

Title	IADSAによる腎静脈系の造影
Author(s)	永井, 純
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(6), p. 719-727
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18452
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

IADSAによる腎静脈系の造影

帝京大学医学部放射線科学教室
(現・自治医科大学放射線医学教室)

永 井 純

(昭和63年11月1日受付)
(平成元年1月18日最終原稿受付)

Visualization of the Renal Venous System by Renal Arteriography with Digital Subtraction Angiography

Jun Nagai

Department of Radiology, Teikyo University School of Medicine

Research Code No. : 508

Key Words : IADSA, Renal venous system,
Averaging mask method

The purpose of this study was to obtain vivid and precise images of intrarenal venous branching using DSA for renal arteriography.

The type of system used was an ADAC DPS-4100C with 70—80 kVp, and 320 mA, 25—50 msec at 6 frames/sec.

The duration was 10 sec and the matrix size was 512 × 512.

In order to retain clear subtracted images of intrarenal venous branching with minimal noise the three frames were selected on the time-density curve of DSA: (Fig. 3).

- 1) a frame on which renal arteries disappear (frame X),
- 2) the frame with highest renal venous density value as (frame Y),
- 3) the difference of the nephrogram density between X and Y frames in which only the density of the nephrogram decreases (frame Z).

The mask image is the image subtracted by the equation of the weighted averaging method on X and Z frame and is subtracted from the image of Y frame in the final step.

By this method, 40 kidneys in 36 patients were studied, and the intrarenal venous branches up to the interlobar vein was clearly demonstrated in 28 of these cases (70%).

This method is useful to estimate the extent of intrarenal lesions and detect abnormal renal blood flow compared with conventional temporal subtraction method.

結 言

腎静脈像を画像に描出することは、悪性腫瘍の進展度の診断、腎内静脈の血流動態の異常などを診断するために有用である。

腎静脈像は、選択的腎動脈造影の静脈相でも描出されてくるが、この方法では腎静脈本幹が描出されるに過ぎず、腎内静脈枝は先行するネフログラムと重なるため鮮明に描出されてこない。

そこで、血管収縮剤を腎動脈内に投与し、腎動脈の血流を一時的に低下させて腎静脈系への還流圧を低下させつつ、逆行性に腎静脈内に造影剤を加圧注入するエピネフリン腎動脈内投与を併用した逆行性腎静脈造影、すなわち epinephrine assisted renal venography がおこなわれる。

この方法によれば、腎内静脈枝は末梢まで鮮明に描出されてくるが、患者に対しては、経動脈的

および経静脈的に二本のカテーテル挿入が同時におこなわれるため、侵襲が倍加されることとなる。

このような欠点を克服するため、選択的腎動脈造影をDigital Subtraction Angiography (以下DSA)でおこない腎静脈を描出する方法がおこなわれている。しかし、この方法では十分良好な像はえられない。そこで、より良好な腎静脈像をうるために、著者が考案した画像処理により、腎静脈相でネフログラム像をサブトラクションすることにより腎内静脈枝、および腎静脈本幹を描出することが可能となったので、画像処理法とその結果を報告する。

対象と方法

当科にて、腎疾患を疑い選択的腎動脈造影をおこなった36例の患者を対象とした。同一症例で両側腎に施行した例もあるため、検査施行腎は40腎となる。

DSAによる選択的腎動脈造影の造影剤の注入は、8ないし10mlの造影剤に20ないし30mlの生理的食塩水を重畳させた状態で、秒間5ないし6mlの注入速度で注入した。

