



Title	腎血管の造影拡大撮影（血管造影拡大法の研究 第2報）(X線拡大撮影法の研究 第35報)
Author(s)	金子, 昌生
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1966, 26(1), p. 55-65
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16110">https://hdl.handle.net/11094/16110</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

# 腎血管の造影拡大撮影

## 血管造影拡大法の研究(第2報)

## X線拡大撮影法の研究(第35報)

名古屋大学医学部放射線医学教室(主任:高橋信次教授)

金子昌生

(昭和40年9月7日受付)

Angiography in Four Times Magnification Applied to the Kidney of the Living Human Body

Studies on Enlargement Angiography (2nd Report)

Studies on Enlargement Radiography (35th Report)

by

Masao Kaneko

Department of Radiology, Nagoya University School of Medicine, Nagoya.

(Director: Prof. Shinji Takahashi)

The renal angiograph of the healthy living body taken in four times magnification revealed numerous fine linear shadows accompanied with small granular punctiform shadows in the cortex area and medulla as well.

Small granular punctiform shadows and fine linear shadows seen in the angiograph in four times magnification applied to the kidney of the living dog, removed kidneys of the dog as well as human body are verified to be glomeruli and interlobular arteries by means of the soft X-ray examination and also the histological study.

### 緒言

第1報<sup>13)</sup>に於て、血管造影拡大撮影に於ける経皮的選択的カテーテル法につき、余の工夫につき述べたが、本報に於ては、腎血管の検査にこの方法を応用した場合を述べようと思う。先ず、生犬を用いた実験で拡大像はどの様な様相を呈するかを述べ、次いで、人体の剥出腎にこの撮影を施行した場合、犬で得られた所見とどの様に相違し、或いは合致するかを考え、最後に、成人の正常腎血管拡大撮影の所見を、上述の二者の実験結果より、どの様に読影すべきかを論じたいと思う。

### 1. 動物実験

健常なる3~5kgの成犬を用いた。先ず犬を

1.5%のラボナール6~10ccを用いて静脈麻酔した。一方、これに気管挿管して、麻酔器により呼吸管理を行い、必要に応じてエーテル麻酔を加えた。これにより、拡大撮影時には、呼吸を停止させて、呼吸による腎の動搖の量を無くする事が出来た。撮影台、連続フィルム交換装置、撮影条件等は、第1報<sup>13)</sup>で述べた通りである。犬は拡大撮影台上に背臥位に固定した。Seldingerの方法により、Ödmanの赤カテーテルを大腿動脈より血管内へ挿入し、透視下にて、カテーテルの先端を腎血管内に、嵌入せしめる。造影剤は76%ウログラフイン又は80%アンギオコンレイを0.5~3.0ccを使用した。造影剤注入後、引続き生理的食塩

水を加圧注入し続けた。造影剤注入開始と同時に1～2秒に1枚の間隔で、連続撮影を行つた。拡大撮影が終ると更に単純連続撮影も行つて、拡大撮影の場合と比較に便ならしめた。尚、これらの撮影後、X線像の解析を行うため、腎を剥出し、超微粒子バリウム・ゾルを腎動脈内に注入した。この腎を拡大撮影する事により、バリウムが充分細い血管迄入つているのを確めた後、10%のホルマリン溶液に10日間浸して固定した。固定した腎の前後方向に垂直な平面で、約3mmの厚さに切片をつくり、軟X線撮影を行つた。フィルムは富士の工業用フィルムタイプ80を用い、25KVpで撮影した。得られた写真を間接的に光学的に4倍拡大して観察した。

その結果を述べるに、先ず、生体では、単純撮影の場合も拡大撮影の場合も、造影剤注入後1秒の動脈相の造影では、腎動脈に入った造影剤は、葉間動脈に分れ、各腎錐体の間の腎柱の片側を走り、錐体の髓質と皮質の境界に於て、弓形動脈に入つていく。図1は生きた犬の左腎の選択的血管造影をしたもので、これを間接的に4倍拡大したものが、図2である。間接的に4倍拡大した理由

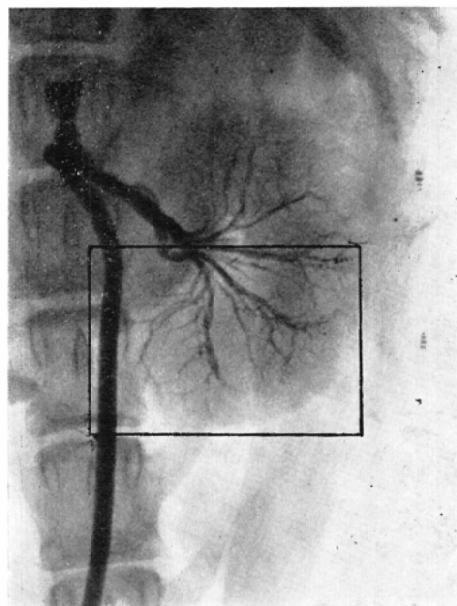


Fig. 1. Renal arteriograph of the living dog taken by the normal radiography.

