

排泄性尿路造影における非イオン性造影剤 (Iohexol) の Densitometer による造影能の検討

1. Bolus injection による造影能の検討

昭和大学藤が丘病院泌尿器科 (主任: 甲斐祥生教授)

池内 隆夫, 浜島 寿充, 坂本 正俊*

EXAMINATION BY DENSITOMETER ON VISUALIZATION OF NON-IONIC CONTRAST MEDIUM (IOHEXOL) IN EXCRETORY UROGRAPHY

1. VISUALIZATION BY BOLUS INJECTION

Takao Ikeuchi, Toshinori Hamashima and Masatoshi Sakamoto

From the Department of Urology, Fujigaoka Hospital, Showa University School of Medicine

The visualization of non-ionic contrast medium (Omnipaque 300) in the excretory urography by bolus injection was examined with regard to the normal sided urinary tract in patients with urolithiasis using a densitometer and further compared with that of ionic contrast medium (60% Urografin).

In relation to the photographing method, both contrast media showed an increasing frequency of high opaque site in the order of Tomo, A-P and P-A images, which tended to shift from the upper to the lower urinary tract. In relation to the site of determination, both agents showed a good image in the upper urinary tract by the each photographings, while P-A image was better than A-P image in the lower urinary tract, suggesting their high usefulness for the imaging diagnosis. The visualization in relation to the contrast medium used was better in Omnipaque 300 groups than in 60% Urografin group with a significant difference ($P < 0.05-0.01$) in the calyx and pelvis of the kidney by the each photographings, suggesting a high usefulness of non-ionic contrast medium. A densitometer seemed to be a useful means for evaluation and examination of the visualization with excellent objectivity as compared with conventional macroscopic methods.

(Acta Urol. Jpn. 36: 131-136, 1990)

Key words: Non-ionic contrast medium, Urography by bolus injection, Densitometer, Visualization

緒 言

尿路系の画像診断法は近年様々な新しい方法が開発されてきているが、排泄性尿路造影法は現在でも欠くことのできない重要な診断法の1つであり、泌尿器科のみならず多くの領域において、広く一般的に用いられている。

従来用いられてきた造影剤は、イオン性高浸透圧性であるため、これに起因すると考えられる種々の副作用が問題とされ、より安全性の高い造影剤の開発が待

望されていた。

近年、非イオン性低浸透圧性造影剤が開発され、臨床的にもその安全性と造影能が報告されてきている。しかし、造影能についての諸家の検討では、造影効果の判定は主治医による肉眼的判定で行われ、コントラストの優劣により診断が容易か否かを4段階に評価・基準しており、造影効果判定法としては、やや客観性に欠けると考えられる。

そこで著者らは、非イオン性低浸透圧性造影剤である Omnipaque 300 (iohexol: 300 mgI/ml) を使用して、bolus injection¹⁾ による排泄性尿路造影を行い、その造影能を肉眼的判定法に比して客観性がより

*現: 横浜総合病院泌尿器科

高いと思われる densitometer を用いて解析すると共に、撮影法別・測定部位別にみた造影効果ならびにイオン性高浸透圧性造影剤である Urografin 60% (amidotrizoic acid: 292 mgI/ml) での造影効果と比較検討したので報告する。

対象および方法

1. 対象

対象は昭和大学藤が丘病院泌尿器科を受診した尿路結石（一側性）患者で、1987年4月～1988年5月に Omnipaque 300 (OM と略) 100 ml を用いて bolus injection による尿路造影を施行、さらに同一患者において1985年4月～1987年3月に60% Urografin (UG と略) 100 ml を用いて bolus injection による尿路造影を施行している症例である。患者条件は腎機能・心肺機能に異常がなく、体格中等度（体厚：16～20 cm）の症例で、検討側は健側尿路とし、腸内ガス像の多い症例は検討より除外した。検討症例数は20例で、平均年齢は39.4歳（20～64歳）であった。

2. 投与方法

従来どうりヨード・テストを施行し、前処置としては前日0時より食事・水分を制限し、前投与は行わない。造影剤の注入は、始め 50 ml を手動的に約30秒間で bolus injection（急速静注）し、残り 50 ml を急速点滴静注した。