生理的食塩水を重畳させたのは、腎動脈より速やかに造影剤を洗い出し、腎動脈像が遷延してネフログラム相にまで停滞するのを防ぐためである。

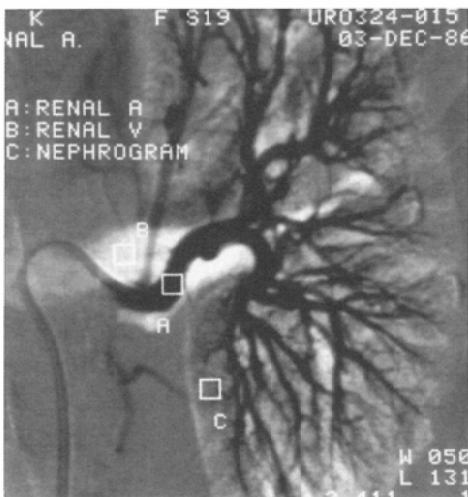


Fig. 1 Region of interest for measurement of DSA density

すなわち、DSA像において腎静脈本幹とその近傍の腎動脈本幹、および任意の部位のネフログラムに関心領域をとり (Fig. 1), 時間とDSA濃度の変動曲線を描いてみると、生理的食塩水を重畳しない場合には、遅い動脈相と早期のネフログラム相および静脈相が重なり合ってしまう、ネフログラムのみフレームを設定することがむずかしくなる (Fig. 2a)。これに対して、生理的食塩水を重畳した場合には、腎動脈相と腎静脈相が分離しやすくなるため、ネフログラムのみフレームを設定しやすくなる (Fig. 2b)。

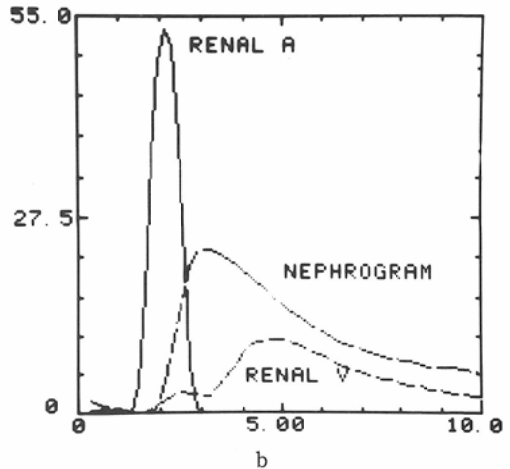
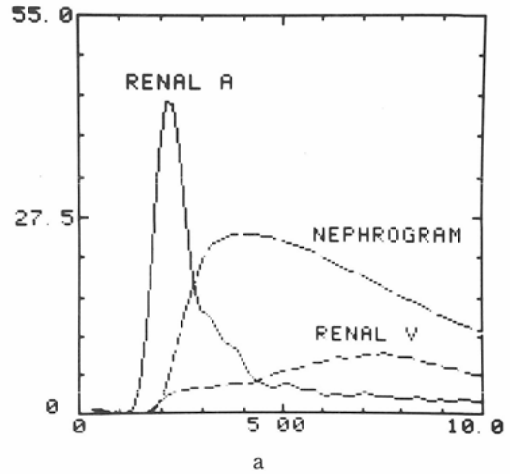


Fig. 2 Wash-out effect of piled physiological saline on time-density curve of DSA.

(a) Administration of contrast medium only. (b) Physiological saline is piled on contrast medium.

具体的な生理的食塩水の重量法としては、造影剤注入器に接続する連結チューブを長くして、このなかに造影剤のみをみだし、注入器には生理的食塩水のみを入れて造影した。

DSAによる画像処理法を模式図により説明すると次のごとくなる (Fig. 3).

まず、先述した DSA 濃度変動曲線で、腎動脈像が消退し、ネフログラムのみが描出されるフレームを X、腎静脈濃度が最高値をしめすフレームを Y、X フレームのネフログラムと Y フレームのネフログラムの濃度の差だけ、Y フレームのネフロ

グラム濃度より低下したネフログラム濃度をしめすフレームを Z と設定した。

ここで、X フレームと Z フレームを averaging した像を作製すると、この像に描出されてくるネフログラム濃度は、両フレームの中間値、すなわち、Y フレームのネフログラム濃度と同一となる。

