ノート

自動注入装置を使用した尿道造影の検討 —被検者アンケートによる至適造影条件について—

獨協医科大学病院放射線部

小 黒 清・牧 野 芳 文・宇賀神 誠・幕 田 節 男

獨協医科大学越谷病院放射線部

西 田 直 也

(論文受理 1984年 7 月30日)

(最終論文受理 1985年 6 月21日)

(Code No. 495. 2, 442)

Key words : Retrograde urethrogram, Automatic injection function tests, Image-quality, Examinee questionnaire

AUTOMATICALLY INJECTED RETROGRADE CYSTOURETHROGRAM IN THE ADULT MALE: OPTIMUM CONDITIONS DETERMINED BY FUNCTION TESTS, IMAGE-QUALITY AND AN EXAMINEE QUESTIONNAIRE

KIYOSHI OGURO, YOSHIFUMI MAKINO, MAKOTO UGAJIN
and SETSUO MAKUTA

Department of Radiology, Dokkyo University Hospital Mibu, Tochigi 321-02

NAOYA NISHIDA

Department of Radiology, Dokkyo University Koshigaya Branch Hospital, Koshigaya, Saitama 343

(Article received ; Jul., 30, 1984)

Summary

Retrograde cystourethrograms of adult males usually necessitates the manual injection of a contrast medium, which has several drawbacks such as exposure of the medical staffs, inaccuracy of the injection-timing and inconsistent reproducibility. The use of an automatic injector has the ability to overcome the above problems.

We conducted a comparative study of 93 cases of involving retrograde cystourethrograms since July 1983 in terms of function tests of an automatic injector (injected pressure, volume and velocity), image-quality and

自動注入装置を使用した尿道造影の検討 (小黑・牧野・宇賀神・幕田)

questionnaire from 65 examinees regarding psychological and physical effects.

There were finally able to determine the optimum conditions attaining excellent image-quality, i.e., maximum injected pressure 1.4–1.6 kg/cm² and injected velocity of the contrast medium 10 ml/sec, in which the first time examinees felt no painful sensation.

1. 結 言

泌尿器系撮影法のうち逆行性男性尿道造影法は、尿道の奇型、炎症、外傷、腫瘍や前立腺肥大症などの診断に必須であり、尿道狭窄や壁の不整などの形態的所見を得るのに重要である¹⁾²⁾⁴⁾。

従来、外尿道口より造影剤を用手的注入を行いながら術者の合図でX線を曝射する方法（以下手動式）で撮影が行われていたが、この方法では、術者の被曝や造影剤注入時の撮影タイミングのずれなどが問題となっていた⁴⁾。最近それらを解決すべき方法として、自動注入装置が使用されつつあるが^{2)~5),7)}、造影時の注入条件は、各施設間において差があり、造影結果もまた異なることが多い^{2)~5)}。ところで実際の被検者において、疼痛などの身体的影響や不安などの心理的影響などの検討に基づき決定された注入条件については、これまで報告されていない。

今回われわれは、被検者に対してアンケートを行いつつ自動注入装置の性能テストを施行し従来の手動式と比較検討した。

その結果、初回の被検者に対して苦痛なく秀れた造影写真を得るための最適注入条件を導き出すことができたのでここに報告する。

2. 自動注入装置の機構および使用方法

2.1 機 種

尿道造影剤自動注入装置

カイバー TU-1130(武井医科光器製作所) (Fig. 1)

Fig. 1 Automatic injector of a contrast medium in the examination of the urinary tract.

