

Title	放射線照射の肝に及ぼす影響について
Author(s)	長瀬, 勝也; 齊藤, 敏三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1970, 30(2), p. 167-177
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/17926">https://hdl.handle.net/11094/17926</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 放射線照射の肝に及ぼす影響について

順天堂大学医学部放射線医学教室

長瀬 勝也

日本大学医学部総合研究室

斉藤 敏三

(昭和44年11月1日受付)

Influence of Liver to Radiation as demonstrated by Scintillation Scanning

Katsuya Nagase

Department of Radiology, School of Medicine, Juntendo University

Toshimi Saito

Laboratory Center, School of Medicine, Nihon University

At the treatment of radiotherapy, the liver also would be radiated sometimes, depending on the direction of radiation.

The radial liver will show how to change the direction of the liver blood, the liver tissues, and the liver scintigram by trying experiments on animals (dog).

The radial regions of the liver are the following two:

- 1) Suppose to be the lowest margin of the liver
- 2) Suppose to be the left side of the liver

For the above regions, radiated once with 4500 R from cobalt 60 units, and drew up the liver scintigram every week, and then compared with the first scintigram before radiation.

I) In the observation of one week following radiation.

No distinction was found between the use of  $^{198}\text{Au}$  Colloid and  $^{131}\text{I}$  Rose Bengal for making the liver scintigram. Neither of them, showed any difference at the liver shadow of X' ray

II) In the observation of two weeks radiation

In the liver scintigram with  $^{131}\text{I}$  Rose Bengal, the shadow of the radiated part is worse than the other parts. It indicates the bad thing of absorbed Isotope. And it showed that by using  $^{198}\text{Au}$  Colloid, there is particular and complete reaction in the radiated region.

III) In the observation of three weeks radiation

In the liver scintigram with  $^{131}\text{I}$  Rose Bengal, the shadow of the X-ray shows slight improvement over the two weeks stage. By using  $^{198}\text{Au}$  Colloid, the damaged part of X-ray has become less shadow.

IV) In the liver scintigram, which was made with  $^{131}\text{I}$  Rose Bengal and  $^{198}\text{Au}$  Colloid, the shadow is become almost the same as before radiation.

But for the atrophy of the liver tissues, the shadow of the radiated liver has become smaller.

Concerning this matter of the liver tissues, we can recognize the same observations by means of an optical microscope as well as an electron microscope.

放射線治療は近年になり次第に高エネルギーのものが使用され、治療効果が認められる様になって来た。これ等の放射線治療に際して、特に腹部の照射に於ては照射前のプランニングが重要である事は云う迄もないが、しかしこの時に或種の臓器が照射される事が考えられる。この様に放射線照射を受けた臓器がどの様な組織学的変化を来たすかを、光学顕微鏡的に追求した論文は比較的多く種々発表されている。今回の我々の実験は従来と異なり臓器に於ける放射線の影響を形態学的に観察するのみでなく、二種の異なるアイソトープを使用してシンチグラムを作製し、そのシンチグラム上よりその影響を観察する。そして我々の実験の様な放射線に依る障害をシンチグラム上に現わす事は他の論文にても認められる事ではあるが、動物実験では人体にて行ない得ない様な肝シンチグラム作製を頻回に行なう事が可能であり、且  $^{198}\text{Au}$  colloid はクッペル細胞の機能の状態を現わす事が出来、且  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal は Bromsulphlein と同様に肝細胞に摂取されこれより排泄される為、この様な二種のアイソトープを使用する事によりクッペル細胞と肝細胞との両者の形態を形態的に知る事が出来るのである。

従来の論文で放射線治療中に照射された肝は照射された肝部位に一致して肝シンチグラムで欠損を呈する事は知られている。然しこの欠損がどの様な時期に発現して、どの様な経過をとつて回復するかは定期的に肝シンチグラムの作製を行なつて検討を加えられたものは少い。又照射された肝全体が肝シンチグラム上大きくなるか又小さくなるのか等の状態も未だ明らかにされていないところである。

今回の実験は此等の点を考え動物を使用し、アイソトープとして、 $^{198}\text{Au}$  colloid と  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal の両者を使用して肝シンチグラムを作製し、肝の右葉と考えられる部位と肝の左葉と考えられる部位の一部に放射線を作用せしめ、照射後一定期間毎に肝シンチグラムを作製しその変化を追求し、最終的に照射部位の肝組織と正常肝組織の肝細胞およびクッペル細胞の両者を比較すると

共に、照射部位の肝細胞の微細構造の変化を電子顕微鏡学的に観察を為し且つ取り出した肝に対し肝動脈を造影し、照射部位の血管の走行の変化について研究を行なつた。

#### 実験方法

購入後一定の飼料にて一定期間、同一飼料にて飼育を行ない観察後使用した。使用せる動物は12~13kgの成犬で雄を使用した。実験に先だつて0.5mgのラボナルを静脈内に注入し麻酔を行なつた。麻酔は実験回数が多くなる程比較的麻酔に要する量は多くなり追加麻酔を行なう事が多かつた。

麻酔後アイソトープとして $^{198}\text{Au}$  colloid を  $4\mu\text{Ci}/\text{kg}$  を静脈内に注入し注入後直ちに肝シンチグラムを作製した。肝シンチグラムが完成した時、肝シンチグラム上に照射部位を想定し実験動物の体表上にマークを付する。この時肝シンチグラム上の大きさと、実際の肝の大きさとは一一致しないので照射野中に肝組織が十分に含まれる様にした。

