OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	腎ダイナミックCTによる腎機能評価に関する検討-腎皮質および大動脈の時間濃度曲線を用いた定量的評価への試み-
Author(s)	佐藤, 伸夫; 戸上, 泉; 村上, 公則 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(11), p. 1346-1351
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20613
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

日本医放会誌：51（11），1346—1351，1991（平3）

腎ダイナミックCTによる腎機能評価に関する検討

—腎皮質および大動脈の時間濃度曲線を用いた定量的評価への試み—

岡山大学医学部放射線医学教室
佐藤　伸夫　　戸上　　泉　　村上　公則
北川　尚広　　木本　　真　　平木　祥夫
同　泌尿器科学教室
宇埜　　智　　公文　裕巳　　大森　弘之

（平成2年11月13日受付）
（平成3年3月11日最終原稿受付）

Evaluation of Renal Function by Dynamic CT

Nobuo Satoh, Izumi Togami, Kiminori Murakami, Takahiro Kitagawa,
Shin Kimoto and Yoshio Hiraki
Department of Radiology, Okayama University
Satoshi Uno, Hiromi Kumon and Hiroyuki Ohmori
Department of Urology, Okayama University

Research Code No. : 518.1

Key Words : Dynamic CT, kidney, renal function

Dynamic CT scans of the kidney were conducted in 57 persons with varied renal function. The results of dynamic CT were used to obtain time-density curves for renal cortex, medulla and aorta. Various parameters were calculated from these time-density curves. Among them, CA ratio, the ratio of the area under the renal cortex curve to the area under the aortic curve, showed the best correlation with creatinine clearance. With these parameters, dynamic CT studies are believed to be useful in evaluating renal function.

はじめに

CTは，優れた濃度分解能を持っており腎疾患の診断に於て，病変の検出やその進展範囲の評価などについて有用である[1)2)]．またダイナミックCTを用いることにより腎機能の評価についてもその有用性が報告されている[3)~7)]．今回我々は，腎ダイナミックCTにより得られた時間濃度曲線を検討するとともに腎機能の定量的評価を目的として，新たに時間濃度曲線をもとにした種々のパラメーターを算出した．これらの結果と24時間クレアチニンクリアランスとの相関関係を検討し，その腎機能の指標としての有用性が認められたので報告する．

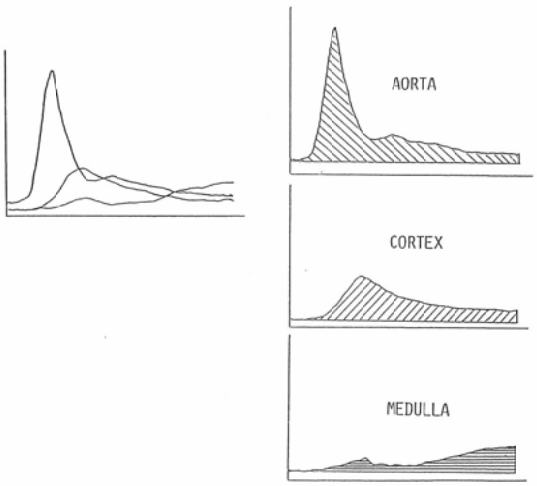
対象および方法

対象は種々の腎機能を持つ成人57例である．男性47例，女性10例，年齢は24から78歳，平均年齢55.3歳であった．うちわけは，膀胱腫瘍10例，前立腺肥大9例，腎癌9例，糸球体腎炎2例，腎嚢胞2例，多嚢胞腎1例，腎血管性高血圧症1例，腎結石1例，腎盂尿管移行部狭窄症1例，慢性腎不全1例，尿路系に特に疾患を有しないもの20例であった．このうち腎機能正常例は35例，片側性疾患は12例であった．