は、直接4倍拡大像と所見が相違するかどうかを確かめる為である。此等をみると、双方共に、葉間動脈より弓形動脈が分枝しているのが、僅かに認

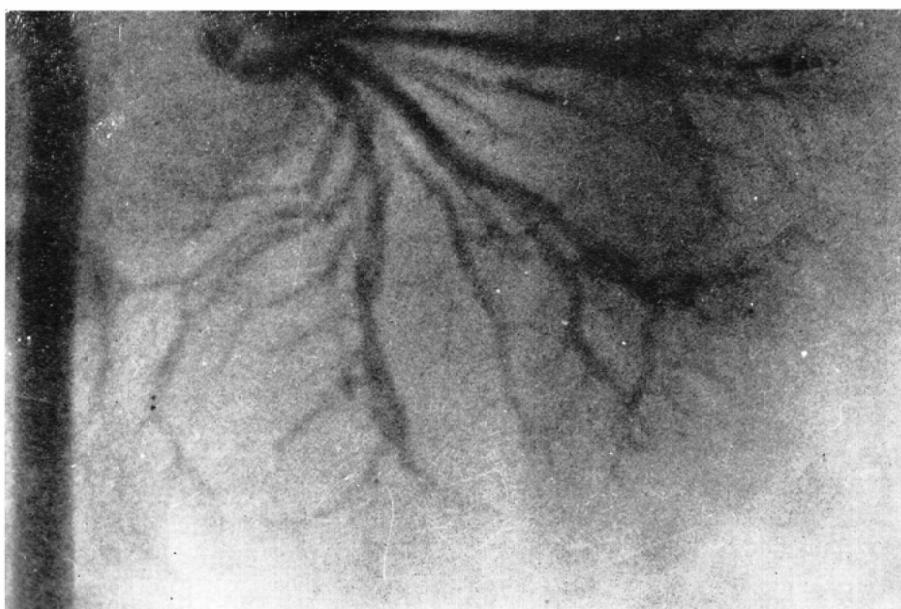


Fig. 2. The rectangular part of the figure 1. is photographically enlarged in four times. Arciform arteries are seen.

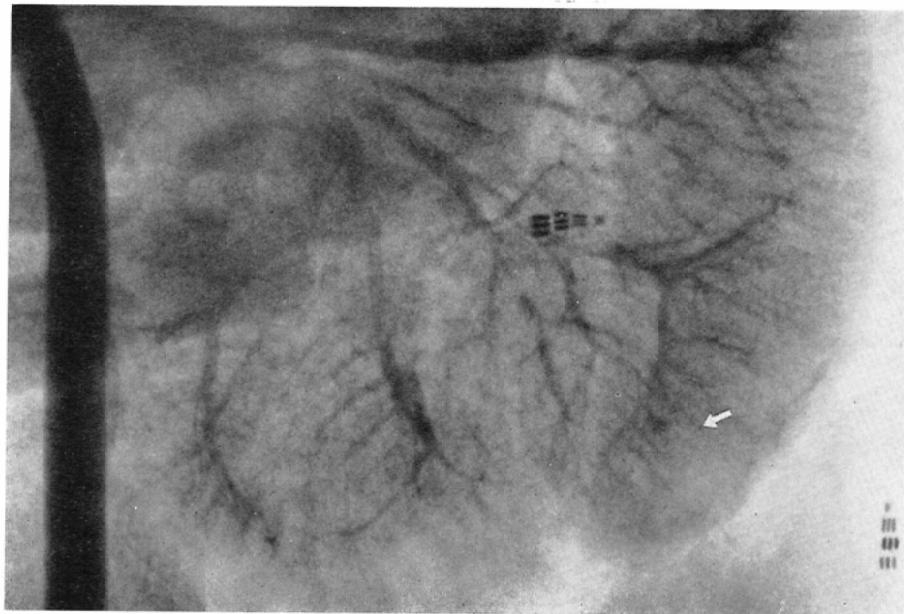


Fig. 3. Renal arteriograph of the living dog taken in direct four times magnification. Numerous interlobular arteries are imaged with brush-like appearance. In addition, small granular punctiform shadows (arrow) are seen among these linear shadows.

められる。しかし、小葉間動脈は殆んど判らぬ。直接4倍拡大写真から犬の小葉間動脈の太さを推定すると、その起始部でも、直径約0.1mmと考えられる故、それが急速に細小となるので、単純撮影では微小な為に見えにくいかも知れないので、間接的に4倍拡大したものを観察しても、感光材料の粒子のアレが目立つのみで、微細な所見が更に加わると云う事はない。

それではこの微細な小葉間動脈に造影剤が侵入しなかつたのであろうか。図3は、同じ犬の左腎を直接4倍拡大したものである。それをみると、弓形動脈より更に分れた線状陰影がみられる。特に皮質では、刷子状に線状陰影が、弓形動脈から多数出ているのが明瞭である。更にこの線状陰影の周辺をよく観察すると、写真的粒子とは明らかに異なる粟粒の約2分の1程度の大きさの微細な顆粒状陰影が多数認められる。

単純写真ではみられず、拡大撮影でみられるこれらの線状陰影及び顆粒状陰影は何であろうか。

それを知るため、この犬の剥出した腎の直接4倍拡大写真が図4である。これを見るに、この線状陰影は皮質の小葉間動脈でその周辺の微細粒子迄、造影剤が入っているのが認められる。生体に於ては、腎は他の器官、臓器と重複造影される為、小葉間動脈の周辺の微細な顆粒状陰影は存在する事は判つても、その形状大きさは少し不明瞭であつた。然るに剥出腎では、重複陰影がない為、この顆粒状陰影がより判然と認められる事が判つた。同時撮影されたテストチャートの大きさと比べると、この顆粒状陰影の大きさは大凡 $80\mu$ 内外と推定される。