一方、腎静脈像の濃度は Z フレームの濃度の半分となる。

したがって、X フレームと Z フレームを averaging した像をマスクとして Y フレームよりサブトラクションすれば、ネフログラム像が消失し、

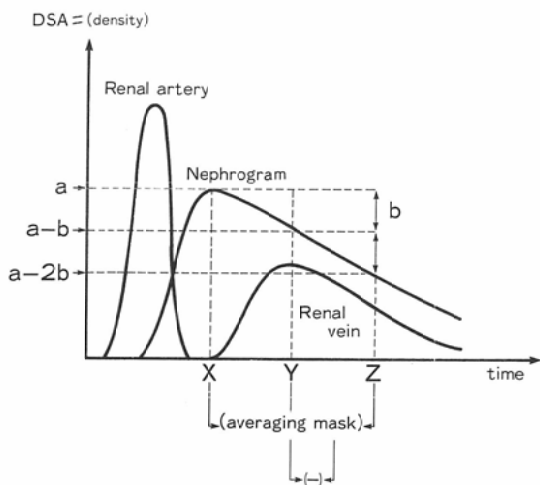
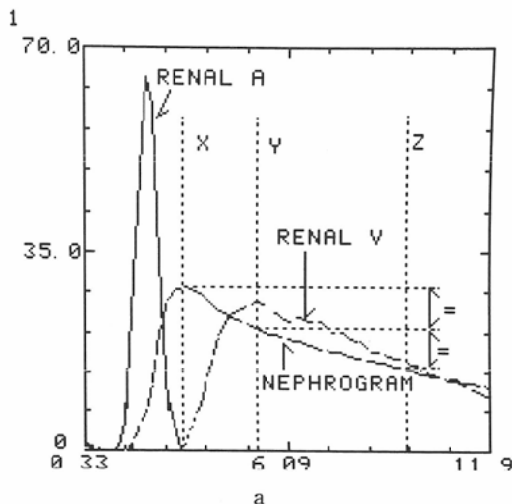
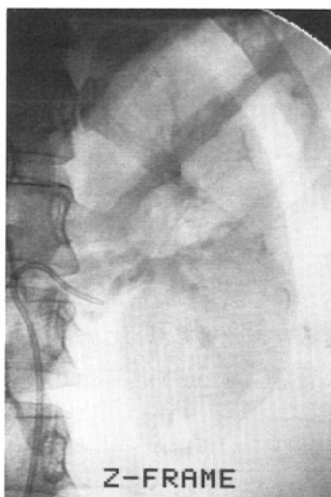


Fig. 3 Diagram of averaged subtraction for renal venous system.