3. 撮影方法

われわれの撮影法は、bolus injection 直後に早期ネフログラム像を撮影、さらに点滴静注を継続中に頭低位10度で腎部断層像（Tomo 像）を断層角度25度にて患者の体厚に応じて3枚撮影、点滴終了後に頭低位10度のまま仰臥位像（A-P 像）を撮影、ついで水平位にて第1斜位像、第2斜位像、腹臥位像（P-A 像）の順に撮影し、最後に排尿後の膀胱部仰臥位正面像と腹部立位正面像を撮影する。

今回検討に用いた撮影像の造影剤注入開始からの平均撮影時間は Tomo 像が約3分、A-P 像が約5分、P-A 像が約13分後であった。また撮影に際しては、撮影条件を患者の体厚にて一定し、X線撮影装置（Shimazu HS 10）、自動現像器、使用フィルムも統一した。

4. 検討方法

（1）測定部位と検討撮影像：造影能の検討側は健側尿路で、測定部位は Fig. 1 のごとく、ネフログラムと腎杯は上部・中部・下部の各3カ所、腎盂は腎内腎盂と腎外腎盂、尿管は上部尿管と下部尿管の各2カ所、膀胱部は1カ所である。また検討撮影像は Tomo

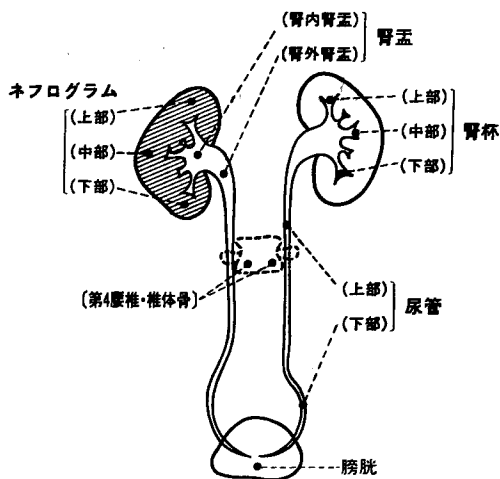


Fig. 1. Measured section on urinary tract

像、A-P 像、P-A 像の3枚を選択した。

（2）造影能の測定：densitometer（SAKURA PDA-11）を用いて造影濃度を測定し、さらに撮影条件の一定化を目的として実測値を補正して density（造影濃度値）を算定した。

予備検討として、尿路系単純撮影像で中央の高さに位置する第4腰椎の椎体部、横突起部、腸腰筋部での densitometer 濃度を40症例に測定した結果、椎体部が 0.91 ± 0.23 、横突起部が 1.17 ± 0.38 、腸腰筋部が 1.30 ± 0.37 であり、最も実測濃度値の高く、かつ S. D. 値が小さい椎体部を造影濃度値の補正に用いた。

Density は造影剤の濃度測定値を第4腰椎・椎体骨組織の濃度測定値で割り100倍した値であり、density 100は椎体骨と同じ造影濃度（外観上、同じ白さ）を意味し、density が低値になるほど造影濃度は高く（白く造影され）、造影効果は良好であると表現される。

（3）造影能の検討：density を各部位毎に集計（Mean $\pm$ S. D.）し、撮影法別・測定部位別に造影効果を検討した。また、造影剤別造影能の検討は OM と、同一患者で以前に同じ撮影を施行した UG の造影能とを比較した。なお、統計学的有意差の検定は T-test を用いた。

結 果

造影濃度値（density）を撮影法別・測定部位別に OM 群と UG 群とに分けて比較検討した。Fig. 2 には撮影法（Tomo 像・A-P 像・P-A 像）の違いによる造影能の比較を、Fig. 3 には各測定部位からみた造影能の比較を示した。