この線状陰影と顆粒状陰影が何であるかを確める為、この腎の軟X線撮影したもの（図5下）を4倍拡大（図5上）して観察すると、血管陰影は樹枝状に分枝して居り、この樹枝状陰影の末梢には、果実状に顆粒状陰影が認められる。顆粒の形は、ほぼ円形で大きさは髓質に近い方が大きくて、皮質の腎被膜に近づくに従つて、小さくなつていく傾向がみられる。個々の顆粒状陰影を更に

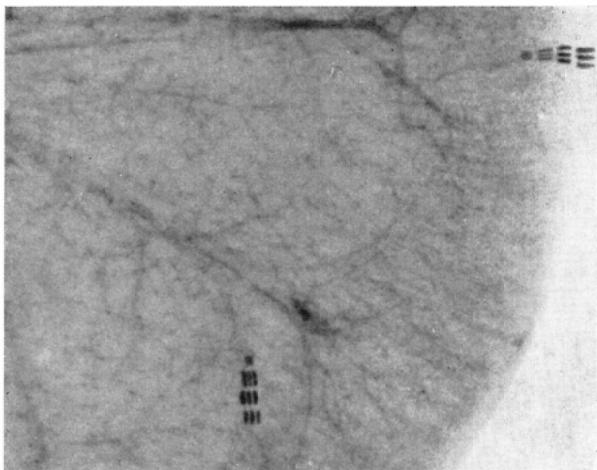


Fig. 4. Arteriograph of the removed canine kidney in direct four times magnification. Fine stripes of interlobular arteries are imaged in the renal cortex and among these stripes, small granular punctiform shadows filled with contrast media are seen.

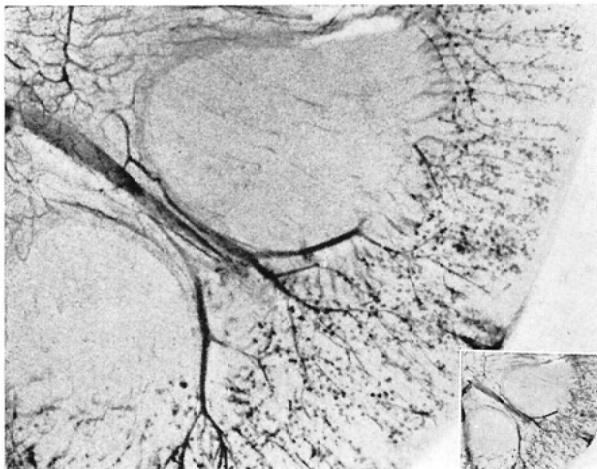


Fig. 5. Soft X-ray radiograph of sliced kidney of the dog in 3 mm thick (bottom right). The same photograph in four times magnification (top). Small granular shadows are numerous seen accompanied with the interlobular arteries in the cortex.

微細に観察すると、小葉間動脈の分枝の血管を常に伴つて居り、顆粒状陰影が血管系に直接関係のあるものである事を示す。即ち、腎糸球体の解剖学的な事実を照らし合せて考えれば、顆粒状陰影は腎糸球体と推測しても良い様である。従つて生犬で認められた線状陰影は小葉間動脈で、その周辺の微細な顆粒状陰影は腎糸球体であると考えられるが、これは単純写真ではみられず、4倍拡大撮影を行つて始めて結像する事が明らかとなつた。

## 2. 人体の剥出腎による実験

動物実験で腎の微細構造は明らかになつたが、これが人腎ではどうであろうか。人体の正常腎について、腎血管を観察する為に、腎疾患以外の病

気で死亡せる患者で、その臨床的経過より腎は健常であった例の病理解剖時に腎を剥出したものについて検索した。この腎の腎動脈より、超微粒子バリウムゾルを注入して、単純撮影と直接4倍拡大撮影を行つた。次いで、これを10%ホルマリン溶液で、10日間固定後、約3mm厚に切片をつくり、これを密着軟X線撮影したフィルムを間接的に、4倍拡大して観察した。又、造影剤がどの様な状態で、どの程度に末梢脈管内に入っているかを確める為に、その剥出腎の組織標本を作製して、これを組織学的に検索した。

今、この結果をみると、死後2時間で病理解剖を行つた小児の場合で、図6はその単純写真(図6上)と直接4倍拡大写真(図6下)を示す。单

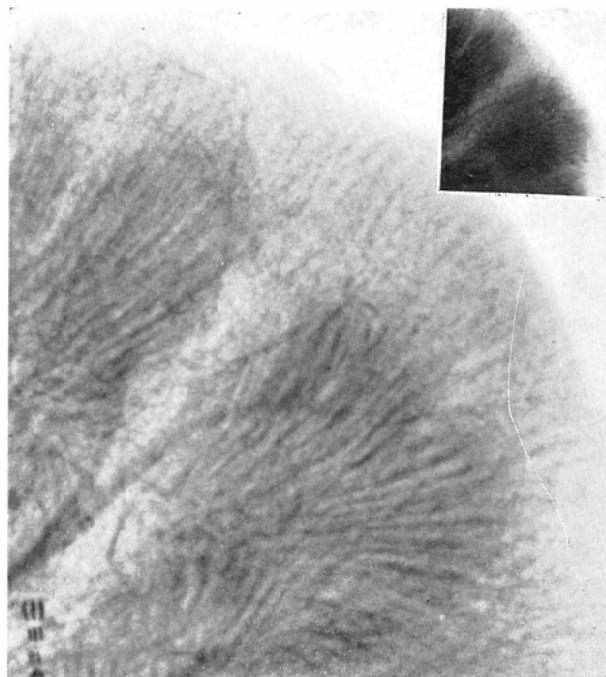


Fig. 6. Arteriograph of the removed healthy kidney taken by normal radiography (top right), and that taken by radiography in four times magnification (bottom). Small granular punctiform shadows are numerous seen in the cortex and the shadows of arteriolae rectae like pineneedle appearance in the medulla.