照射部位が確定してより右葉の下極と考えられる部位には照射野  $5 \times 5$  の cm 大きさと又左葉と考えられる部位には  $4 \times 4$  cm の大きさとで4500 R の照射を行なつた。体位としては肝シンチグラム作製時および肝照射は腹壁側より行なつた。

照射後に於ける肝シンチグラムの作製は、アイソトープとして  $^{198}\text{Au}$  colloid および  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal 液を使用した。

#### 実験結果

##### I) 肝シンチグラム変化の検討

照射前に於ける肝シンチグラムを作製し、大体の肝の位置を決定した。照射する肝の部位は右葉下部および左葉の一部の2群に分けた。

##### 1) 右葉下極照射時に於ける肝シンチグラムの変化について

照射前にラボナル麻酔をほどこした成犬に $^{198}\text{Au}$  colloid を静注し先づ照射前の正常なる肝シンチグラムを作製した。この時体表上に肝シンチグラムをみてその形をマークした。肝シンチグラムでは幾分拡大の傾向がある為位置の設定には充

分注意した。コバルト—60線源を使用し、照射条件としては線源—皮膚間距離75cm照射野5×5cmにて照射を行なった。

イ) 照射後4日目の肝シンチグラム所見

肝全体にあまり腫大した傾向はなく、照射前<sup>198</sup>Au colloid 使用前とほぼ同じ位の大きさを示めすが、照射部位すなわち右葉の下極に於ては呼吸時の移動もあり正常にてもあまり明白に影出される部位ではないが、正常像に比して辺縁は更に不明確となり照射部位に一致して幾分肝シンチグラムの影出が悪い事が見られた。

ロ) 照射後11日目の肝シンチグラムの所見

照射後4日目と同様アイソトープには<sup>198</sup>Au colloid を使用し肝シンチグラムを作製した所肝シンチグラムの全体の所見として幾分肝の右側は縮小した所見を呈している。これに対し左側は照射前に比して大きくなり辺縁は明白である。右側に於ける辺縁は明白でなく全体の所見からは、右側の障害を来させる為左側が代償性に肥大した様な形態を示めしている。

ハ) 照射後18日目の肝シンチグラムの所見

照射後初めて<sup>131</sup>I Rose-Bengal を使用した肝シンチグラムを作製すると、前回の照射後7日目でアイソトープ<sup>198</sup>Au colloid を使用した肝シンチグラムに似た像を示めし、肝全体としては右側の肝は比較的正常時より小さくなり、左側の肝は前回よりも更に腫大する傾向を有している。照射部位に於ける肝シンチグラム上の変化としては、照射部位と非照射部位とを比較すると、前肝シンチグラムすなわち照射後11日目と比較して影出はよくない。その境界は特に不明瞭で照射後4日目の方が、まだ境界が幾分はつきりしていると思われる。

ニ) 照射後25日目の肝シンチグラムの所見

照射後25日目の肝シンチグラム作製には<sup>198</sup>Au colloid を使用している。肝全体の所見としては照射後4日目の肝シンチグラム所見と比較的よく似ている。前回見られた右側の縮小および左側の腫大像は改善され正常に近い像を呈する様になる。よく観察すると照射後4日目に比して肝の右

側の縮小が激しく、まだ照射部位の影出は正常よりはよくないが、比較的辺縁は以前より明白になつて来ている。これに対し左側は照射後4日目に比して腫大せる傾向を有して比較的辺縁は明白である。この左側の大きくなつたのは、肝の右側の照射による萎縮の為に左側が代償性に肥大したと考へたい所見を呈していた。

ホ) 照射後32日目の肝シンチグラムの所見

照射後32日目の肝シンチグラムの作製には、<sup>131</sup>I Rose-Bengal を使用している。前回すなわち18日目の<sup>131</sup>I Rose-Bengal を使用せるものとの比較では、肝の右側に於ては照射した部位に一致した部位の欠損像は幾分改善されており、前回の肝シンチグラムより辺縁は正常程ではないが比較的規則的であるという事が出来る。前回の左側の肝の腫大は今回の肝シンチグラムでは非常に改善されている。然し、照射後25日目の肝シンチグラムと同様に肝の右側は照射前に比して縮小の傾向を示めし且つ左側は大きくなつている。照射部位の欠損像はむしろこの部位では<sup>198</sup>Au colloid を使用した場合の方が早く、従前の形態に回復する様な所見を呈していると考えられる。

ヘ) 照射後36日目の肝シンチグラム所見

照射後36日目の肝シンチグラムの作製には<sup>198</sup>Au colloid を使用しているが、前回同じ<sup>198</sup>Au colloid を使用せる照射後25日目の肝シンチグラムと比較すると照射後25日目の肝シンチグラムでは左側が肥大しているが、まだ左側に比して右側の方が大きいけれども、照射後36日目の肝シンチグラムでは右側が非常に小さく左側の腫大が更に高度になつている。又照射部位の欠損はその境界が前回より明白になり欠損部は小さくなつている。この事は右側が萎縮して肝が小さくなり、左側が代償性に大きくなつたものと考えた。