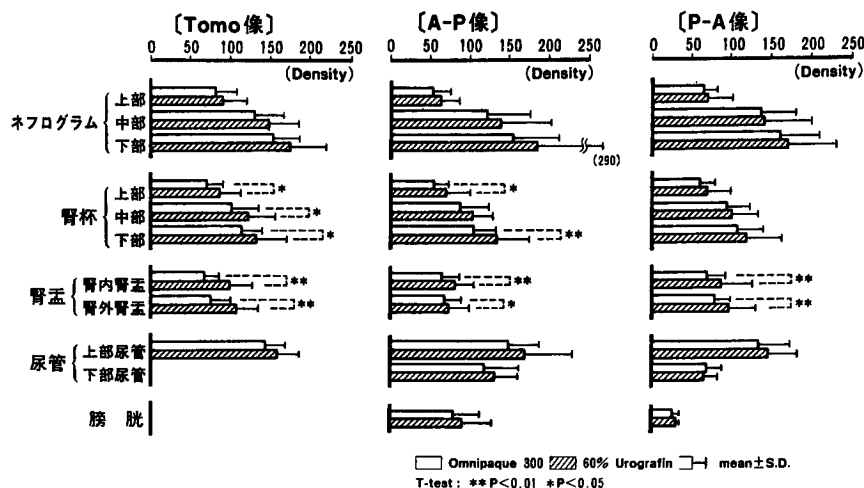


Fig. 2. Comparison of radiographic visualization with photographing method

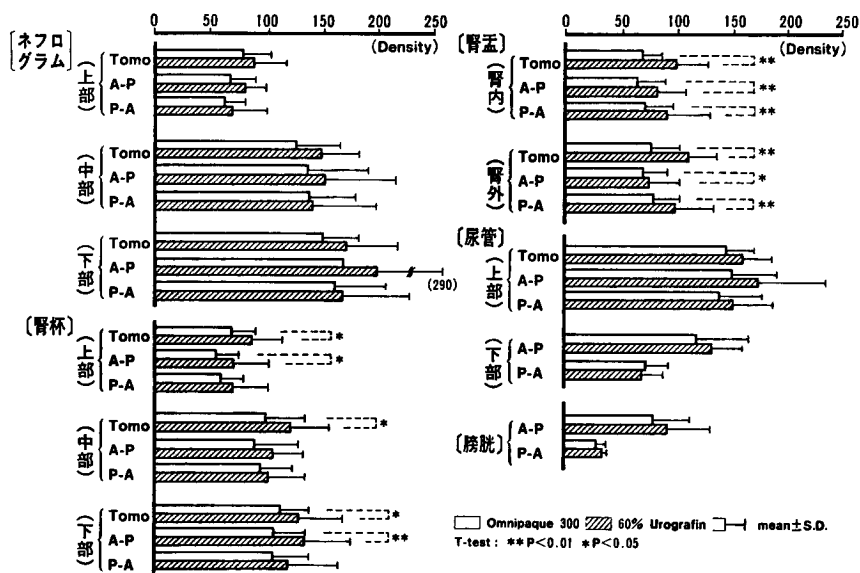


Fig. 3. Comparison of radiographic visualization with measured section

1. 撮影法による造影能の検討

Density 100 以下を造影能良好部位とすると, その頻度は OM 群では Tomo 像が 4 カ所, A-P 像が 6 カ所, A-P 像が 7 カ所, UG 群では Tomo 像が 3 カ所, A-P 像が 5 カ所, P-A 像が 6 カ所となり, 造影剤注入時間の経過に伴い Tomo 像・A-P 像・P-A 像の順に造影能良好部位頻度は増加した. また造影剤別にみると各撮影像とも UG 群に比して OM 群で高い傾向がみられた.

測定部位よりみると, 上部尿路系 (ネフログラム,

腎杯, 腎盂, 上部尿管) では Tomo 像, A-P 像, P-A 像の造影能に大きな差はないが, 下部尿路系 (下部尿管, 膀胱部) では A-P 像に比して P-A 像で明らかに造影能が良好であり, 撮影法による診断上の有用性を評価すると, 上部尿路系では各撮影法で差を認めないが, 下部尿路系では A-P 像に比較し P-A 像で有用性が高いと考えられた.