純写真では、葉間動脈から弓形動脈に造影剤が入っている状態は明らかであるが、皮質にも僅かに造影剤の存在が認められる。しかし、これは判然としない。又、髓質には腎錐体を単位にして針状陰影が錐体の頂点に向つて集中する如く束状にみられる。一方、拡大写真では、以上の所見の他に、弓形動脈より小葉間動脈が分岐している状態が明らかで、更にその分枝の血管が網目を形成し

ながら主として皮質に於て、刷子状に走つているのが認められる。これらの血管の周辺には、顆粒状陰影が存在し、4倍拡大写真上で1cm四方に囲れる範囲に、約25個を数え得る。形はやや不整円形で、大きさはテスト・チャートより  $100\mu$  よりは大きいと推定される。その剥出腎の切片を軟X線撮影したもの（図7上）を更に間接的に4倍拡大したものが図7下である。単純写真では皮質に

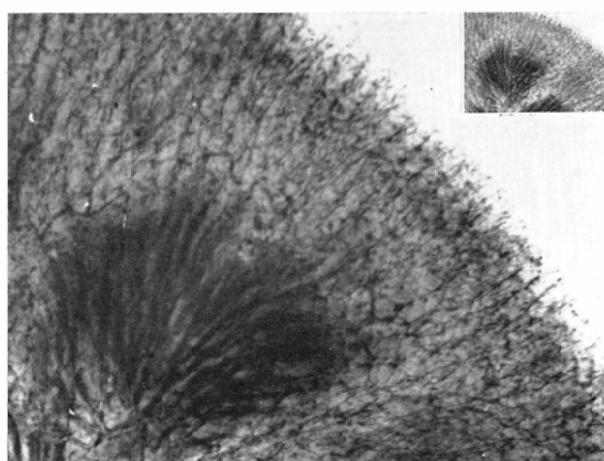


Fig. 7. Soft X-ray radiograph of the sliced kidney in the same case of the fig. 6 (top right) and its photographic enlargement in four times (bottom). On the enlargement radiograph, small granular punctiform shadows are numerously seen more evidently among the interlobular arteries in the cortex and arteriolae rectae in the medulla.

小葉間動脈を多数認める。重複撮影が減つた事と、対比度が良くなつた為であろう。しかし、顆粒状陰影は判つきりしない。拡大写真では、単純写真で皮質に存在する小葉間動脈の1本づつに見えたのは、実はやや太い血管に伴つて1～2本の細い血管が平行して走つていたり、これらの血管から分岐した更に細い血管の網目を形成していた事が判つきりとみられ、これらの交錯する血管網の間に血管に随伴して顆粒状陰影が無数に存在する。この顆粒状陰影は拡大写真上で1cm<sup>2</sup>で皮質の被膜に近い部分では粒子の大きさが小さい粒子が約50個、髓質に近い部分では粒子がその2倍

程大きく、数は約30個位数える事が出来る。髓質には、犬の場合には僅かしかみられなかつた毛髪様陰影が皮質から始まり、腎錐体の頂点に向つて線束状に走つているのがみられる。これは直小動脈と考えられる。図8に同じ症例の剥出腎に造影剤として超微粒子バリウム・ゾルを注入した組織標本を示す。図8左は400倍の強拡大顕微鏡写真で、皮質に於て、造影剤が輸入血管に入り、糸球体の血管極を通過して再び輸出血管から出て来ているのが判る。図8右は160倍の弱拡大で、髓質に於て、直小動脈に束状に造影剤が入つているのが判る。即ち、人体の剥出腎の直接4倍血管造影拡