2.2 性 能

注入速度：4.0～7.0 ml/sec

安全機構設定圧力：0.8～1.8 kg/cm²

注入量：10～50 ml

2.3 機 構

造影剤の注入は、モータとスプリングの圧縮の組み合わせによって得られ、その特徴は注入圧のバランスを取りながら注入筒を圧迫し、造影剤を注入する機構にある。注入の際、必要とする注入速度はモータ回転を制御することにより得られ、最大注入圧はスプリング圧縮の強弱により調節される。なお、注入時における過圧防止のための安全装置は、圧接点作動によるもので、最大注入圧は、0.8から1.8 kg/cm²の範囲で設定することができる。

Fig. 2⁸⁾は、尿道内圧変化と注入量の関係を示したものである。実線は、尿道内圧の変化を示し、破線は、注入量を示す。注入が行われると同時に尿道内圧は、上昇するため、あらかじめ設定された過圧防止安全機構が働く。それにより、モータによる注入は停止し、スプリングの反発力のみで注入が行われる。経時的な尿道内圧の低下とともに、再びモータ駆動による注入が行われる。図中矢印は、過圧防止安全機構が作動したところを示す。

Fig. 2 Time course and the relationship between intravesical pressure and volume of the injected contrast medium. Arrow shows operation of the safety mechanism.

2.4 使用方法

a) 注入筒と陰茎固定具（サニーホルダ）を中間コネクタで接続し、造影剤 50 ml を経路に満たして本装置にセットする。

b) 外尿道孔に陰茎固定具の注入管を挿入後、エアーポンプにより亀頭部を圧迫し陰茎の固定を行う。操作室にてリモートコントロールスイッチにより造影剤注入を開始する。X線同期量および造影剤注入量は、ツマミを左右に移動することで任意に設定し得る。

なお、X線同期量および注入量は、残量表示となっている。たとえば、X線同期量 15 目盛、注入残量 0 目盛にセットすれば、注入残量 15 ml で X線曝射同期回路が作動して X線が曝射され、注入は、残量表示 0 ml になるまで行われる。（Fig. 3）

c) 付属器具とその使用方法

Fig. 4 は、付属器具の陰茎固定具（サニーホルダ）の断面図である。エアーポンプから送り込まれた空気でブーツがふくらみ陰茎をしっかり固定する構造になっている。Fig. 5 は、ブーツがふくらんだ状態のサニーホルダであり、Fig. 6 は、ブーツに空気の入っていない状態である。

Fig. 3 Front display of the automatic injector.

Fig. 4 Scheme of the penis-fixation device (Sunny-Holder®).

Fig. 5 Sunny-Holder® with air-filled boot which fixes penis.

Fig. 6 Sunny-Holder® with vacant air boot.

3. 実験方法

3.1 自動注入装置の性能テスト

a) 各安全機構設定圧力の変化による造影剤注入速度と注入量の関係

過圧防止のための安全機構の作動圧力を設定用ダイヤルにより、0.8 から 1.8 kg/cm² まで 0.2 kg/cm² の間隔で変化させ、その各々の圧力について、5 段階の注入速度における注入量を測定した。注入速度（コントロールダイヤル）は連続可変であるため、便宜上速度を L (low), M (medium), H (high) およびそれぞれの中間点を Fig. 7 のように 5 等分した。

自動注入装置を使用した尿道造影の検討 (小黒・牧野・宇賀神・幕田)

Fig. 7 Injection-speed control dial is set up in 5 differential grades.

なお、造影剤は、イソパーク280、室温20°C常温、シリンダ開口外部からの抵抗は無しとした。

b) 尿道自動注入装置とX線装置の同期状態の確認

自動注入装置が、あらかじめ設定した同期量に達した時の信号とその時X線発生装置の曝射スイッチにかかった信号を測定した。

3.2 アンケート調査

a) 自動注入装置使用時の被検者への心理的、身体的影響について

被検者93人に対し、従来の手動式と自動注入式についてのアンケート調査を行い恐怖感および苦痛の感じ方を調べた。

b) 造影写真について

自動注入式65件、手動式28件、計93件の造影写真を15名の医師、技師によって次のような判定基準で良否を判別した。

判定基準

- 尿道部から膀胱部まで描出されているか。
- 痛みなどによる動きのボケはないか。
- 撮影時期のタイミングは適当か。

c) 注入条件について

検査を行った設定条件とその結果について技師にアンケート調査を行った。

4. 結 果

4.1 自動注入装置の性能テスト

a) Fig. 8 に示すように、注入速度は、各安全機構設定圧力においてLからMの間で、実際の注入量と比例関係を示し、MからHの間で各設定圧力とも注入量は、急激な落ち込みを示した。これは、LからMの間では、注入

Fig. 8 Relationship between pressure and velocity of the injected contrast medium.