2. 測定部位による造影能の検討

造影能良好部位の順序は, OM 群では Tomo 像が腎内腎盂, 上部腎杯, 腎外腎盂, 上部ネフロ,

像が上部腎杯、腎内腎盂、腎外腎盂、上部ネフロ、膀胱、中部腎杯、P-A 像が膀胱、上部腎杯、上部ネフロ、下部尿管、腎内腎盂、腎外腎盂、中部腎杯の順。UG 群では Tomo 像が上部腎杯、上部ネフロ、腎内腎盂、A-P 像が上部腎杯、上部ネフロ、腎外腎盂、腎内腎盂、膀胱、P-A 像が膀胱、上部腎杯、下部尿管、上部ネフロ、腎内腎盂、腎外腎盂の順であり、造影剤注入時間の経過に伴い造影能良好部位は両造影剤群ともに上部尿路系から下部尿路系へと推移する傾向がみられた。

各測定部位における造影能はネフログラムおよび腎杯では上部、中部、下部の順に良好、腎盂では腎内腎盂と腎外腎盂で差はなく、尿管では上部尿管に比して下部尿管で造影能が良好である。また造影剤別にみると各部位とも UG 群に比して OM 群で良好な傾向がみられた。

3. 造影剤による造影能の検討

各部位における OM 群・UG 群の density を統計学的に分析した結果、撮影法でみると Tomo 像では腎杯（上部・中部・下部）で $p<0.05$ 、腎盂（腎内・腎外）で $p<0.01$ 、A-P 像では上部腎杯・腎外腎盂で $p<0.05$ 、下部腎杯・腎内腎盂で $p<0.01$ 、P-A 像では腎盂（腎内・腎外）で $p<0.01$ の有意差を認めた。これを測定部位でみるとネフログラム、尿管、膀胱では両造影剤の造影能に有意の差はないが、下部腎杯の A-P 像、腎内腎盂の Tomo 像、A-P 像、P-A 像、腎外腎盂の Tomo 像、P-A 像に $p<0.01$ の有意差を認め、また上部腎杯の Tomo 像、A-P 像、中部腎杯の Tomo 像、下部腎杯の Tomo 像、腎外腎盂の A-P 像に $p<0.05$ の有意差を認めた。

以上より、OM 群の造影能は UG 群に比較して良好で、とくに腎盂・腎杯では統計学的にも有意な差を認めることより、非イオン性造影剤は画像診断の上でイオン性造影剤に比較し有用性が高いことが示唆された。

考 察

排泄性尿路造影は、静脈内に注入された造影剤が腎および尿路系に排泄されて造影可能となる。それゆえ、臨床的に造影能を左右する因子は、造影剤では種類・投与量・注入方法・注入速度・含有ヨード濃度・尿中排泄率など、患者側では腎機能・心肺機能・疾患の種類や程度・患者の体格・水分制限・腸ガス充満の程度など、撮影技術面ではフィルム感度・撮影条件・X線装置や現像器の性能など、多くのものが関与することになる。したがって厳密に造影能を判定するには、

これら各因子を分析する必要がある検討は容易ではない。

今回著者らは、造影能を少数症例でより厳密に判定する目的で、対象を腎機能・心肺機能正常、体格中等度の尿路結石患者の健側尿路とし、両造影剤を同一患者に使用し検討した。また前処置を統一し、腸内ガス像の多い症例は除外した。さらに撮影条件を患者の体厚で統一、X線撮影装置、現像器、フィルム感度も統一して検討した。

造影能の評価法は、従来より Enser²⁾の grade 分類や池ら³⁾の診断基準のごとく、肉眼的に診断が容易か否かを4段階に分類して評価・判定する方法が一般的である。しかし、この効果判定基準では、たとえ造影能を規定する各因子を考慮して検討しても、造影能は主観に左右される要素が多く、客観性に欠けると考えられる。そこで今回著者らは、肉眼的判定法に比較して客観性がより高いと思われる densitometer を用いて濃度を測定、さらに撮影条件の一定化を計るために腰椎骨濃度で補正して density を算定して造影能を検討した。なお densitometer での造影能の検討の試みは、宮川ら⁴⁾の報告をみるのみである。

排泄性尿路造影における非イオン性造影剤の造影能については多数の報告があるが、本邦における Omnipaque 300 での検討は比較的少ない^{5,6-10)}。また bolus injection での検討は、九嶋ら⁷⁾の報告をみるのみである。さらに Omnipaque 300とイオン性造影剤との造影能の比較で、60% Urografin とを比較検討した本邦での報告は未だみられない。

今回の造影能の検討では、両造影剤ともに注入時間の経過に伴い Tomo 像、A-P 像、P-A 像の順に造影能良好部位の頻度が増加し、その部位は上部尿路系から下部尿路系へと推移した。また撮影法による診断上の有用性は、両造影剤とも上部尿路系では各撮影法で大差はないが、下部尿路系では A-P 像に比し P-A 像で明らかに良好で有用性が高い。さらに造影剤別造影能は UG 群に比較して OM 群で良好で、とくに上部尿路系の腎杯・腎盂では各撮影法ともに統計学的有意差 ($p<0.05\sim 0.01$) を認めた。

