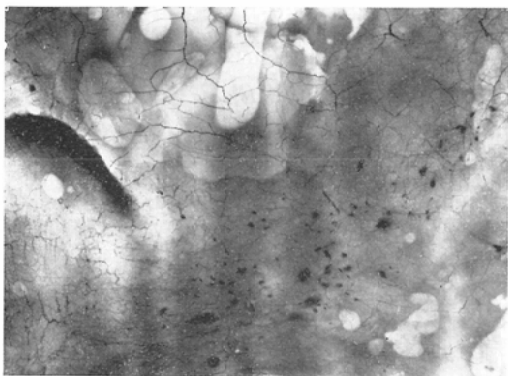
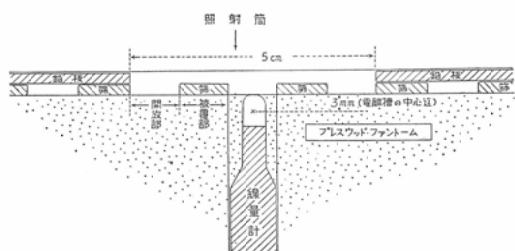


表2 節の線量分布測定法



ても到底治癒し得ない所謂難治性X線潰瘍であつて、この程度以上の変化を第Ⅲ度とした（動物番号 No. 4, 照射部位 6）。

次に特殊な一例として血管の破裂像（動物番号 No.12）を掲げる。この例は 毎週 1 カ所 10,000r 宛違う個所 4 カ所に照射を行い、初めの照射から 4 週間後に造影剤を注入したものである。図8は

図9 節照射による皮膚の肉眼的変化：黒っぽい所が潰瘍である。



図10 節照射の血管像(i)：白い所が潰瘍（開放部）である。黒い被覆部はA、B…I等と名づけた。

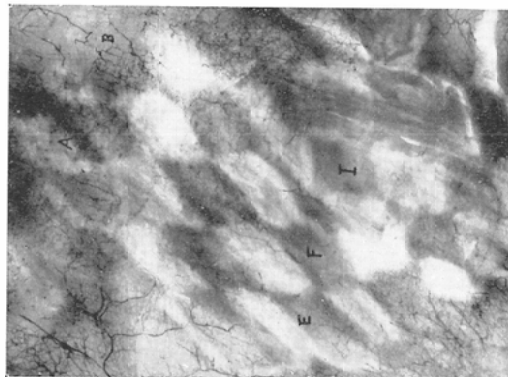
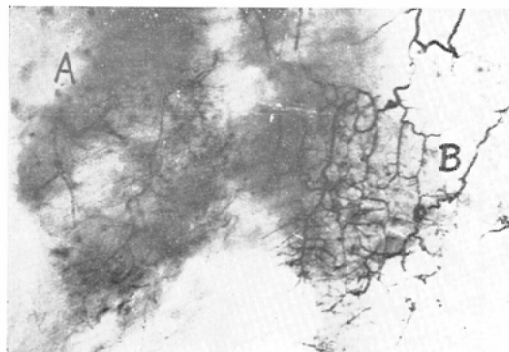


図11. 節照射の血管像(ii)：周辺部はⅡ度の変化を示している。



そのうちの1カ所であり、之に見られる如く、末梢血管の一部が破裂して多数の陰影斑が散在して見られる。左方の潰瘍部（一見して白つぼく見えるのは潰瘍のためこの部の組織が薄くなつて居り、

そのためX線の吸収が少いことを示している)には少く、むしろその周辺部即ちⅡ度の変化の中に多くの破裂像が見られることは、この程度の変化に際して、血管壁の弾力性が減弱するのではないかと想像させる一つの資料と考えられよう。