b



c

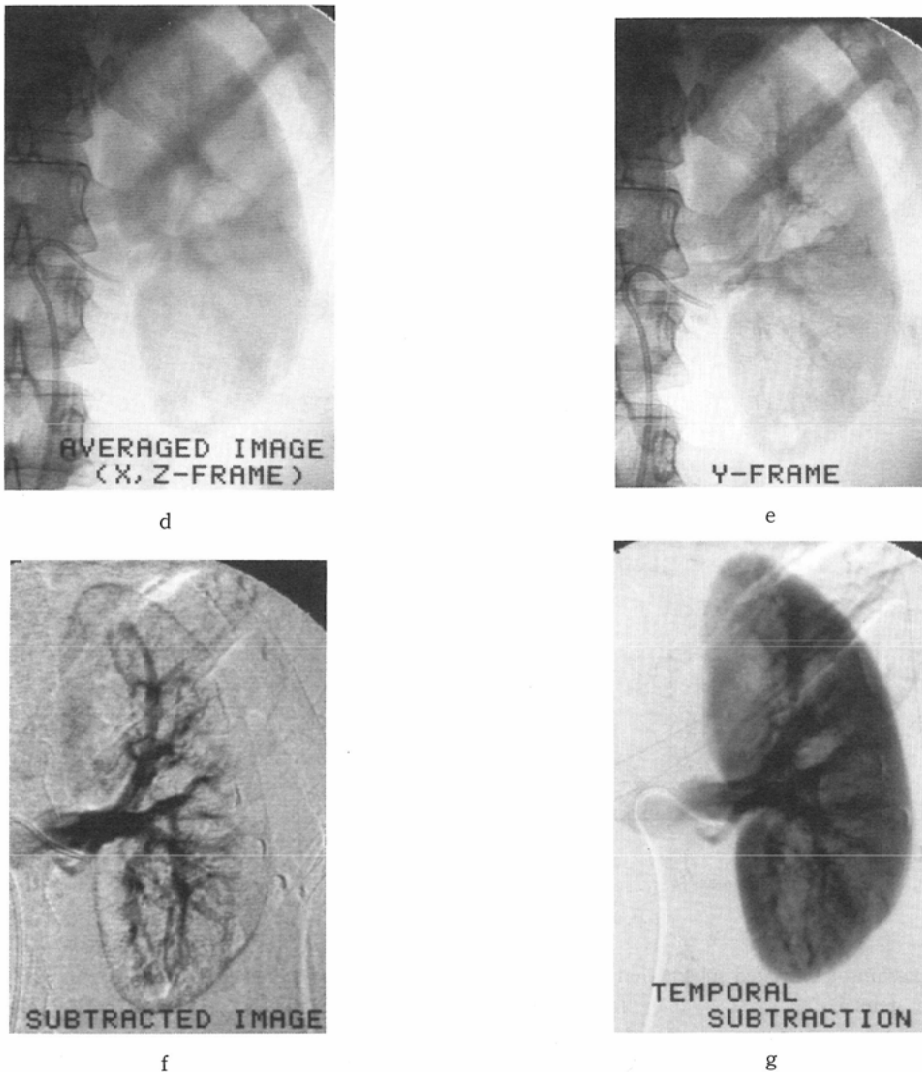


Fig. 4 (a) Time-density curve of DSA on a normal functioning kidney. (b) Image of X frame. (c) Image of Z frame. (d) Subtraction image formed by averaging method between X and Z frames. (e) Image of Y frame. (f) Image formed by subtracting (d) from (e). (g) Image of renal venous system formed by temporal subtraction method.

腎静脈像は、Yフレームの濃度からZフレームの濃度の半分がさし引かれた像として描出されてくる。このような画像処理をおこなえば、腎内静脈枝を含めた腎静脈系が鮮明に描出されてくることとなる。

画像処理法は、上記したごとくやや繁雑であり全所要時間は10ないし15分を要するが、熟練すればデータ収集後5分以内でその結果をみること

ができる。

X線撮影使用機器は、島津SHD150G、島津CIRCLEX0.5/1.0W、島津1A9TW、DSA装置は、ADAC DPS4100/Cであり、撮影条件は、70~80 kVp, 320mA, 25~50msec, 焦点II間距離100cm, 画像収集速度6フレーム/秒, フレームメモリー512×512×8bitである。

結 果

本法による臨床例をしめす。

DSA 濃度変動曲線 (Fig. 4a) 上で、前記した方法により X, Y, Z の各フレームを設定し、X フレーム (Fig. 4b) と Z フレーム (Fig. 4c) を averaging した像を作製し (Fig. 4d)、この像をマスクとして Y フレーム (Fig. 4e) よりサブトラクションすると、腎内静脈像が描出されてきた (Fig. 4f)。

このような画像処理を加えず、単に造影剤注入前のフレームをマスクとして、Y フレームより temporal subtraction した像 (Fig. 4g) と比較すると、腎内静脈枝が鮮明に描出されている。

本法をおこなった40腎の腎内静脈枝の描出率をまとめてみると Table 1 にしめすごとくになった。

葉間静脈、あるいは弓状静脈まで識別可能であった症例を造影優良例 *excellently visualized case* とすると、その描出率は $28/40=70.0\%$ であり、これに区域静脈まで識別可能であった症例を加え、腎内静脈描出可能例とすると、その描出率は $35/40=87.5\%$ となった。これに対して、腎静脈本幹の識別のみに終わった造影不良例 *poorly visualized case* の描出率は $5/40=12.5\%$ であった。

以上のごとく、本法による腎内静脈枝の描出は、臨床的にほぼ満足すべき結果をうる事ができた。

つぎに、本法により有用な所見のえられた症例を供覧する。

症例 1, 右腎細胞癌

動脈像では、右腎中極に異常血管新生を伴った大きな腫瘍をみとめる (Fig. 5a)。静脈像では、

その部位に一致した異常血管内の造影剤の貯留がみられるが、その部位以外の上極、および下極では正常な腎内静脈枝が描出され、右腎静脈主幹部は腫瘍により圧排されているだけである (Fig. 5b)。

症例 2, 左腎細胞癌



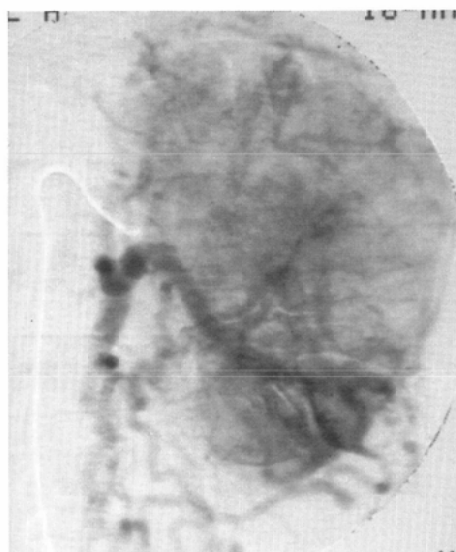
Fig. 5 Right renal cell carcinoma

(a) Arterial phase shows large hypervascular mass in the middle pole of right kidney. (b) Venous phase yet shows hypervascularity at the site. Intrarenal venous branches of the upper and lower poles seems to be intact.