速度が緩やかなため設定圧力に達することなく注入が行われ、MからHの間では、注入速度の上昇によりシリンダ内の圧力が増し、あらかじめ設定された圧力に達し安全機構が働いたためである。よってLからMまで実際にかかる圧力は、0.8 kg/cm²以下であり、安全機構設定圧力が大きい程スムーズに注入されることを認めた。

b) 尿道造影剤自動注入装置とX線曝射の同期状態は、装置のタイマや電源投入回路の遅れによるもので、X線曝射の方がわずかに10 msec遅れて信号が入っていることがわかった。しかし、実用上問題となる時間ではなく、ほぼ正確に同期されていることが確認された。(Fig. 9)

Fig. 9 Panel (A) shows voltage wave measured at the microswitch operation. Panel (B) shows voltage wave measured at the microswitch. X-ray exposure was started in just 10 msec.

Fig. 10 (a) Questionnaire from the patients who received the examination.

Fig. 10 (b) Questionnaire from the medical staff who conducted the examination.

4.2 アンケート調査

a) 恐怖感および苦痛に対するアンケートの結果 (Fig. 10-a) より自動注入装置に対する恐怖感は、65例中6例であり、装置に対して心理的影響は、少ないことがわかった。

苦痛の状態については、個人差があり、造影剤注入時に多くの人が、多少なりの痛みを訴えたので、我慢できる程度の痛みについては、痛くないと判断しアンケート調査を行った。その結果、自動注入式が65例中27例(41.5

%)、手動式が28例中10例(36%)が痛いと答えた。

b) 造影写真の良否 (Fig. 10-b) については、自動注入式が65例中58例(89%)、手動式が28例中25例(89.3%)が適正という結果を得た。

自動注入式と手動式による造影写真の例を Fig. 11 ~ Fig. 14 に示す。

c) 注入条件については、安全機構設定圧力が1.4 kg/cm²、注入速度は、10 ml/sec が造影剤の漏れもなくスムーズに行われ最適であった。

Fig. 11 Automatic injection method: injected volume of 50 ml, set up pressure of 1.4 kg/cm².

Fig. 12 Automatic injection method: injected volume of 50 ml, set up pressure of 1.4 kg/cm².

Fig. 13 Manual injection method: injected volume of 50 ml.

Fig. 14 Manual injection method: injected volume of 50 ml.

5. 考 察

逆行性尿道自動注入法においては、術者の被曝や再現性の点で従来の手動式に比べ利点が多く、注入条件設定は容易であり、どのレベルでも設定域内の注入圧および注入速度を選定することが可能である^{2)~5),7)}。今回、われわれが行った性能テストによると、最大設定圧力が大きい程スムーズに注入は行えるが、臨床においては、 1.6 kg/cm^2 以上の圧力設定では、造影剤がサニーホルダから漏れてしまい、うまくいかないことが判明した。また、 1.0 kg/cm^2 以下の圧力では、安全機構が早く働き注入が円滑にゆかず、あまり低過ぎると注入されないこともわかった。このような設定圧の上限域、下限域における性能は、同機種においては詳しく報告はされていない²⁾。また、自動注入装置他機種においては、設定圧力 1.0 kg/cm^2 ³⁾などの報告が散見されるのみで、やはり設定圧力の安全域や最適圧の選定に関しての検討は、ほとんどなされていない。

