

○令和1年度奨励研究

「常染色体優性多発嚢胞腎 (autosomal dominant polycystic kidney disease: 以下, ADPKD) のファントムを使った残腎機能評価方法の検討.

ー核医学的手法による小さな腎機能容量変化検出の可能性評価ー」

茨城県立医療大学 保健医療学部 放射線技術科学科 教授 中島光太郎

1. 研究目的

腎疾患診断薬の^{99m}Tc-DMSA(ジメルカプトコハク酸テクネチウム, 以下, ^{99m}Tc-DMSA)は, 投与後その大部分は血中から「近位尿細管の上皮細胞」に直接取り込まれ, 腎皮質に選択的に集積して長時間停留する¹⁾²⁾. このことから, ^{99m}Tc-DMSAは, 腎機能のあるネフロン(腎小体とそれに続く尿細管)を描出する能力が高いため, 腎機能容量を推定評価することが可能と思われる. 先行研究では, ^{99m}Tc-DMSAを利用してADPKDの病勢評価を可能にする手法の臨床報告はない. そこで, 前回まで, 種々の占有率を想定したADPKD模擬ファントムを作成し, 実際に^{99m}Tc-DMSAを封入し, 集積カウント比を集積率に見立てて腎機能評価の基礎的検討を行ってきたが, 今回は, 早期のADPKDを想定して, 微小な変化を検出することができるかを検討することを目的とした.

2. 研究方法

多発嚢胞腎を模した3Dファントムを作製し, 内部の嚢胞成分の占有割合を, 0%, 2.5%, 5.0%と変えて, その違いを模擬腎臓の集積カウント比によって評価可能かを検討した.

AZE VirtualPlace360の造影CT像から腎臓を抽出し, 箱型から腎臓の形をくり抜いて (mold法), 3Dプリンターで作製した. 腎臓のファントムは, 模擬嚢胞病変の無いもの (正常腎) を0%とし, ランダムに, 模擬嚢胞病変の大きさ, 配置を変えて, 腎臓内の模擬嚢胞病変の含有体積に応じてそれぞれ0%, 2.5%, 5%のファントムを作製した. 水, アイソトープの注入口には, エクステンションチューブを接続し, エポキシパテで固定した(右図は5%ファントム).

ファントム内の腎実質の容量測定を, 内部に水を入れて容量を測定した. さらに, 腎ファントムをCT撮影してワークステーションによる容量計測を行った. 次に, 腎ファントム内に^{99m}Tc-DMSAを注入し, 背面プラナー画像を撮影し, ワークステーションを用いて, ^{99m}Tc-DMSAの集積カウントを測定した.



3. 研究結果

評価方法は, 各ファントム内に水を注入し, 注入前後の重量差を模擬嚢胞を除いたファントムの容量としました (これが対照値になります).

次に水を抜き, 通常の造影される腎のCT値を想定して, 130H.U.に調整した造影剤を注入し, 管電圧120kV, 管電流25mA, スライス厚0.625mmの撮影条件で撮影し, 得られたデータをAZEの肝臓解析機能を使用し, それぞれのファントムについて模擬嚢胞を除いたファントムの容量を産出した.

^{99m}Tc-DMSAの通常投与量185MBqとして, 正常両側腎には50%程度集積する. 今回は, 片腎で検討しているので46.25MBqが集積すると仮定し, 0.33MBq/mLに放射能濃度のアイソトープを調整してファントム内に注入して, 背面プラナー像で集積カウントを計測した.

各評価方法での測定値は右上表の通りであった. 上段は元の測定値, 下段は模擬嚢胞占有率0%の各測定値をを100として, 換算した値を求めたものである.

各評価方法における測定値

ファントム	0%	2.5%	5%
水による容量[g]	143.00	139.00	113.00
CT断面の積算による容量[%]	147.30	141.81	126.79
背面プラナー像での集積率[kcpm]	662.46	615.14	605.74

正常ファントムを基準とした各評価方法の測定値の比

ファントム	0%	2.5%	5%
水による容量[%]	100.0	97.2	79.0
CT断面の積算による容量[%]	100.0	96.3	86.1
背面プラナー像での集積率[%]	100.0	92.9	91.4

4. 考察(結論)

水で測定した容量測定値とCTによって測定した容量測定値は、やや過小気味であった。これは、エクステンションチューブを接続した際に、少し押し込みすぎていたようでした。それを調整した後で測定した背面プラナー像の集積カウントは、なお、過小気味でしたが、集積カウントは容量変化に応じて低下していた。ADPKDの初期を想定したファントムを用いた実験による基礎的検討結果から、初期のADPKDの残存機能腎容量の評価を、 ^{99m}Tc -DMSAの腎への集積率を使って行うことができるものと推察された。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

2019年10月の全国自治体病院学会に発表した。また、臨床応用を、2020年6月の日本腎臓学会総会で発表します。補充実験を行って、基礎検討の最終版を2020年11月の日本核医学会総会で発表予定。

6. 参考文献

- 1) Kawamura J, Hosokawa S, Yoshida O, et al. Validity of ^{99m}Tc dimercaptosuccinic acid renal uptake for an assessment of individual kidney function. J Urol 1978;119:305-309.
- 2) Andrew Taylor Jr.. Quantitation of renal function with static imaging agents. Seminars in Nuclear Medicine. 1982;12:330-344.