B. 篩照射に於ける血管の変化

篩照射は1×1cmの開放部のモザイク形と、0.5cm直径円形の開放部と2種類使用したが、1×1cmの開放部のもを使用した例を掲げるに止める。この篩を使用した際の線量分布を表2の如くにして測定した。各開放部、被覆部、及びその周辺1cmの部について測定した数値は、篩を使用しない場合の5×5cmの照射野中央部の皮下3mmの線量を100とした場合、各々表3の如き数値となる。さて、この篩を使用して照射した1例を掲げてみよう。

図9はこの篩を使用して24,000 r 照射し27日後の皮膚の変化で、開放部は既に潰瘍となり、残存した被覆部と共にモザイク模様を形成している。この場合の血管像は図10の如くで、被覆部に相当する部分は黒味を帯びているが、開放部は潰瘍形成のために薄く、X線の透過が良い為と、血管の消失のために白味を帯びている。被覆部に各々図の如くA B C…と印をつけると、A,B,の如く(図11)篩の周辺部は血管の拡張増強が見られるが、E,F.の如く(図12)次第に篩の中央部に來るに従つて、次第に血管影は減少してIの如く(図13)完全に中央部は殆んど血管影を認めない。この様に血管影の消失した程のものは早晚不治の潰瘍を形成するものと思われる。これらの変化は篩の線量分布(表3)と全くよく一致していることが判る。

C. 耐線量に関して

照射した犬の一覧表は既に表1に示した通りである。

表1に於て、皮膚の変化を+, Ⅱ, Ⅲ, と示してあるのは、先に血管像の分類の項で述べた如き第Ⅰ度, 第Ⅱ度, 第Ⅲ度に相当するものであつて, Ⅲはも早や治癒し難い潰瘍か, 又はいずれは不治潰瘍を形成すると思われる血管の変化を示している

図12 篩照射の血管像(iii) : 稍中央になると血管影が少くなる。

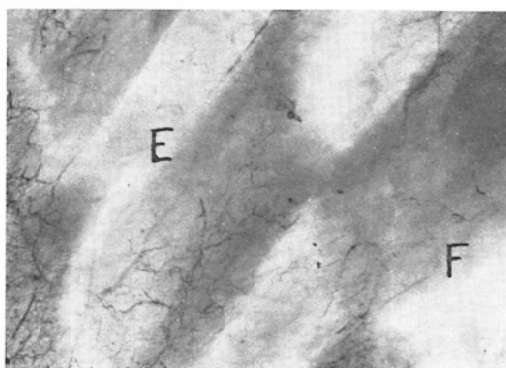


図13 篩照射の血管像(iv) : 中央部では被覆部でも血管影が殆んど見られない。

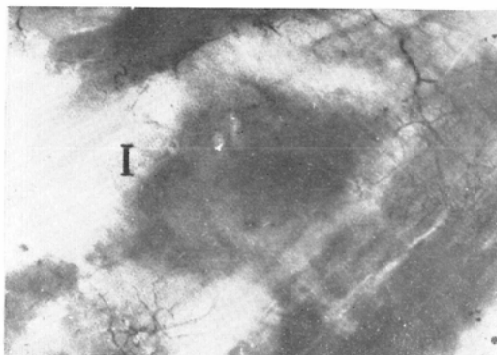


表3 篩照射の線量測定(皮下3mm)
(5×5の照射野の中央の線量を100とした場合)

	3	4	4	5	4	4	3
5cm	4	73	9	78	9	73	4
	4	9	78	13	78	9	4
	5	78	13	83	13	78	5
	4	9	78	13	78	9	4
	4	73	9	78	9	73	4
	3	4	4	5	4	4	3

□ 開放部, ■ 被覆部

3	5	4	5	4	5	3
5	9	76	9	76	9	5
4	76	13	80	13	76	4
5	9	80	13	80	9	5
4	76	13	80	13	76	4
5	9	76	9	76	9	5
3	5	4	5	4	5	3

表4 篩照射の効果(その1)