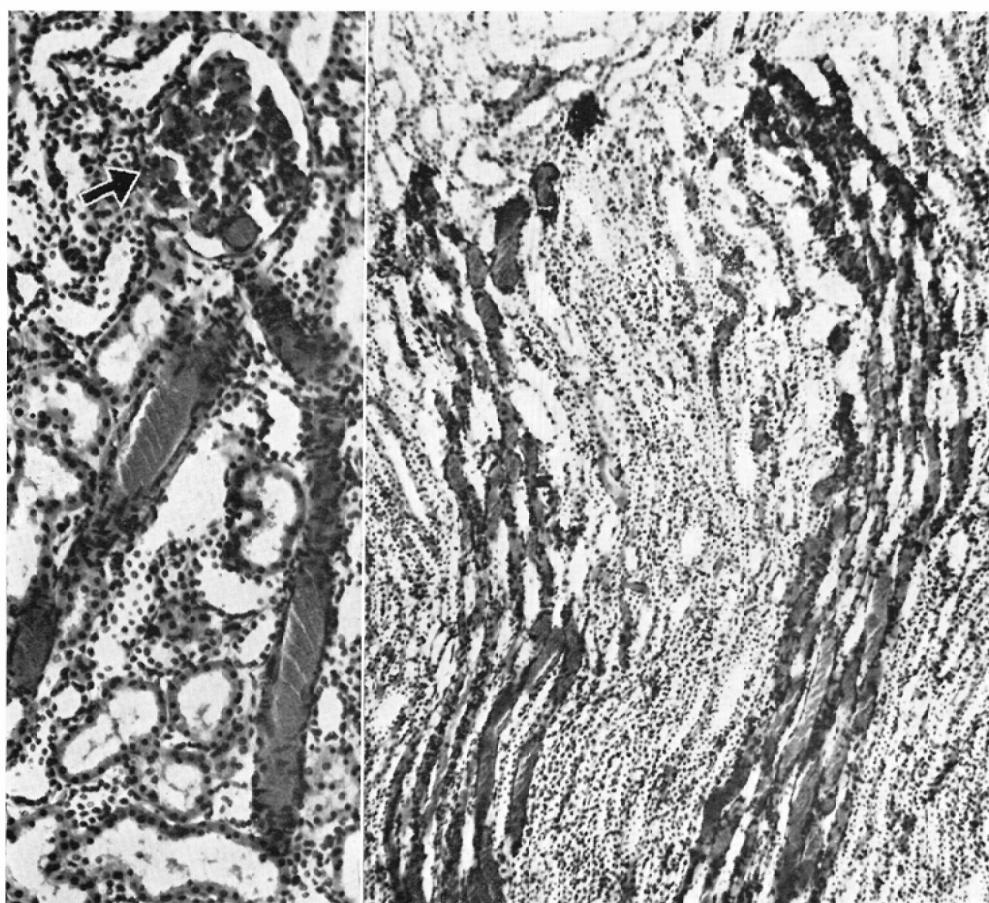


Fig. 8. Histology of the kidney in the same case of Fig. 5. The glomeruli (arrow) and afferent and efferent arteries are filled with contrast media on the left picture of 400 times magnification. In the right picture of 160 times magnification, arteriolae rectae are also filled with contrast media in a bangle like fassion.

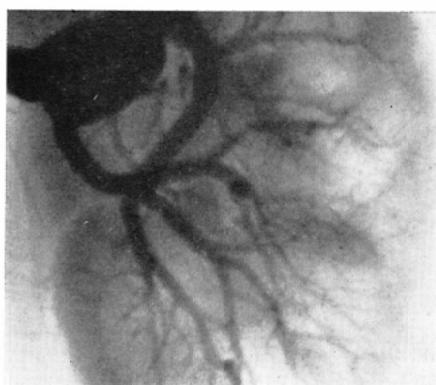
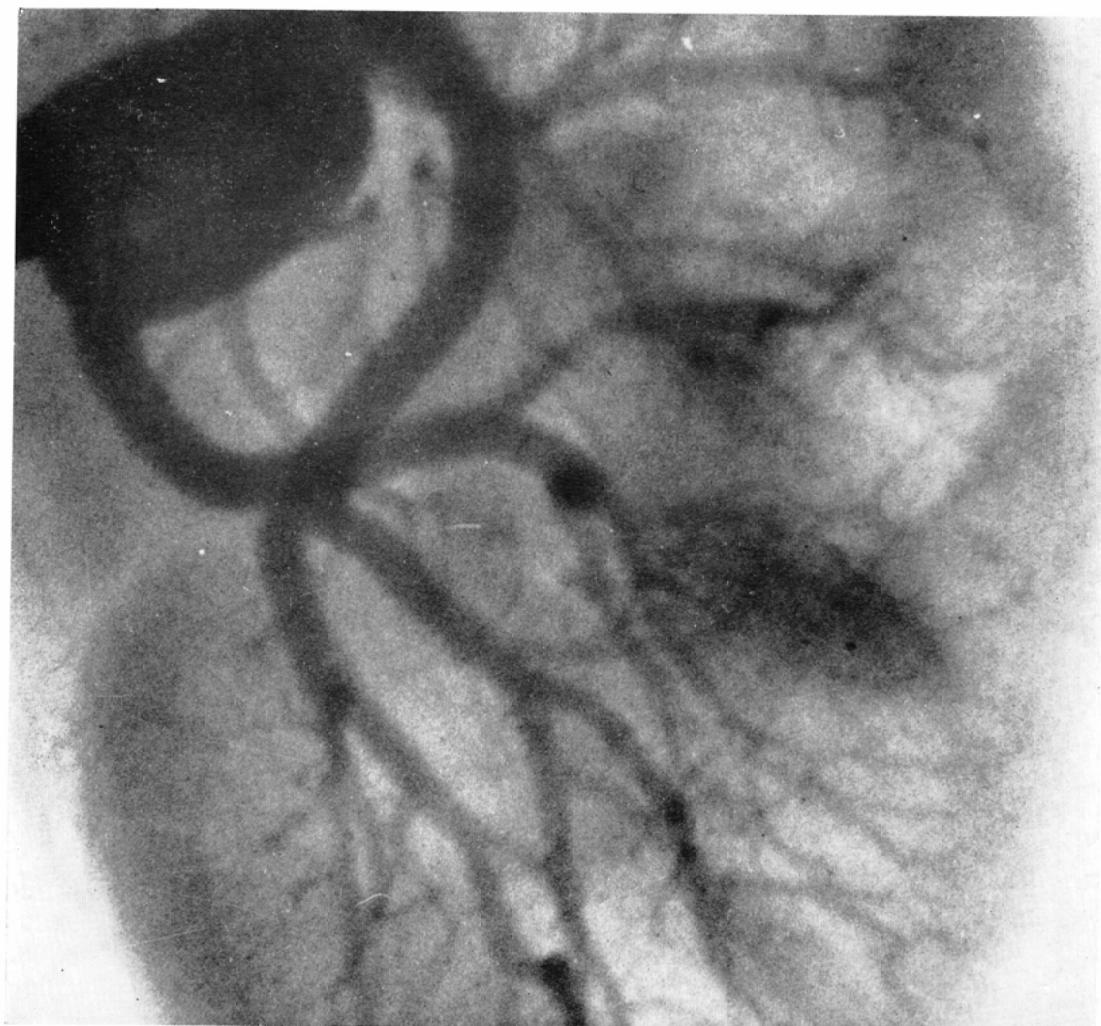


Fig. 9. Renal arteriograph of the healthy living human body taken normal radiography (bottom) and its photographic enlargement in four times (top). No further information other than arciform arteries are obtained.