2) 左葉と考えられる部位の左下方照射時に於ける肝シンチグラムについて

前回の右葉下方に於ける肝の照射と同様の条件で左葉の一部を照射し照射後に於ける肝シンチグラムの変化を経時的に追求する。

イ) 照射後4日目の肝シンチグラムの所見

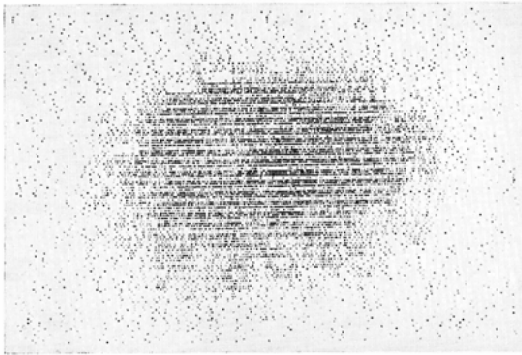


Fig. 1 Observation of liver scan before radiation.

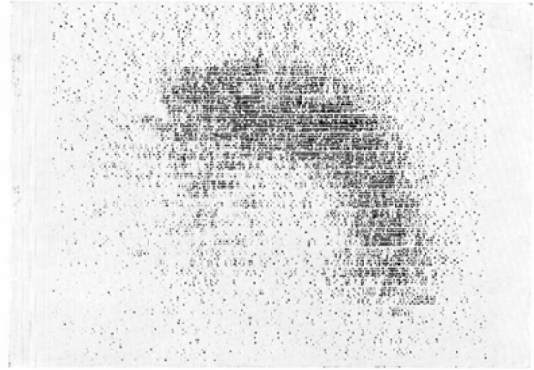


Fig. 4 Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 18 days postirradiation in the right lobe

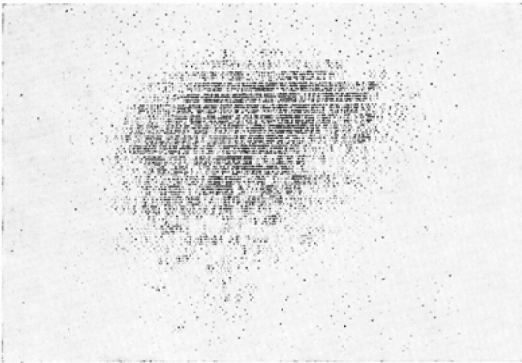


Fig. 2 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 4 days postirradiation in the right lobe.

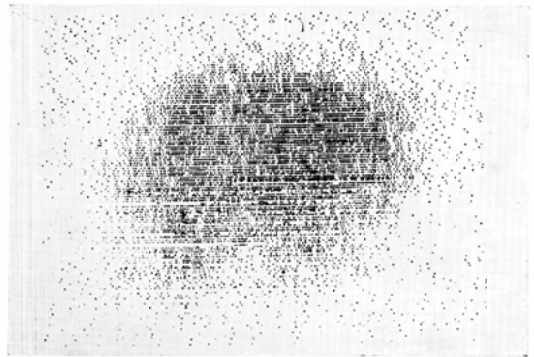


Fig. 5 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 25 days postirradiation in the right lobe.

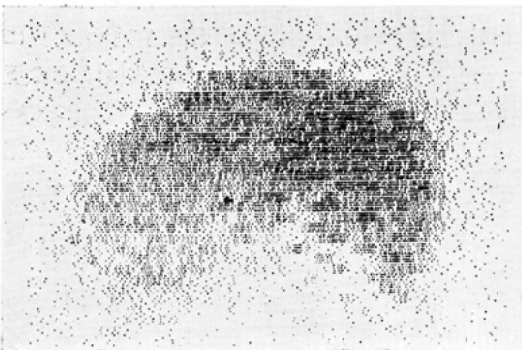


Fig. 3 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 11 days postirradiation in the right lobe.



Fig. 6 Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 36 days postirradiation in the right lobe.

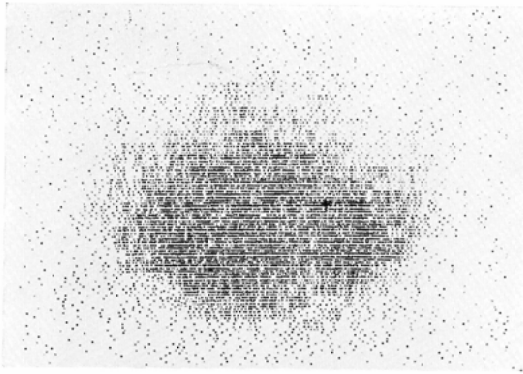


Fig. 7. Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 36 days postirradiation in the right lobe.

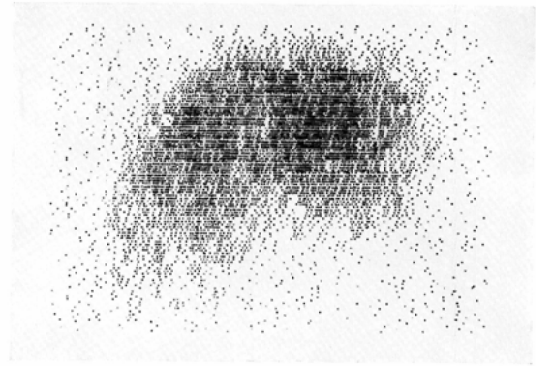


Fig. 10. Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 7 days postirradiation in the left lobe.