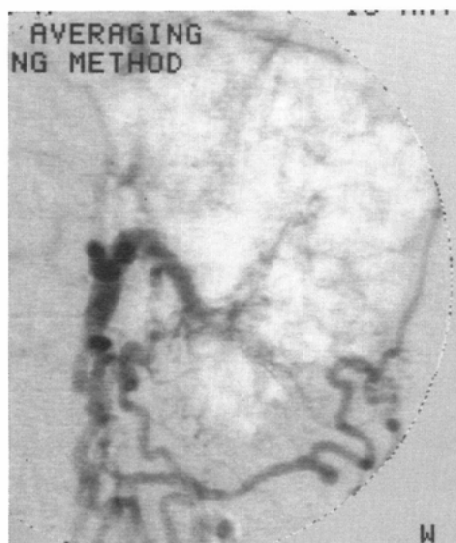
Table 1 Visualization of intrarenal venous branches in 40 kidneys

Visualized at the level of	No. of cases
Renal vein	5
Segmental vein	7
Interlobar vein	23
Arcuate vein	5
Poorly visualized case	5/40=12.5%
Excellently visualized case	28/40=70.0%

左腎のほぼ全体をしめる腎細胞癌である。左腎静脈主幹部は造影されず、腎被膜静脈を介する側副血行路が描出され、左腎静脈に腫瘍塞栓の存在することが示唆される。造影剤注入前のフレームをマスクとしてサブトラクションした像でも、この所見は描出されてくるが(Fig. 6a)、本法により



a



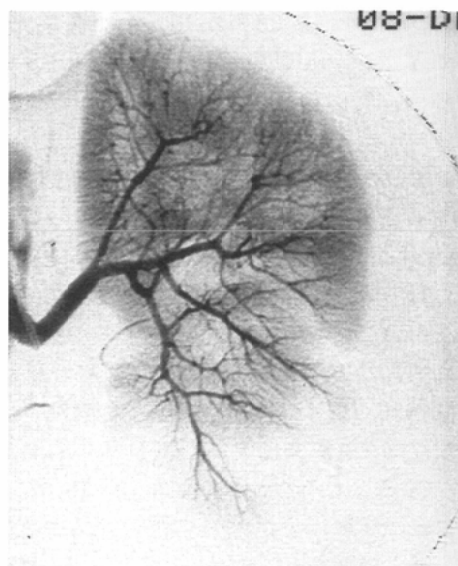
b

Fig. 6 Left renal cell carcinoma
(a) Venous phase of temporal subtraction shows collateral venous sign.(b) These findings became more distinct on the averaging subtraction method.

処理すれば、より鮮明となってくる(Fig. 6b)。本症例は $pT_2bV_1N_0M_0$ であった。

症例3, 左腎損傷

動脈像では、左腎中極より下極にかけて腎内動



a



b

Fig. 7 Left renal injury

(a) Arterial phase shows arterial abruption of intrarenal arteries and defect of nephrogram in the lower half of left kidney.(b) Venous phase also shows abruption of intrarenal venous branches at the site.

脈枝は断裂し、ネフログラムの欠損もみられる (Fig. 7a)、静脈像では、同部に一致して腎内静脈が途絶し、ほとんど描出されていない (Fig. 7b)。

以上に供覧した3症例は、本法により腎内静脈枝がよく描出されたため、病変の進展範囲が腎内静脈枝の異常像として描出され、診断に有用であった症例である。

一方、本法は、腎血流に順行性に造影剤を注入する方法であるため、逆行性腎静脈造影と異なり、腎静脈の血流動態の異常を正しく表現する。

症例4, 左腎静脈圧亢進

左腎出血の精査を目的として本法がおこなわれた。動脈像では異常所見がみられないが、静脈像では腎内静脈枝は良く描出され、弓状静脈まで識別することが可能である。また、左尿管静脈も太く逆行性に造影されている (Fig. 8)。左腎静脈系に血流のうっ滞のあることを示唆する所見である。この症例の左腎静脈圧は17.5cm H₂Oであり、下大静脈圧および右腎静脈圧よりも有意に高値をしめし左腎静脈圧亢進が疑われた。

