新型 RI ボーラス注射器の開発と静脈ファントム によるボーラスの検討†

分校久志, 桑島 章, 窪田昭男, 久田欣一

金沢大学医学部核医学教室

920 金沢市宝町13-1

1977年 3月23日 受理

1. はじめに

近年, 短半減期核種 ^{99m}Tc およびガンマカメラの普及により心臓および大血管^{1), 2)}, 脳³⁾, 肝⁴⁾, 腎⁵⁾などの各臓器における RI アンギオグラフィが容易に行われるようになり, 鑑別診断や病態生理の検討に有用な情報を提供している。RI アンギオグラフィ施行にさいして最も重要な点は良好なボーラスを得ることであり, 静注手技についても生食水によるフラッシュを併用した急速静注法⁶⁾や Oldendorf の方法⁷⁾, 自動注入器⁸⁾を用いる方法などがある。

今回われわれは RI ボーラス注射時の操作の簡便化とフラッシュ時の時間的遅れの解消を目的に, 新たに圧パルプ式三方活栓(PV)および二重筒式注射器(DS)を試作開発し, 従来の三方活栓(MTW)を用いた場合とのボーラスの性状を比較検討したので報告する。

2. 方 法

2・1 圧パルプ式三方活栓および二重筒式注射器

圧パルプ式三方活栓(PV)は本質的には従来の三方活栓と同じである。開発の目的は三方活栓の切り換えを注入時の水圧により自動化し, 切り換え操作を行わずに連続する2回の注入操作のみで RI およびフラッシュの注入を行おうとするものである。われわれの試作品の設計図および外見を Fig. 1, 2 上段に示す。

二重筒式注射器(DS)は MTW および上記 PV と本質的に異なり, 注射器の配列は直列である。この開発目

的は注入操作そのものを1回のみとし, 連続的にピストンを押すことにより RI, フラッシュの順に急速ボーラス注入が可能とすることである。DS では内側注射筒の先端に外側注射筒のピストンが固定されており, この部分に閉鎖用のバルブとステンレスパネが装着さ

Fig. 1 Design of pressure-valve type three-way stopcock (PV; top and middle) and double-syringe injector (DS; bottom).

Fig. 2 Prototype of PV (top). Inner syringe of DS (middle) and full set of DS (bottom).

† Development of New Radionuclide Bolus Injector and Evaluation of Bolus Using Venous Phantom. Hisashi BUNKO, Akira KUWAJIMA, Akio KUBOTA and Kinichi HISADA: Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University Medical School, 13-1 Takara-machi, Kanazawa-shi 920, Japan.

れている。バルブは外筒中の RI 注入時には内筒中の内圧によって閉鎖され、密閉状態をさらに高めるようになっている (Fig. 1, 2)

2.2 静脈ファントムによる検討

RI ポーラスの状態の比較検討のために、通常の点滴セットを利用した混合室を有する静脈ファントムを作成した。内径約2.5mmのビニールチューブを Fig.3 のごとく Picker Dynacamera IIC の 15000 孔平行コリメータ上に固定し、コリメータ表面を鉛直にした。静脈ファントム中は高さ 1.8m の位置にある水槽より一定流量で水を流し、その途中のゴム管部より RI ポーラス注入を行った。流量はメスシリンダにより直接測定した。ポーラスの検討にはファントム中の混合室内の 0.1 秒ごとの放射能変化を通過曲線として得た。各通過曲線は高流量および低流量ごとに 0.5, 1.0, 2.0, 3.0ml の $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (5~10mCi/ml) を 2.5~5ml の水でフラッシュして得た。さらにコントロールとしてフラッシュなしの急速注入による通過曲線を得た。

Fig. 3 Arrangement of venous phantom on the collimator surface of Picker Dynacamera IIC.

3. 結 果

3.1 MTWとPV

1.0ml の $^{99m}\text{TcO}_4^-$ のポーラス注射を 1.9ml/sec の流量にて測定した結果を Fig. 4 に示す。MTW では 3.4 秒に最高値を有する小ピークを認めた。これは三方活栓中に残存する $^{99m}\text{TcO}_4^-$ がフラッシュ時に時間的遅れをもって注入されたためである。PV でも同様に 2.4 秒に小ピークを認めたが、その量は少なく、時間的遅れも少なくなっている。

3.2 MTW と DS

Fig. 4 Comprison of dynamic curve obtained with bolus injection using PV and MTW. Each arrow shows second peak due to delay of flushing. MTW: conventional (mechanical) three-way stopcock.