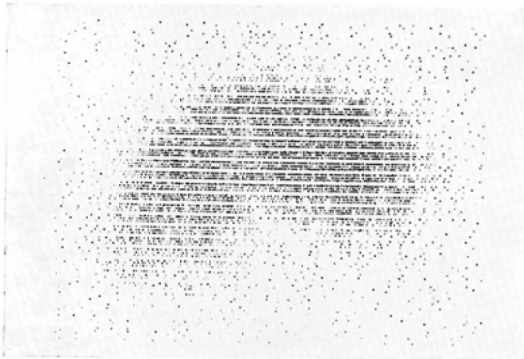


Fig. 8. Observation of liver scan before radiation.



Fig. 11. Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 10 days postirradiation in the left lobe.

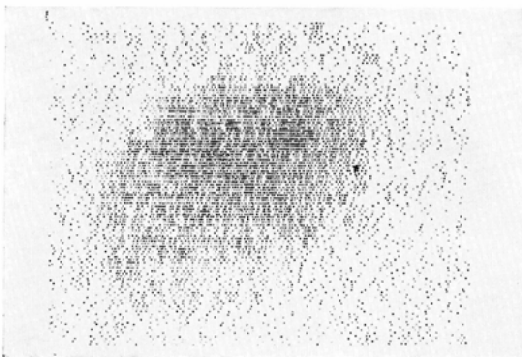


Fig. 9. Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 4 days postirradiation in the left lobe.



Fig. 12. Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 13 days postirradiation in the left lobe.

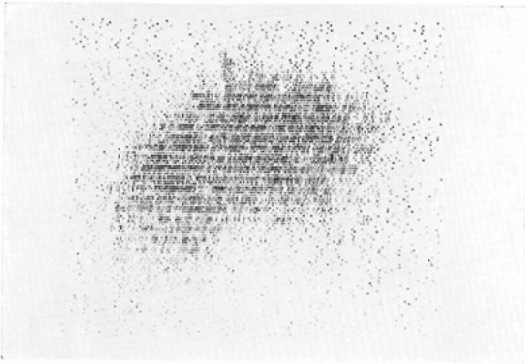


Fig. 13 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 22days postirradiation in the left lobe.

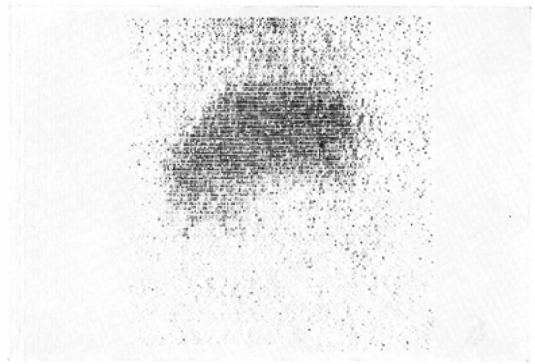


Fig. 16 Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 42days postirradiation in the left lobe.

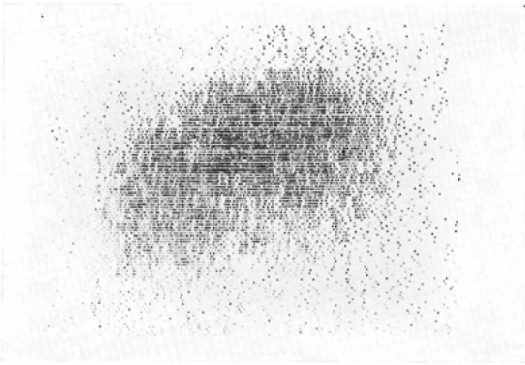


Fig. 14 Rose bengal ( $^{131}\text{I}$ ) liver scan 28days postirradiation in the left lobe.

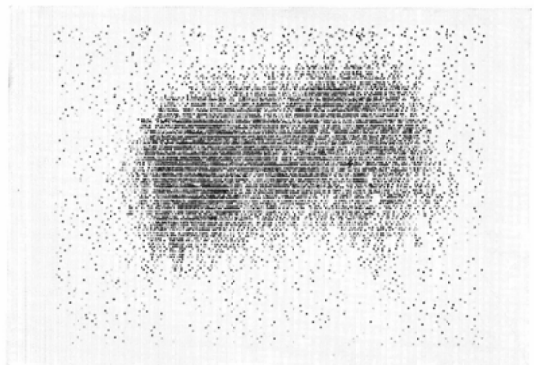


Fig. 17 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 46days postirradiation in the left lobe.

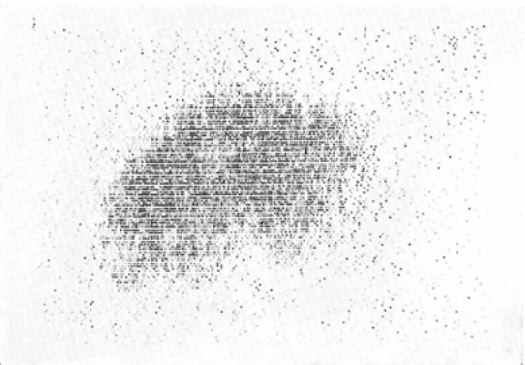


Fig. 15 Radiogold ( $^{198}\text{Au}$ ) liver scan 39days postirradiation in the left lobe.