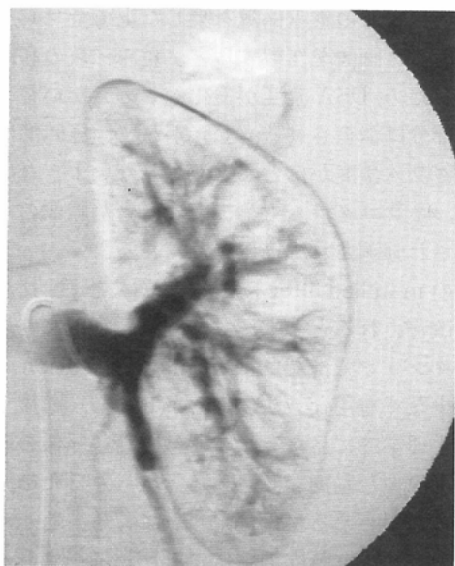


Fig. 8 Left renal venous hypertension. Intrarenal venous branches are well visualized. Retrograde opacification of left ureteric vein is also well visualized. In this case, left renal venous pressure was 17.5cm of H₂O.

考 案

静脈は動脈とくらべて、その壁が薄いため周囲よりの影響を受けやすく、悪性腫瘍による浸潤などが動脈像よりも良く描出されると考えられる。

血管新生の著明な腎細胞癌は、選択的腎動脈造影の動脈相、およびネフログラム相で豊富な所見がえられるため、腫瘍の進展範囲の診断が容易であるが、血管新生の乏しい腎細胞癌や、腎盂腫瘍の腎実質内への浸潤などは、選択的腎動脈造影では腎実質内への病変の進展範囲は判然と描出されず、CTが登場する以前には診断が非常に困難であった。

このような問題を解決するために、腎内静脈枝を鮮明に描出し、腎実質内の腫瘍の浸潤範囲の正確な診断に役立てようという試みがなされ、著者は、腎静脈造影に epinephrine assisted venography を応用し、その臨床的有用性を報告した¹⁾。しかし、この方法は、先述したごとく患者に対する侵襲が倍加されるため、より侵襲の少ない方法が望まれていた。

中村ら²⁾は、静注式 DSA (IVDSA) により腎静脈像を描出する方法を報告し、腎静脈系の解剖学的異常や腎の機能のスクリーニング検査に有用であると発表している。彼らの方法は、侵襲の少ない点では有用であるが、腎内静脈枝は区域静脈のレベルまでが識別されるに過ぎず、病変の腎内進展範囲までを診断することは不能である。

これに対して、本稿で発表した著者の方法では、葉間静脈のレベルまでの描出率は70.0%であり、腎内静脈枝の描出にはより優れた方法であるといえることができる。

実際、ここに供覧したごとく、腎実質内への病変の進展範囲を良く把握できた症例を経験し、臨床的有用性を確認しえた。

しかし、DSA の欠点である腸管内ガスや糞便による artifact のため、false positive の所見をしめす場合もある。症例5は、右腎上極の腎細胞癌で、右腎主幹部に腫瘍塞栓を疑わず不均一な陰影欠損がみられたが (Fig. 9)、手術所見では、腫瘍塞栓はなく、腫瘤により圧排されているに過ぎなかった。DSA 一般に云えることであるが、前処置が大

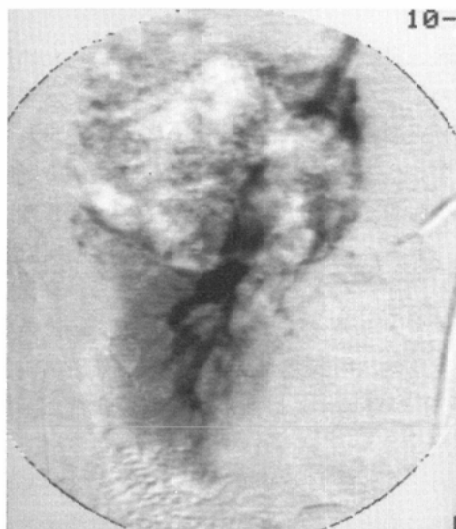


Fig. 9 Right renal cell carcinoma. Venous phase shows ill-defined filling defect in the main branch of right renal vein suggesting tumor thrombus. But, there is no evidence of tumor thrombus in the right renal vein on the postoperative specimen.