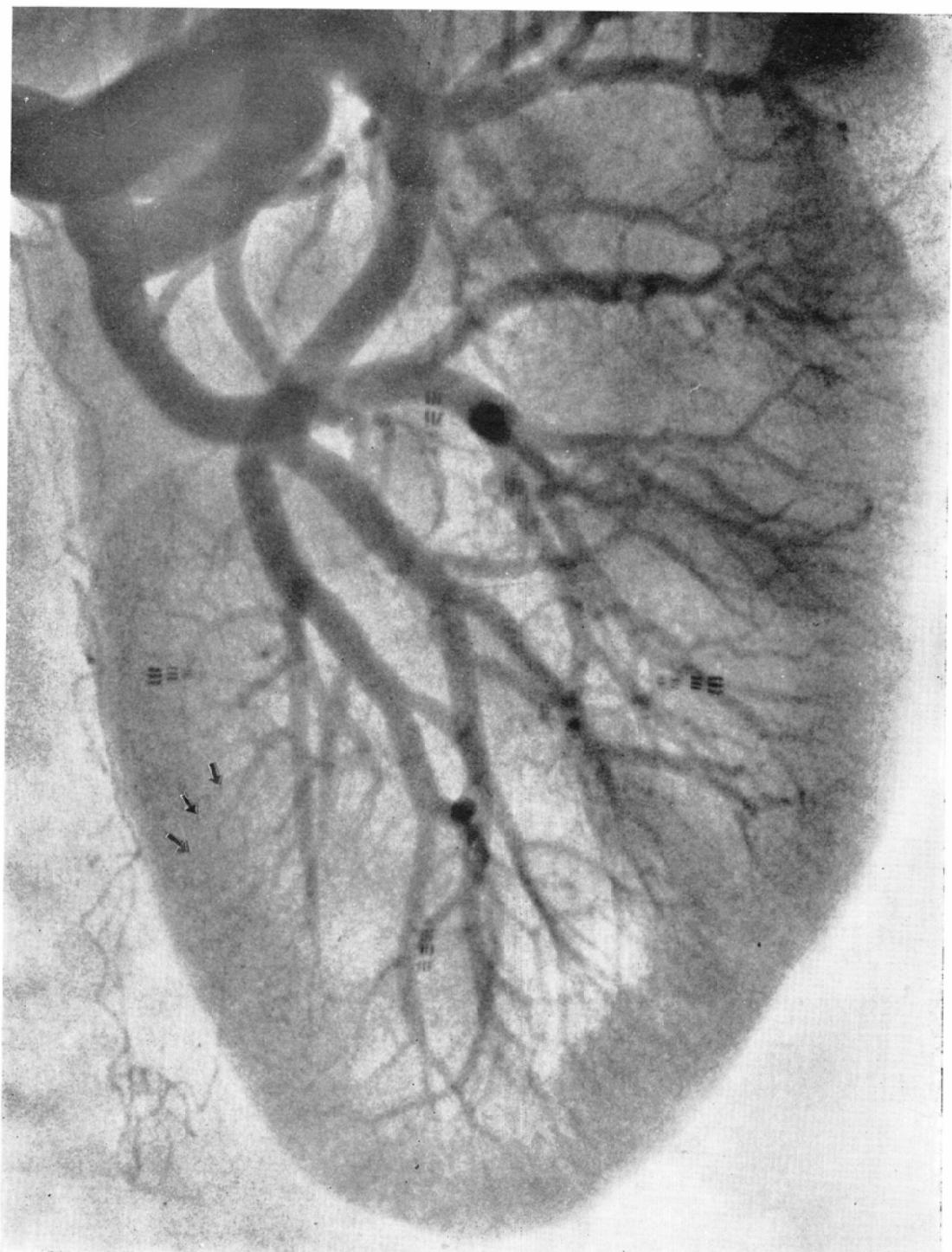


Fig. 10. Direct four times enlargement renal arteriograph of the same case of Fig. 9. Brush-like shadows of the interlobular arteries are seen in the cortex and small granular punctiform shadows (arrow) are numerously seen among these arteries, which could be considered nothing but glomeruli from the evidence verified in the animal experiment and removed human kidney.