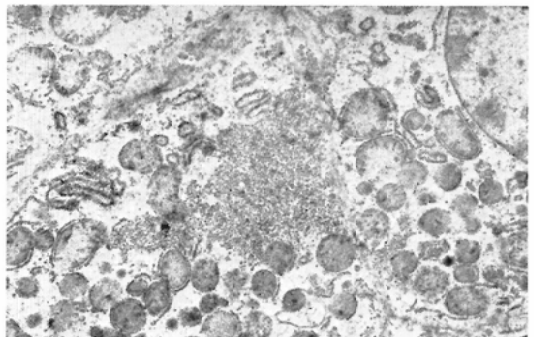


Fig. 18 Observation of normal liver cell by electric microscopic photogram.



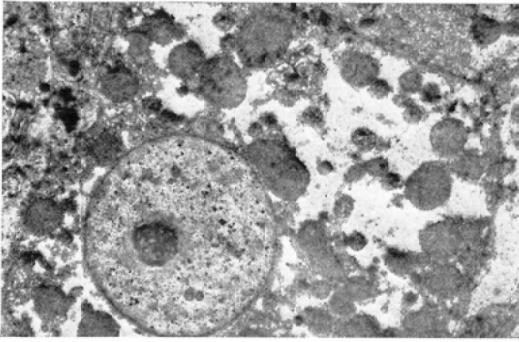


Fig. 19

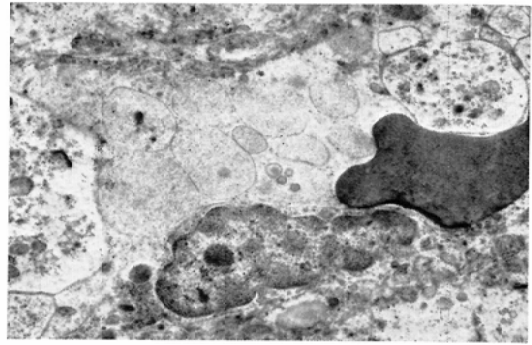


Fig. 22

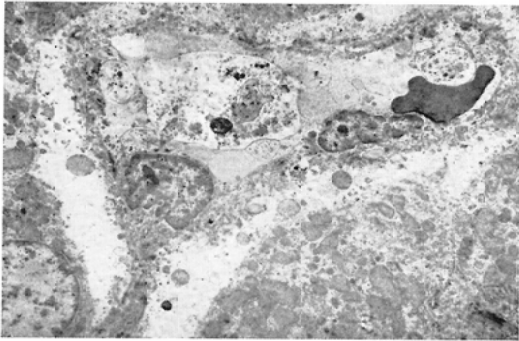


Fig. 20

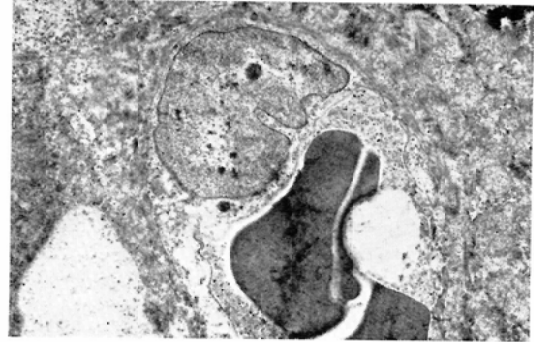


Fig. 23

Fig. 19~23 Observation of postirradiation of liver cells by electric microscopic photogram.

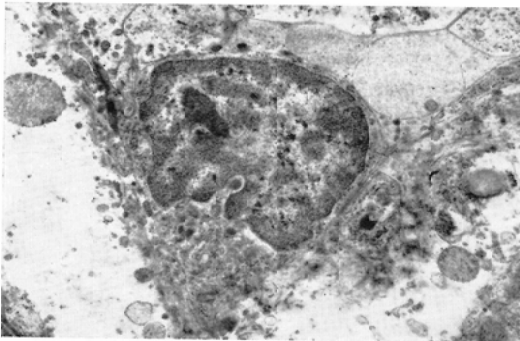


Fig. 21

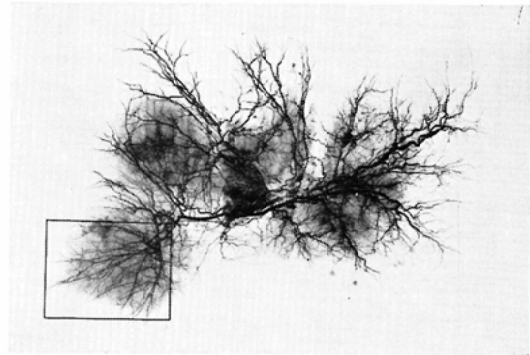


Fig. 24 Microangiography of liver (Postirradiation in the right lobe)

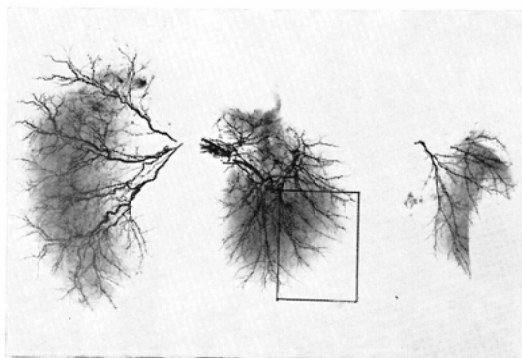


Fig. 25 Microangiography of liver (Postirradiation in the left lobe)