切である。

次に、著者の方法の特長は、腎動脈系より静脈系へかけての血流動態を描出できることである。

特発性上部尿路出血のなかには、腎静脈系のうっ血が関与していることが報告されており、そのような症例では、epinephrine assisted pharmacovenographyが有用なことが報告されているが³⁾、この方法では患者への侵襲が倍加される欠点がある。また、選択的腎動脈造影のフィルムサブトラクション法も試みられているが、鮮明な腎内静脈像をうることは困難である。

これに対して、本法によれば、症例4にしめすごとく鮮明な腎内静脈像を描出することが可能であり、このような病態においても診断的価値が高いと考えられる。

また、本稿に記した averaging mask 法による結果と似たような効果は、他の画像処理法によってもうる事ができる。

すなわち、先述した DSA 濃度変動曲線で、まず第一段階で X フレームをマスクとして Y フレームよりサブトラクションした画像を作製し、第二

段階として Y フレームをマスクとして Z フレームよりサブトラクションした画像を作製する。最後に、第二段階で得られた画像をマスクとして、第一段階で得られた画像よりサブトラクションすると、第一段階、および第二段階で得られたネフログラム像は同じ濃度をしめすため、ネフログラムは完全に消去され、腎静脈像のみが描出されてくることになる。

この three times subtraction 法と本稿に記した averaging mask 法を比較してみると、後者の腎静脈像の濃度は前者よりも低下するため、コントラストは低くなるが、averaging によりノイズが減少するため S/N 比が高くなり、全体として後者の方が前者よりも画質の向上した像をうる事ができる。

また、腎静脈濃度が経時的に著しく変動するにもかかわらず、ネフログラム濃度は一旦上昇するが、その後経時的にほとんど変動しないような症例では matched filter⁴⁾による画像処理も有効である。

すなわち、X フレーム以後のフレームに対して、腎静脈濃度曲線の平均値をとり、各フレーム毎に腎静脈像の重み係数を乗じた上で全フレームを加算した画像を作製すると、重み係数の和が 0 となるため、DSA 濃度が変化をしめさないピクセルの部分は消去される。したがって、経時的にネフログラム濃度がほとんど変動しないような症例では、ネフログラムも消去され、腎静脈像のみが加算され強調されて描出されてくる。

この matched filter による方法は、S/N 比が著しく改善されるとともに、時間差を利用したサブトラクションではないため、misregistration の影響も少なく有用な方法である。しかし、臨床では、生理学的にネフログラム像と腎静脈像の濃度の低下は似た動態をしめすと考えられるため、臨床的に適用される症例は限られてくる。むしろ、この方法により腎内静脈像が鮮明に描出される場合は、腎の血流動態に異常のあることを意味することとなる。

まとめ

DSA による選択的腎動脈造影をおこない、ave-

raging mask法により画像処理した結果、70.0%の症例で、腎内静脈枝を葉間静脈のレベルまで描出することができた。

本法は、選択的腎動脈造影に際して、腎静脈系を概観診断するために有用な方法であり、悪性腫瘍や腎損傷の腎実質内への侵襲範囲を診断するのに役に立つ。さらに、本法は、腎血流の動態に沿った造影法であるため、腎静脈系の血流動態の異常を腎内静脈枝を含めて診断できる。

また、本法をおこなえば、逆行性腎静脈造影は省くことができるため、患者への侵襲も低減させることができる。

以上のごとく、選択的腎動脈造影を必要とする症例においては、本法は診断的価値は高いと考えられる。

本論文の要旨は第45回日本医学放射線学会、第10回日本血管造影・Interventional Radiology 研究会において発表した。

稿を終えるにあたり、本研究のために終始協力して下さった本学放射線部鈴木 敦枝師に深く感謝します。）

文 献

- 1) 永井 純, 毛利 誠, 甲田英一: エビネフリン併用による腎静脈造影法の診断的価値, 日本医放会誌, 36: 961-972, 1976
- 2) 中村健治, 根本 裕, 福田晴行, 他: Intravenous Digital Subtraction Angiography による腎静脈像の検討, 日本医放会誌, 44: 1408-1410, 1984
- 3) 中村健治, 山田龍作: 特発性上部尿路出血の成因に関する臨床的ならびに実験的研究—X線学的立場からみた上部尿路静脈系のうっ滞と血尿との関連について—, 日泌尿会誌, 72: 530-543, 1981
- 4) Brody WR: Digital Radiography. 44-66, 1984, Raven Press, New York