非イオン性造影剤の造影能は、今までの報告を総合するとおおむね良好である。イオン性造影剤との相違点については、動物実験で非イオン性造影剤はイオン性造影剤に比し浸透圧利尿効果が低く、尿中造影剤濃度は高いが尿量は少ないことが確認されており^{11,12)}、この特徴が尿路造影での造影能の差をもたらす因子であり、部位別造影能の相違にも関係してくるものと思われる。

臨床での諸家の報告や欧米の比較臨床試験^{13,14)}における造影能の検討での共通点とその根拠としては、腎杯・腎盂像でのコントラストが特に鮮明・良好であり、これは非イオン性造影剤が浸透圧利尿作用が少なく、この部の造影剤濃度が高いことや尿中排泄が速いことが関与していると説明されている。一方、尿管・膀胱ではコントラストは悪いとされ、これは非イオン性造影剤の利尿効果が少ないことに起因し、尿量が少なく充満像がえにくいためと説明されている。しかし膀胱造影能は造影剤の量にも関係があり、100 ml 点滴静注の場合には十分な充満像がえられ、造影能も良好と報告されている^{4,15,16)}。また腎機能が良好な場合には、従来の造影剤と比べて造影効果に差はない^{17,18)}との見方が一般的なようである。しかし著者らの正常腎機能症例での検討では有意な造影能の差を認めており、これは bolus injection の採用と densitometer による解析の結果とも考えられる。

Bolus injection を用いる目的は、大動脈から分岐する腎動脈や早期のネフログラムを conventional な撮影でえること、および造影剤の血中濃度を高めることにより造影能を高めることである。今回の結果でも早期のネフログラム像は良好に描出され、その後の撮影像においても優れた造影能がえられており、九嶋ら⁷⁾の報告と一致していた。

Densitometer による造影能の検討は、宮川ら⁴⁾が SAKURA PDA-65 により Iopamidol 300 と 60% Urografin の造影能を検討した結果、コントラスト値に有意差はなく、いくらか客観的に判定しうるものの効果判定に關する多くの要素を無視することはできず、肉眼的判定法に勝るものとは言いがたいと述べている。一方、著者らの検討では density に有意差を認めており、客観的な造影効果の評価や検討に densitometer が有用であるとの示唆をえている。この差異は、対象患者の年齢(39歳と78歳)、造影剤の注入方法(50 ml 急速静注+50 ml 急速点滴静注法と100 ml 点滴静注法)、対象とした疾患の種類(健側尿路と有疾患尿路)、検討した撮影時間(3・5・13 分像と20分像)および造影濃度値の算定法の違いなどによるものと推測された。

以上、bolus injection による尿路造影における Omnipaque の造影能を、densitometer を用いて解析した結果、肉眼的判定法での諸家の報告と一致する結果をえ、さらに Urografin に比較して有意に良好な造影能をえたので、統報では DIP による尿路造影における両造影剤の経時的造影能の変化を報告する。

結 語

非イオン性造影剤(Omnipaque 300)の造影能を bolus injection による排泄性尿路造影で、尿路結石患者の健側尿路を対象に densitometer を用いて検討し、さらにイオン性造影剤(60% Urografin)の造影能と比較検討した。

1) 撮影法別造影能は、両造影剤ともに造影能良好部位の頻度は Tomo 像、A-P 像、P-A 像の順に増加し、良好部位は上部尿路系から下部尿路系へと推移する傾向をみた。

2) 測定部位別造影能は、両造影剤ともに上部尿路系では各撮影法において良好、下部尿路系では A-P 像に比し P-A 像で良好であり、画像診断上の有用性が高いと考えられた。

3) 造影剤別造影能は、Urografin 群に比し Omnipaque 群で良好で、腎杯・腎盂では各撮影法とも有意差($p<0.05\sim0.01$)を認め、非イオン性造影剤の有用性が示唆された。