大撮影を行つた際、主として皮質に認められる顆粒状陰影は腎糸球体であり、針状或いは毛髪様陰影として認められたのは直小動脈と考えられる事が、組織学的にも証明された事になる。この組織学的所見は生犬のX線像にも当てはまると考えてよい。

### 3. 人生体に於ける腎血管の造影拡大撮影

臨床的には腎疾患を認めない患者で、正常の腎血管の状態を観察した。第1報<sup>13)</sup>で述べた如く、患者は仰臥位にて、大腿動脈の両膝部周囲を局所麻酔後、Seldingerの方法により、Ödmanの緑カテーテルを大腿動脈より挿入して、透視下に腎血管の選択的造影を行う。造影剤は60%ウログラフィン又は60%コンレイ6~8cc.を用い、80KVp.で単純撮影を行つた。造影剤注入後は、点滴持続注入器により、抗凝血剤を含む生理的食塩水を加圧注入し、凝血を防ぐと共に、腎臓内に貯留している造影剤の流出に努めた。単純撮影を行つて、腎臓内に造影剤が残つて居ない事を確めた後、更に125KVpで拡大撮影を行つた。

その結果を述べると、図9は造影剤注入1秒後の単純写真(図9下)とその間接4倍拡大写真(図9上)であるが、共に生犬の場合と同様に、葉間動脈から弓形動脈が出ている処迄は判るが、小葉間動脈は判然としない。間接的に4倍拡大した場合は、単純写真に比べ、感光乳剤の粒子のアレが目立つのみで、特別の所見は附加されなかつた。図10は図9と同じ症例で、やはり造影剤注入1秒後の直接4倍拡大撮影であるが、葉間動脈が腎錐体を単位に分岐し、更に皮質と髓質の境界で弓形動脈となり、これより皮質に於て刷子状に被膜の方向に向つて小葉間動脈がみられる。これらの血管の間に顆粒状陰影が拡大写真上で1cm<sup>2</sup>に約20個程度存在し、大きさはテスト・チャートから100μより大きいと考えられる。犬の場合や、人体の剔出腎でみられた如く、大きさは髓質に近いほど大きく、皮質の被膜に近いほど小さい傾向を示す。又、皮質の小葉間動脈と被膜の血管の間に吻合が存在するのを認めた。以上、生犬の場合との類似性、及び犬や人体の剔出腎で、顆粒状陰影が糸球体である事が証明されている点を合

せ考へると、人生体に於て、直接4倍拡大写真上にみられる顆粒状陰影は糸球体と考えてよからう。

### 考 按

腎血管系の解剖学的検索には、生体染色(Mac Callum, D.B.<sup>15)</sup>)を含む組織学的な方法の他に血管系にCelloidin(Huber<sup>12)</sup>)やNeoprene(Moore, R.H. and Duff, G.L.<sup>16)</sup>)や微粒子合成樹脂(江口<sup>5)</sup>)を注入して硬め、血管の塑像を造つて観察する方法、或いは血管系に造影剤を注入してX線撮影して観察する方法がある。剔出腎の腎血管造影は1913年 Hauch<sup>10)</sup>が鉛丹を流動パラフィンに懸濁させたものを用い、糸球体が造影されたと報告しているが、その附図では明らかでない。Hinman, F., Morison, D.M. and Lee-Brown, R.K.<sup>11)</sup>は臭化ナトリウムの50%溶液に硫酸バリウムを懸濁して用いたが、硫酸バリウムの粒子が大きくて、小葉間動脈迄しか入つていない。1928年、Graham, R.S.<sup>8)</sup>は12%のアラビアゴムに25%の酸塩化ビスマスを用いて、正常及び病的の腎血管の造影を行い、糸球体を明らかに現出している。しかし、用いられた造影剤は生体に用いられ得ないものであり、糸球体を現出したのも剔出腎についてである。本報では、生体に於て、4倍拡大造影を行えば、顆粒状陰影として、腎糸球体を現出する事が始めて明らかにされた。この顆粒状陰影が糸球体である事は、生犬及びその剔出腎、更に人剔出腎で証明した。本報で使用した超微粒子バリウム・ゾルは径約10μで、動脈系迄は充分造影される。ここで問題になるのは、生体で用いる造影剤と剔出後注入したバリウム・ゾルが、同じ様な陰影をつくるかと云う事である。Lagergren, C. and Lindblom, Å<sup>14)</sup>は、術前血管撮影した四肢の切断後に、微粒子の硫酸バリウムMicropaqueを血管内に注入してMicroangiography及び組織学的検査に使用している。又、バリウム・ゾルは生体用造影剤に比べ、吸収されないので軟X線撮影に対し、良好な陰影を与え、しかもその結果は生体と変らない事が判つた。江口等<sup>6,7)</sup>は合成樹脂注入法により人体の腎血管系の検索、及び大東等<sup>8)</sup>は犬及び家兔腎血管の血管系の

検索を行つているが、人体では直達血管の頻度は人によって異り、仮性直小動脈50~70%に対し、真性直小動脈は30~50%である。又、その中、単純直小動脈が10~20%、球隨伴直小動脈が20~30%である。犬では糸球体外血行路としての皮質直達血管及び真性直小動脈の存在を認めるが、人腎に比すると家兎同様に極めて少い。犬腎に於て、特に糸球体の大きさが不定で、極めて小さいものから大なるもの迄多くの段階が存在する事を報告している。本報で、人体の剔出腎に於て、髓質に直小動脈が多數認められるが、犬では僅かしか認められなかつた事、又、犬の糸球体の方が、糸球体の大きさの差が大であつたのは、これらの報告と一致する。

糸球体の密度が剔出腎の3mm厚の切片の軟X線撮影に一番多く、剔出腎の拡大撮影がこれに続き、生体の腎血管拡大撮影が糸球体の現出数が、単位面積当たり一番少なかつた。これは、軟X線撮影が一番対比度が良く、顆粒状陰影が判然と認められるのに対し、剔出腎では糸球体の数は増す筈であるが、重複の為に相殺される顆粒状陰影もあり、その為に却つて実際に現出された顆粒状陰影が減つたと考えられる。これに対し、生体の腎血管撮影では、この腎実質の重複により、顆粒状陰影が減る上に、更に腎以外の組織の重複により対比度が悪くなり、糸球体の現出の密度が低くなつたと考えられる。