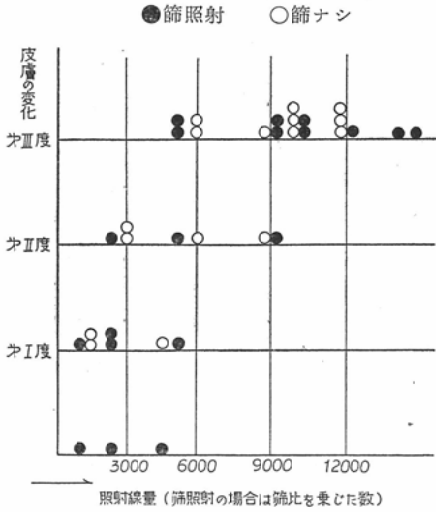
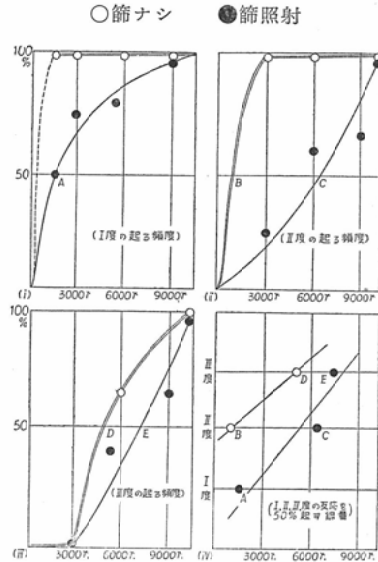


表5 篩の効果(その2)



ものである。之等の11頭35個の照射野(但、同一動物に同一線量を日、時を異にして照射した。No.11, 12, 14, 15等では最も永く観察した1個のみを採用した)について照射線量と、皮膚の変化との関係を図示すると、表4の如くなる。ここで照射線量は、比較の便宜上、普通照射に於ては、そのまま、篩照射に於てはその篩比を乗じた数であり、例えば、使用した篩が50%のとき24,000r 照射した場合は、12,000 r として記載した。又、動物一例一例に於て、可成り著しい個体差が見られる様であつて、厳密に線量を考慮することは、かえつて正当を欠く恐れがあるので、照射野一つ一つを比較検討するよりも、この様な表にして、その凡その傾向を見る方が妥当であると思われた。

さて、この表に見られる如く、凡そ6,000 r 以上では概ね第Ⅲ度の変化が多く、著明な血管の変化が認められ、不治の潰瘍を形成する場合が多いし、而も、篩の使用の有無に拘らず、耐線量はあまり変わらないということになる。所が線量が少くなつて来ると、篩照射の場合は3,000 r 位でも殆んど変化の認められない例もあつて、線量の少い場合には篩の効果がはつきりして来る様に思われる。さて、之等の関係を更に判り良くする為に表5を掲げる。表5の(i)(ii)(iii)については、

横軸は照射線量、縦軸は、照射した線量に於てⅠ度、Ⅱ度、Ⅲ度各々の変化を起した頻度を百分率にて表わしてみた。白丸は普通照射、黒丸は篩照射とし、凡その傾向曲線を画いてみると、この2曲線の間隔が広ければ広い程篩照射の効果があることを示すことになる。更に表5の(iv)は(i)(ii)(iii)の各々の傾向曲線が50%の線と交わる点がどの線量に相当するかを表わしたものであつて、ここで判ることは、Ⅰ度、Ⅱ度、Ⅲ度共にその変化が半数に出現する照射線量は明らかに篩照射の方が大であり、而も線量が少い程、この2線の間隔は大となり、即ち、篩照射の効果は線量の少い程、顯著であることを示していると云えよう。又この場合の“少い線量”が実は、臨床上使用され得る線量であり、従つて、篩照射は臨床上有効であるということにならう。

3. 結 語

以上、犬を使つた実験に於て、血管に造影剤を注入し、照射野皮膚及び皮下組織の血管像を観察し、種々の考察を行つて来た。X線照射による血管の変化の観察は、既に数多くなされて居るが、その多くは、血管の組織学的観察であり、又生体顕微鏡による血流の観察であり、血管の収縮・拡張等の動的観察であつて、之等は一様に血管の部