2.7ml/sec の流量における 1.0 および 2.0ml の $^{99m}\text{TcO}_4^-$ のポーラス注射では MTW にてつねに比較的大きな第二のピークを認めたが、3.0ml の注射では第二のピークの影響は相対的に少なくなっている。また第二のピークの時間的遅れは三方活栓の操作時間により一定していなかった。DS では単一ピークの滑らかな曲線となり良好なポーラスであった。高流量時にはフラッシュを行わない急速注入 (NF) と DS の通過曲線はよく一致したが、0.7ml/sec の流量での注入では NF が DS より鋭いピークを示した。これは DS でのフラッシュ液量がポーラス量を増加したためと思われる (Fig. 5)。

3.3 DS における RI 注入量によるポーラスの変化
高流量 (2.7ml/sec), 低流量 (1.5ml/sec) にてそれぞれ注入 RI 量を 0.5ml, 1.0ml, 2.0ml, 3.0ml と変化した場合の通過曲線は高流量時 0.5~2.0ml まで曲線の立ち上がりおよびピーク通過時間はほとんど不変であり、下行部の遅延がわずかにみられるだけであるが、3.0ml では明らかにピーク通過時間の遅延を認め (約 0.8秒), ポーラス全体の延長が考えられた。低流量時には 0.5 および 1.0ml にて通過曲線はほとんど変化を認めないが、2.0 および 3.0ml ではそれぞれ 0.4秒, 0.8秒のピーク通過時間の遅れを認め、ポーラス全体も注入

量の増加とともに延長を認めた (Fig. 6)。

4. 考按および結論

RI アンギオグラフィは各種心疾患とくに心内シャントの定量的診断^{1),2)}や脳循環動態の検討³⁾, 肝⁴⁾, 腎⁵⁾などの場所占拠性病変の血流状態の判定や鑑別診断などに現在広く応用され, 重要な核医学的検査法の一つとなっている。これらの RI アンギオグラフィを施行する場合, 再現性の良好な単一ピークを有するボーラス注射を行うことが重要である。通常よく行われている三方活栓を用いたフラッシュ法では, その操作時に RI 注入とフラッシュとの時間的遅れが必ず生じ, このため三方活栓や注射針中の RI が時間的遅れをもった第二の小ピークとして現れ, 再現性の良いボーラス注射は望めない。この点は今回の検討でも MTW および PV においてつねに認められ, このような方法の本質的な欠点である。これに比し, 2つの注射筒を一体化した DS では本質的に単一ピークが得られ, 通常の静注と変わりなく容易に行え, 注入速度を一定にすれば再現性も良好である。Ashley⁶⁾も同様の注射法を考案しているが, この場合にはやはり2段階の操作が必要であり, 第二のピークの発生は不可避であると思われる。

DS によるボーラス注射では低流量時で 2.0ml 以上, 高流量時で 3.0ml の RI 量でボーラスの遅延が認められたが, 実際の临床上の使用においては 2.0ml 以下であれば均一で再現性良好なボーラスが得られると考えられる。本法は心内シャントの定量化のごとく厳密な単一ボーラスを得る必要のある場合にとくに有用である。また, 低価格で製作可能であり, 高価な静注装置⁷⁾も不必要である。さらに取扱いが容易で迅速に行え, 従来の注射器用シールドも使用できる点で術者の被曝軽減にも有用であると考えられる。

文 献

- 1) Bosnjakovic, V.B., et al.: *J. Nucl. Med.*, **14**,

Fig. 5 Comparison of dynamic curves among different methods of bolus injection and different volume of bolus. NF: without flushing.

Fig. 6 Comparison of dynamic curves among different flow rates and different volume of bolus.

514 (1973)

- 2) Strauss, H.W., Pitt, B., and James, A.E., Jr., ed. *Cardiovascular nuclear medicine*, C.V. Mosby, St. Louis (1974)
- 3) Cowan, R.J., et al.: *Radiology*, **107**, 111(1973)
- 4) Freeman, L.M., and Mandell, C.H.: *Semin. Nucl. Med.*, **2**, 133 (1972)
- 5) Morales, J.O.: *ibid.*, **4**, 133 (1974)
- 6) Treves, S., Maltz, D.L., and Adelstein, S.J.: James, A.E., Jr., Wagner, H.N., Jr., and Co-

- ke, R.E., ed. *Pediatric nuclear medicine*, p. 231, W.B. Saunders, Philadelphia (1974)
- 7) Oldendorf, W. H.: *J. Nucl. Med.*, **3**, 382 (1962)
- 8) Snyder, R.E., et al.: *Brit. J. Radiol.*, **49**, 1033 (1976)
- 9) Ashley, S.J.: *J. Nucl. Med. Technol.*, **4**, 42 (1976)
-