照射後4日目の肝シンチグラムには  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal を使用し作製した。肝全体の辺縁はあまり明白ではない。そして肝全体のアイソトープの摂取もあまりよくない。照射野に一致して幾分不明瞭ではあるが欠損像を認める。そして肝自体は全体に腫大している。

ロ) 照射後7日目の肝シンチグラム所見

照射後7日目の肝シンチグラムの作製には  $^{198}\text{Au}$  colloid を使用しているが、照射前に比して肝は全体に腫大している。そしてこれと共に肝の辺縁は幾分不明瞭になつている。又肝の左葉の右下の部位に照射せる部位に一致して明らかな欠損像を示す。照射後に於ける肝シンチグラムで、肝が大きくなる事は右側下部の照射時にも見られた事であり興味ある事である。

ニ) 照射後10日目の肝シンチグラムの所見

10日目の肝シンチグラムの作製には  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal を使用しているが照射後4日目の肝シンチグラムに比較してその腫大は幾分改善されて来た様に見られる。そして4日目のよりも、辺縁の境界は明瞭になりアイソトープの摂取も可成りよくなつて来ている。然しこの時間になつて左葉下部に於ける欠損像が  $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal を使用せる肝シンチグラムにも現われ、その照射された部位を明らかに示している。この時期では、その腫大が改善されたのは右側の方が左側より著しい様に考えられる。

ホ) 照射後13日目の肝シンチグラムの所見

13日後の肝シンチグラムでは、 $^{198}\text{Au}$  colloid を使用し作製している。前回すなわち照射後7日目の肝シンチグラムより腫大はよくなり比較的辺縁も明瞭になつて来た。その腫大の改善を更によく観察すると、肝の右側の部分は可成りもとの形に回復して来たが左側はまだ可成りの腫大の傾向を示めしている。そして欠損像も明らかに認められる。

ヘ) 照射後22日目に於ける肝シンチグラムの所見

照射後22日目の肝シンチグラムの作製は  $^{198}\text{Au}$  colloid を使用している。照射後13日目の肝シン

チグラムと比較すると前回より更に肝の辺縁は明瞭になり、前回みられた左側の肝の腫大はほぼ照射前と同じ位の大きさになつて来たというよりは、むしろ幾分小さくなつて来ている様にも思える。右側はほぼ正常に迄回復していると考えられる。前回みられた欠損像は、可成り小さくなり左下部の一部の欠損像として認められているに過ぎない。

ト) 照射後28日目の肝シンチグラムの所見

28日後に於ける肝シンチグラムの作製には、 $^{131}\text{I}$  Rose-Bengal を使用しているが肝全体の腫大は10日後の肝シンチグラムに比して可成り改善され肝の右側の大きさはほぼ正常の大きさに迄回復している様に思われる。然し左側はまだ大きく、その左下部には欠損像を示めすけれども欠損像は前回の所見に比較して小さくなつていると考えられる。

チ) 照射後39日目の肝シンチグラム所見

照射後39日目の肝シンチグラムの作製には  $^{198}\text{Au}$  colloid を使用している。肝の腫大は全体に回復している。肝の右側に於ける腫大はほとんど照射前の状態に回復している。左側の肝は腫大の回復というよりは、むしろ照射前に於けるよりも更に幾分縮少せる餽を呈する。照射後22日目の肝シンチグラムより欠損部は更に縮少して来ている事は注目すべきと考える。

リ) 照射後43日目の肝シンチグラム所見

肝全体の腫大はほとんど照射前と同様となり辺縁も明瞭となつて来ている。ただ肝の左側に於ける特に左縁では照射前の如く丸味を帯びてなく急に断裂せる形を呈している。肝の左側全体は照射前よりむしろ縮少している。そして欠損部は明らかでなくなつている。この事は肝シンチグラム上からは照射により一時腫大した肝が、時間の経過と共に肝組織の萎縮を来たしこの様な像になつたと考える。又欠損部の消失も欠損が細胞の回復によつて認められなくなつたのか、又は欠損部の組織が萎縮したために、欠損部として認められなくなつた事も考えられる。

## ス) 照射後46日目の肝シンチグラム所見

照射後46日目の肝シンチグラムの作製には<sup>198</sup>Au colloidを使用している。肝全体の所見としては、腫大は改善されむしろ肝全体が萎縮した状態を示めし小さくなっている。<sup>131</sup>I Rose-Bengal使用時と同様に左側の左縁は切除したかの如く直線を描き全体に像が小さくなっている。そして左下端に小さな欠損像を認める。

## II) 照射部位と非照射部位との肝細胞の電子顕微鏡的所見について。

照射を肝の左下部に行なつた症例について照射後46日目にこの犬を殺し肝をとり出し観察を行なつた所照射部位に一致して肝組織の萎縮の状態が認められた。

肝をとり出し出来るだけ早く非照射部位として右側の組織をそして照射部位として萎縮している部位の組織をとり1mm<sup>3</sup>の組織片となしpH 7.4 Eufferを混じた0.1%のオスミック酸にて2時間固定し、50%、70%、90%、95%、100%のアルコールにて脱水後Epoxy resinにて包埋を行ない、型の如く切片となし電子顕微鏡にて観察を行なつた。