分的観察に過ぎなかつた。我々は照射野全体を一望の中に眺められると考へて本法を行つてみた所、案外に末梢の血管造影剤の進入を見、比較的美麗な写真を得ることが出来た。この様な術式は照射の影響を見る上に、可成り有効な方法であらうと思はれる。

更に、之等の実験を行つた動物の中11頭35個の照射部位について、主として耐線量の観点から考察を行つた。その結果、犬に於ては凡そ1回線量6,000 r (照射野5×5 cm)の附近に皮膚耐線量がある様に思はれた。

次に篩の効果に関しては、1回大量照射の場合、線量が極端に大きくなると、篩の有無に拘らず、不治の潰瘍を形成する様であるが、線量が6,000 r以下では、線量が少くなればなる程、篩の効果が顕れ、篩使用の際の皮膚の変化が軽度になる様に思はれた。もつとも、この場合便宜上篩比に関してのみ考へを払い、開放部の直径に関しては、触れなかつたが、之れに関しては、金田教授

の常に主張して居られる様に、開放部の直径が小さくなる程、皮膚反応も少い様であつて、我々の例に於ても表1だけでは詳らかでないが、No. 2 No.3, No.4, No. 5の如く開放部の直径の小なる篩を使用した方が、開放部の大きい篩を使用した他の例と比して、同じくⅢ度の変化でも潰瘍の程度が軽度であることは事実であつた。

之等の点は、今後共更に検討を加へる必要があらう。いずれにしろ、今回は例数も少く、又更に詳しくは、血管の分布に関して深さの点も考へすべきであり、又その組織像との比較等、今度共検査を要する幾多の点が考へられるが、今回は術式を紹介すると共に、血管のX線像を主として報告した次第である。

(本論文の要旨は第16回日本医学放射線学会総会(新潟大学)(1957. 5, 1)に於て発表した)。

稿を終るに際し、御校閲下さつた笈弘毅教授並びに種々御助言を与へられた梅垣洋一郎助教授(現信州大教授)に感謝し、御協力下さつた医局員諸君に御礼申上げる。

Experimental studies on the reaction of the skin exposed to a large dosis of X-rays Report I Microradiography of dermic and hypodermic vessels

By

Heizaburo Ichikawa and Yukihiko Harasawa

Department of Radiology, Chiba University, School of Medicine,

(Director: Prof. Hirotake Kakehi)

By giving a single large dose of x-rays to dogs, the histologic changes of the dermic and hypodermic vessels were examined.

The x-ray dosis of 15000-24,000r was administered to the gluteal skin of the dog. The number of irradiated fields are three to six each with 5×5 cm field size. One to eight weeks from the irradiation the suspension of barium sulfate was injected into abdominal aorta of the dog under narcosis. The blood, which flows out of vena cava inferior, becomes transparent and then gradually muddy by the suspension of barium sulfate, which comes through capillary vessels. Then the irradiated gluteal skin was flayed and microradiograms of dermic and hypodermic vessels were taken with the softex apparatus.

Results:

1. The author divided the microradiographical findings of dermic and hypodermic vessels into three classes as follows:

Grade I The partial dilatation of peripheral vessels

Grade II The remarkable dilatation and increment of peripheral vessels

Grade III The disappearance and remarkable injury of peripheral vessels (Ulcer building)

By the macroscopic observation, only a little scar of irradiation was remained in the cases of grade I, and remarkable scar in the cases of grade II, but in grade III, the incurable ulcer or changes becoming the incurable ulcer were seen. The tolerance dose of the dog skin should be decided between the doses which produce the changes of Grade II and III.

2. Irradiation of more than 6000r (when a grid is used and it's ratio is 1:2, this dosis becomes 12000r) has a tendency to produce radiation ulcer.

3. The results indicate that the tolerance dose of the dog skin by grid irradiation can be thought higher than that without grid in the cases of Grad I and Grade II.