4) 造影能の評価・検討に densitometer は有用であり、従来の肉眼的判定法と比較して客観性に勝る造影能判定法と思われた。

本論文の要旨は第53回日本泌尿器科学会東部総会および第2回オムニパーク・シンポジウム(1989.7.)において発表した。

文 献

- 1) Norman D, Axel L, Berninger WH, Edwards MS, Cann CE, Redington RW and Cox L: Dynamic computed tomography of the brain. techniques, data analysis and applications. *AJR* 136: 759-770, 1981
- 2) Ensor RD, Anderson EE and Robinson RR: Drip infusion urography in patients with renal disease. *J Urol* 103: 267-271, 1970
- 3) 池 克志, 広瀬政寛, 鈴木孝成, 兼坂直人, 麦島清純, 赤田壮市, 石田二郎, 若林ゆかり, 井上真吾, 網野三郎: Iohexol 300 の経静脈性尿路造影における使用経験. 基礎と臨床 20: 731-736, 1986
- 4) 宮川美栄子, 西尾恭規, 野々村光生, 松田公生, 上田 真, 郭 俊逸, 岡本圭生, 七里泰正, 白波瀬敏明, 中村健一, 吉田 修: 排泄性腎盂造影における非イオン性低浸透圧水溶性造影剤イオパミロン 300 の高齢者における使用経験. 泌尿紀要 33: 465-470, 1987
- 5) 井戸邦雄, 平松京一, 井筒 睦, 湯浅祐二, 関達夫, 藤沢裕久, 竹田利明, 松本玲子: 静脈性尿路造影における Iohexol の臨床評価. 画像診断 7: 571-577, 1987

- 6) 吉本 純, 野田雅俊, 松村陽右, 大森弘之: 点滴静注性腎盂造影における非イオン性低浸透圧性造影剤 Iohexol 300 の有用性. 西日泌尿 50: 1411-1414, 1988
- 7) 九嶋和美, 村上晃一: オムニパークを使用した Bolus injection による経静脈性尿路造影. 映像情報 20: 880-883, 1988
- 8) 飯泉達夫, 泰 亮輔, 雨宮 裕, 友政 宏, 金子昌司, 村松弘志, 狩場岳夫, 矢崎恒忠: 排泄性尿路造影における Iohexol の使用経験. 泌尿器外科 1: 801-804, 1988
- 9) 三方律治, 今尾貞夫, 柴木賢秀, 堀内大太郎, 村松弘志: 非イオン性低浸透圧性造影剤 (イオヘキソール) を使用した泌尿器科領域の X線造影法. 新薬と臨床 37: 1986-1996, 1988
- 10) 布施春樹, 宮崎公臣, 中嶋孝夫, 藤田幸雄: イオン性造影剤に副作用を有する患者に対する Iohexol (Omnipaque) の使用経験. 泌尿紀要 35: 371-375, 1989
- 11) Spataro RF, Fischer HW and Boylan L: Urography with low-osmolality contrast media. Comparative urinary excretion of iopamidol, hexabrix and diatrizoate. Invest Radiol 17: 494-500, 1982
- 12) Wilcox J, Evill CA, Sago MR and Benness GT: Urographic excretion studies with nonionic contrast agents. Iopamidol vs. iothalamate. Invest Radiol 18: 207-210, 1983
- 13) Palma LD, Rossi M, Stscul F and Agostini R: Iopamidol in urography. A comparison between ionic and nonionic contrast media in patients with normal and impaired renal function. Urol Radiol 4: 1-3, 1982
- 14) Thompson WM, Foster Jr WL, Halvorsen RA, Dunnick NR, Rommel AJ and Bates M: Iopamidol new, nonionic contrast agent for excretory urography. AJR 142: 329-332, 1984
- 15) 町田豊平, 小寺重行, 小野寺昭一, 増田富士男: 新しい尿路造影剤 Iopamidol の使用経験. 西日泌尿 46: 703-710, 1984
- 16) 滋野和志, 谷口雅輝, 石部知行: 非イオン性造影剤 Iopamidol の使用経験. 西日泌尿 50: 1185-1192, 1988
- 17) Thompson WM: Excretory urography. A comparison of iopamidol and meglumine diatrizoate. Invest Radiol 19: suppl 229-233, 1984

(Received on August 16, 1989)

(Accepted on October 5, 1989)

(迅速掲載)