## 照射部位に於ける肝細胞の変化について

核は核小体も明瞭であり且核膜は明らかなる二重膜構造を有し、特別の変化は認められない。一般に一部の細胞ではミトコンドリアの数が少ない様に考えられる。そしてミトコンドリアは非照射部位のミトコンドリアに比して小さい、更にミトコンドリアの少ない細胞では核周囲にはあまりミトコンドリアが認められず細胞の辺縁にミトコンドリアが少数存在する。此等のミトコンドリアの糸粒体嚢は明瞭で、かつ周囲の二重膜構造も明らかに認められる。又細胞間隔であるが非照射部位に比して細胞間隙の拡大が認められる。この事は多くの細胞を観察し、多分細胞自体の萎縮の為此の様な像を呈するものと考えられる。

## 総括

本実験は放射線治療時に於ける肝照射に対して肝シンチグラムを指標として追求すると、一時的にシンチグラム上欠損像を示めず事が知られてい

る。比等の変化を動物を使用して肝シンチグラム上より肝の変化を時間的に追求する事を目的として本実験を行なつた。

肝の右下極と思われる部分に照射を行なつた実験では照射後4日目ではあまり明瞭な変化は現われて来ない。照射後11日目の<sup>198</sup>Au colloidを使用する肝シンチグラムでは、照射部位の縮少の傾向を有している。これに対して肝の左側は代償性肥大の為大きくなっている。

照射後18日目の肝シンチグラムでは、<sup>131</sup>I Rose-Bengalを使用する肝シンチグラムであるが、照射後11日目と同様照射前に比し右側すなわち照射された側は小さくなり、左側は可成り大きくなる事が解つた。照射部位はあまり明らかには影出されず、まだアイソトープの摂取の良くない事を示めている。

照射後25日目で肝の右側および左側共にほぼ照射前の状態になつた如くに思われるが、唯良く観察すると照射部位は照射前よりも更に縮少した感じを与える。又左側は照射後11日日程ではないが、幾分腫大せる傾向を有している様に思われる。此等の経過を観るに右下極に於ける照射にては不完全なる欠損像を示めしたが完全欠損を示めず事はなかつた。

次で肝の左側に照射せる時の影響を観察した。照射後4日目の肝シンチグラムでは左側が全体に腫大している。そして辺縁があまり明らかでない。照射後7日目では照射部位に一致して明らかなる欠損像を示めし、そして他の部位は全体に腫大の傾向を有している。照射後10日目になると、肝の腫大は幾分改善されて来る。そして照射後辺縁が不明確であつたのがこの時期になると比較的明らかになつて来る。更に照射後13日目になると、10日目より肝の腫大は良くなり辺縁も明瞭になつて来ているが、まだ照射部位に一致して明らかなる欠損像を認める。照射後22日目で肝の腫大は非常に改善され、ほぼ正常の状態迄回復する。照射部位に一致した欠損部位は前回より更に小さくなり、この為か左側は照射前よりむしろ幾分小さくなつた感がある。

照射部位と非照射部位との電子顕微鏡の所見では照射部位の肝細胞は一般にミトコンドリアの数が少なくなつて居り、更にそれ等のミトコンドリアは小さく辺縁部に多い様に思われる。然しミトコンドリア自体は二重膜構造や糸粒体櫛等は明らかであり非照射時のミトコンドリアとあまり差を見ない。然し肝細胞が全体に萎縮を来たりしており、肝細胞間隙は普通の場合より幾分拡大している様に思われる。又照射部位の肝毛細血管の変化を観察すると、その内皮細胞は明瞭なる境を有する細胞で核膜や核自体には著明な変化を認める事は出来ず、その変化はほぼ正常の状態に回復したものと考えられる。肝動脈の走行については肝の右側および左側に照射せるもの共に同様であるが、肝動脈が非照射部位になると組織の萎縮に依る為か走行を観察するとあまり屈曲がなく棒状になつた感を与える。

以上の如く照射された肝は肝シンチグラムで観察を行なうと一時的に肝は腫大する、そして照射部位に一致して欠損像を認める。この事は著者がラットによる実験で一回大量の全身照射を行なつてその肝臓を電子顕微鏡により観察した結果、肝細胞は一時的に非炎症性変化を呈し肝細胞は浮腫状をなし腫大している事を発表している。この実験結果に今回の実験結果がよく一致する事は興味ある事と考える。

### 結 語

肝照射後に於ける変化を肝シンチグラムを作製してシンチグラムの変化を追求した結果では、照射部位に一致して欠損像が現われる。その他の部位は一時的に腫大する。或一定の期間を過ぎると肝は元の形になる。照射された部位は一時的に腫大して、これが正常に戻り更に縮少する。これは組織学的所見とよく一致し肝の照射部位が萎縮している事を認めている。この様な大量の放射線が一時に肝に照射される事は無いにしても放射線治療を行なうに当つて肝が照射される可能性のある時は照射前に肝シンチグラムを作製しておき照射中も時々作製し比較する事により、その変化を知らせる事が出来るのであり、照射前の肝シンチグラム

が作製されてない時は今回の実験の様な萎縮による肝縮小は見逃がされるであろう。放射線治療を行なうにあつて肝組織の照射があらかじめ考えられる時は照射前に肝シンチグラムを作製しておき、これと比較する事が大切であると考えらる。