第1報<sup>13)</sup>で述べた如く、経皮的な方法、及び選択的腎動脈撮影が行い得る様になつて、腎動脈の観察は容易になつた(Ödman, P<sup>17)</sup>。Edholm, P. and Seldinger, S.I.<sup>22</sup>, Boijesen, E<sup>18</sup>, Gregg, D. M. et al<sup>19</sup>, Tillotson, P.M. and Halpern, M.<sup>18</sup>)。尙ほ、これらの腎血管撮影では腎血管の大きな分枝の病変のみしか観察し得ず、最近の Fleming, R.J. and Stern, L.Z<sup>4</sup> の報告でも、Polyarteritis nodosa に合併した腎実質内の多発性動脈瘤を始めて、生体に於てフィルム上に写し出したに過ぎない。そして、Graham, R.S<sup>8</sup> が剔出腎で現出した正常及び病的糸球体や細小血管の観察は生体では、未だなされた事はなかつた。本報で述べた腎血管の直接4倍拡大撮影では、生体に於て

始めて糸球体の現出及び観察が可能になつた事を示した。

### 結語

経皮的選択的カテーテル法により、正常の人生体腎血管の直接4倍造影拡大撮影を行い弓動脈より刷子状の線状陰影が主として皮質に多數、髓質にも僅かながら造影され、その線状陰影に沿つて顆粒状の小陰影を認めた。この所見を明らかにするため、生犬及び人体の剔出腎の腎血管直接4倍造影拡大撮影、密着軟X線撮影、その間接拡大撮影及び組織学的検索により、線状陰影は腎の葉間動脈であり、その周辺に存在する顆粒状陰影は、腎の糸球体である事を証明した。これらの所見は、在来の人生体の単純撮影では、みられなかつたものである。

本研究の要旨は第23回日本医学放射線学会総会及び第25回日本医学放射線学会東海北陸部会に於て発表した。

### 文 獻

- 1) Boijesen, E.: Acta radiologica Supplement 183 (1959); Angiographic Studies of the Anatomy of Single and Multiple Renal Arteries.
- 2) Edholm, P. and Seldinger, S.I.: Acta radiologica, 45 (1956), 15-20; Percutaneous Catheterization of Renal Artery.
- 3) 大東康幸等: 日本病理学会会誌(地方会号), 42 (1953), 195-197; 合成樹脂注入法による管系統の形態学的研究(V), 犬及び家兎腎臓の血管系に就て。
- 4) Fleming, R.J. and Stern, D.Z.: Radiology, 84 (1965), 100-103; Multiple Intraparenchymal Renal Aneurysms in Polyarteritis nodosa.
- 5) 江口季雄, 大東康幸: 岐阜医科大学紀要, 2 (1954), 203-208; 合成樹脂鋳型による管系統の立体病理学研究法並びに組織切片封入法について。
- 6) 江口季雄等: 日本病理学会会誌(総会号), 42 (1953), 311-314; 合成樹脂注入法による管系統の形態学的研究(Ⅲ)人腎血管系に就て。
- 7) 江口季雄等: 日本病理学会会誌(地方会号), 43 (1954), 167-169; 合成樹脂鋳型法による管系統の立体病理学的研究(第10報), 人腎の糸球体並びに直達血管について。
- 8) Graham, R.S. and Moore, S.W.: Amer. J. of Pathology, 8 (1928), 17-32; Circulation

- in the Normal and Pathologic Kidney with Roentgenographic Visualization of the Arterial Tree, Including the Glomeruli.
- 9) Gregg, D.M. et al.: Brit. of J. Radiology, 30 (1957), 425—435 ; Percutaneous Transfemoral Selective Renal Arteriography (Including Cineradiography).
  - 10) Hauch: Fortschr. Röntgenstr., 20 (1913), 172—182 ; Die Arterien der gesunden und kranken Niere im Röntgenbilde.
  - 11) Hinman, F., Morison, D.M. and Lee-Brown, R.K.: JAMA, 81 (1923), 177—184 ; Method of Demonstrating the Circulation in General. As applied to a Study of the Renal Circulation in Particular.
  - 12) Huber, G.C.: Amer. J. of Anatomy, 6 (1906—7), 391—406 ; The Arteriolae rectae of the Mammalian Kidney.
  - 13) 金子昌生：日医放会誌, 24 (1964), 479—484 ; 血管造影拡大撮影に於ける経皮的選択的カテーテル法, 血管造影拡大法の研究（第1報）, X線拡大撮影法の研究（第31報）。
  - 14) Lagergren C. and Lindblom, Å: Radiology, 79 (1962), 371—377 ; Angiography of Peripherial Tumors.
  - 15) MacCallum, D.B.: Amer. J. of Anatomy, 38 (1962—27), 153—175 ; The Arterial Blood Supply of the Mammalian Kidney.
  - 16) Moore, G.C. and Duff, G.L.: Amer. J. of Pathology, 27 (1951), 95—117 ; The Renal Arterial Vasculature in Man.
  - 17) Ödman, P.: Acta radiologica, 45 (1956), 1—14 ; Percutaneous Selective Angiography of the Main Branches of the Aorta, Preliminary Report.
  - 18) Tillotson, P.M. and Halpern, M.: Amer. J. of Roentgenol., 90 (1963), 124—134 ; Selective Renal Arteriography.
-