ところで自動注入法においては、従来、苦痛や不安などの被検者側における条件が、十分考慮されてきたとは言いがたい。したがって被検者の不安などの心理的影響や疼痛などの身体的影響を考慮しつつ、かつ質の高い造影写真が得られるような最適注入条件の決定が、安全に日常診療を行う際の要点となろう。しかしながらこのような総合的な検討の報告は、全くなされていなかった。

われわれの65例のアンケート調査の結果によると、自動注入装置に対しての恐怖感は、9.2%と少なく、むしろ検査自体に不安のある人が多かった。このような不安は、

手動式では術者が傍にいることにより極めて少ないが、自動式では術者の被曝軽減のため被検者はひとりとなるので、必然的に起き易い。このような不安は、検査前の説明により予め少なくすることが可能であろう。また、苦痛については、造影剤の漏れのみられた条件と同様に設定圧力 1.6 kg/cm^2 以上の圧力やあまり速い速度による注入(10 ml/sec 以上)において特に訴えが多くみられた。

注入速度については、速度が速いと安全機構が早く作動し注入量が減少してしまい、速度が遅いと造影時間が延長することが性能テストで示された。したがって、望ましい注入速度は、患者の苦痛のみられない条件と同様に 10 ml/sec 以下と考えられた。

写真の良否より設定条件を判定すると、 1.4 kg/cm^2 以上の圧力および注入速度 10 ml/sec 以上が、良い写真を得るには必要であると判定された。

以上のことから性能テストおよび、患者へのアンケート調査による結果では、設定圧力は $1.0 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 、注入速度は 10 ml/sec 以下が適当な条件として得られ、写真の良否による判定、すなわち 1.4 kg/cm^2 以上、 10 ml/sec 以上を考慮すると最終的に本機種における設定圧力は、 $1.4 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 、注入速度は、 10 ml/sec で行うことが最も適当であると考えられた。

6. 結 語

われわれは、自動注入装置の使用に当り、被検者にアンケート調査を施行し、心理的影響および苦痛等の身体的影響を考慮した自動注入装置の最適注入条件を検討し

た。初回の被検者に対しては、注入条件は、設定圧力 $1.4 \sim 1.6 \text{ kg/cm}^2$ 、注入速度 10 ml/sec が苦痛なく秀れた造影写真を得るに最適であると判明した。

謝 辞

稿を終わるにあたり、終始御指導、御校閲頂いた本学放射線医学教室兵頭春夫教授ならびに仲沢聖則講師に深く感謝致します。また、多大な御協力、御助言下さった当泌尿器科学村橋勲助教授、当放射線部沢佳延主任技師に深く感謝致します。

文 献

- 1) Ferris, E.J. and Seibert, J.J.: Imaging of the urinary tract. in "Multiple imaging procedures, Vol. 4, Urinary tract and adrenal glands." ed. by Ferris, E.J. and Seibert, J.J., New York, Grune & Stratton, 3-58 (1980) .
- 2) 古川金之輔, 二村 梓, 熊本利光: 尿道造影剤自動注入機の考案, 第29回日放技学会, 223 (1973).
- 3) 鮭川幸雄, 加藤医伸, 吉田 隆, 他: 簡易型尿道撮影用自動注入機, 第34回日放技学会, 536 (1978).
- 4) 乾 三郎, 鈴木敏之, 榎野貞一, 他: 尿道撮影(男子逆行性)時の術者の被曝とその防護対策, 日放技会誌, **38**, 27-35 (1982).
- 5) 伊勢教雄, 縫島 修: 逆行性尿道造影のための簡単な自動注入装置, 日放技会誌, **38**, 698-700 (1982).
- 6) 西尾功作, 竹内栄助, 千葉 力: 造影剤注入のパルス制御化(特に安全性について), 第29回日放技学会, 234 (1973).
- 7) 近藤智昭, 野口英三, 早川紀和: 自動注入器に関する基礎的検討, 第33回日放技学会190 (1977).
- 8) カイバ尿道造影剤自動注入装置(TU-1130)仕様説明書.