### 文 献

- 1) Wagner, H.N., Mc Afee, J.G., Mozley, J.M.: Diagnosis of liver disease by radioisotope scanning, Arch. Int. Med. 107: 324, 1961.
- 2) Bradley, S.E., Ingelfinger, F.J., Bradley, G.P., Curry, J.J.: The estimation of hepatic blood flow in man. J. Clin. Invest. 24: 890, 1945.
- 3) Delaloye, B., Magnenant, P., Cruchaud, S.: Hepatoscintigram after injection with denatured human albumin labeled with  $I^{131}$ . Schwiz. Med. Wchnshr., 89: 1305, 1959.
- 4) Little, R.C., Kelly, H.B.: Removal of radioactive gold colloid by the perfused mammalian liver. Am. J. Physiol. 173: 265, 1953.
- 5) Dobson, E.L., Warner, G.F., Finney, C.R., Johnstom, M.E.: The measurement of liver circulation by means of the colloid disappearance rate. I. Liver blood flow in normal young men. Circulation 7: 690, 1953.
- 6) Bradley, S.E., Ingelfinger, F.J., Bradley, G.P.: Hepatic circulation in cirrhosis of the liver. Circulation 5: 419, 1952.
- 7) Gershon-cohen, J., McClendon, J.F., Sklaroff, D.M.: Contrast Roentgenography versus radioisotope scanning of liver and spleen. Am. J. Roent. 88: 304, 1962.
- 8) Vetter, H., Falkner, R., Neumayer, A.: The disappearance rate of colloidal radiogold from the circulation and Its application to the estimation of liver blood flow in normal and cirrotic subjects. J. Clin. Invest. 33: 1594, 1954.
- 9) Yagan, R., Mac Intyre, W.T., Christre, J.H.: Estimation of liver size by the multiple cut off scintillation scanning technique. Am. J. Roent. 88: 289, 1962.
- 10) Friedell, H.L., Mac Intyre, W.J.: Method for visualization of configuration and structure of liver. Part A. Preliminary clinical investigations. Am. J. Roent. 77: 455, 1957.
- 11) Paretis, A.D.: Detection of intrahepatic metastasis by blinde needle liver biopsy. Am. J. M. Sc. 237: 325, 1959.
- 12) Donato, L., Bechini, M.F. Panichi, S.: Liver scanning with colloidal radiogold. Medical radioisotope scanning. International Atomic

- Energy Agency, Vienna, 87—105, 1959.
- 13) Bradly, S.E.: Variations in hepatic blood flow in man during health and disease. *New England J. Med.*, 240: 456, 1949.
  - 14) Zilversmit, D.B., Boyd, G.A. Brucer, M.: The effect of particle size on blood clearance and tissue distribution of radioactive gold colloids. *J. Lab. & Clin. Med.*, 40: 255, 1952.
  - 15) Dobson, E.L., Jones, H.B.: The behavior of intravenously injected particulate material its rate of disappearance from the blood stream as a measure of liver blood flow. *ACTA Med. Scandinav.*, 144, Suppl. 273, 1952.
  - 16) Sheppard, C.W., Jordan, G., Hahn, P.F.: Disappearance of isotopically labeled gold colloids from the circulation of the dog. *Am. J. Physiol.*, 164: 345, 1951.
  - 17) Bollmann, J.L., Khattab, M. Thors, R., Grindly, J.H.: Experimentally produced alterations of hepatic blood flow. *Arch. Surg.* 66: 562, 1953.
  - 18) Concannon, J.P., Edelmann, A.: Localized "Radiation Hepatitis" as demonstrated by scintillation scanning. *Rad.* 89: 136, 1967.
  - 19) Krohmer, J.S., Bonte, F.J.: Scintillation scanning of the liver. 1. Physical basis. *Am. J. Roent.* 88: 269, 1962.
  - 20) Kurohara, S.S., Swensson, N.L.: Response and recovery of liver to radiation as demonstrated by photoscans. *Rad.* 89: 129, 1967.
  - 21) Root, S.W., Andrews, G.A., Kniseley, R.M., Tyor, M.P.: Distribution and radiation effects of intravenously administered colloidal Au<sup>198</sup> in man *Cancer*, 7: 856, 1954.
  - 22) Bonte, F.J., Korh MeR, J.S., Elemendore, E.: Scintillation scanning of the liver 2. Clinical applications. *Am. J. Roent* 88: 275, 1962.
  - 23) Falkner, R., Neumayr, A., Vetter, H.: Die Bestimmung des Blutflusses durch die Leber mit Kolloidalem Radiogold. Symposium on clinical applications of radioactive isotopes. Bad Gastein, January 1954, *Strahlenther.*, in press.
  - 24) Berman, J.K., Hull, J.E.: Circulation in the normal and cirrhotic liver *Ann. Surg.* 137: 424, 1953.
  - 25) Usselman, J.A.: Liver scanning in the assessment of liver damage from therapeutic external irradiation. *J. Nuclear Medicine* 7: 761, 1966.
  - 26) Daoust, R.: Cell population of liver tissue and cytological reference basis in liver function. Symposium. RW. Bauer, Editor, A.I.B.S. Washington, 1958.
  - 27) Crespo G.G., Mac Intyre, W.J., Christie, J.H.: A comparison of I<sup>131</sup> Rose Bengal and colloidal Au<sup>198</sup> in liver scanning. *A.J. Roent.* 88: 296, 1962.
-