CT装置は，東芝製TCT-900Sを使用した．イ

オパミドール（612.4mg/ml）40mlを左前腕の静脈より毎秒5ccで注入しscanを行った．断層面は，両側の腎静脈が同一断層面に認められるように設定した．scanは造影剤注入時より開始し，1秒scanを2秒間隔で行う合計3秒のサイクルを11回施行した後，9秒の間隔で1秒scanを行う合計10秒のサイクルを8回繰り返し行い，一部の症例には30秒間隔で若干のscanを追加した．経時的に得られた各画像についてそれぞれ大動脈，腎皮質及び髄質にできるだけ広いROIを（少なくとも約50ピクセル）設定し，CT値を計測した（Fig. 1）．これをもとに時間濃度曲線を作成し検討を行うとともに，以下のパラメーターについても検討を加えた．時間濃度曲線は両腎のROIを平均して作成した．パラメーターとしては，下記のごとき数値を算出した．皮質曲線と髄質曲線が交差する時間を石川らの言う皮質一髄質交差時間（CMT）とした[7][8]．また今回新たなパラメーターとして100秒までの大動脈，皮質，髄質の曲線下面積のうち造影剤による変化分をそれぞれもとめ，髄質の面積を皮質の面積で除したものをMC ratioとし，髄質及び皮質の面積を大動脈のそれで除したものをMA ratio，CA ratioとした（Fig. 2）．また，0秒から40秒，40秒から60秒及び40秒から100秒までの範囲についても同様にパラメーターを算出し比較を行った．

Fig. 1　ROI of aorta, renal cortex and medulla



CA ratio, CORTEX/AORTA, MA ratio, MEDULLA/AORTA, MC ratio, MEDULLA/CORTEX

Fig. 2　parameters

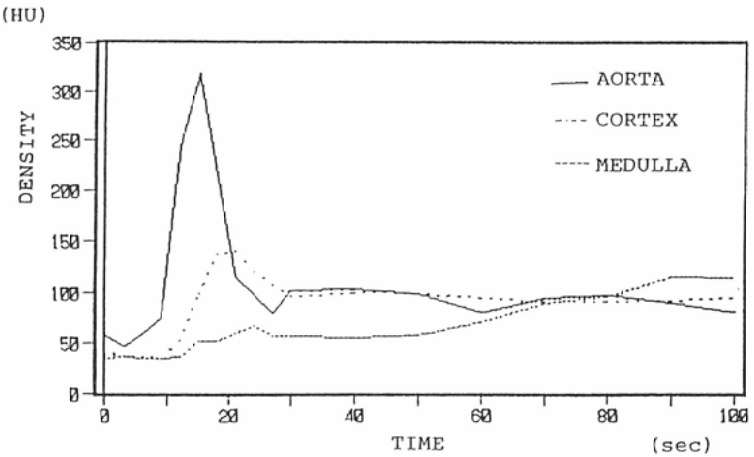


Fig. 3　Time Density Curve of Normal Kidney

結　果

1）正常腎

正常腎の代表的な時間濃度曲線をFig. 3に示す．大動脈の曲線は造影剤注入後15秒前後で急峻なpeakを形成し，その後再循環によると思われる変動を示しながら徐々に低下してゆく．腎皮質の曲線は大動脈のpeakにやや遅れてそれよりも低くなだらかなpeakを形成した後にこれよりも低い第2のpeakを形成し二峰性を示した．髄質の曲線は皮質のpeakより更に遅れて徐々に上昇を始め，50～60秒で皮質の曲線と交差した後も上昇を続け200秒程度にpeakを持つものが多数をしめた．

2）機能低下腎

Fig. 4は，クレアチニンクリアランス値が，15.3ml/minの症例の時間濃度曲線である．皮質の曲線のpeakは低くなっており，これに続く曲線の下降も正常例に比べなだらかとなっている．髄質については曲線の上昇の遅れと共に造影による濃度の変化率の低下が認められた．大動脈及び皮質の曲線との交差時間にも遅延がみられたが，これには大動脈や皮質の濃度低下も影響していると思われた．

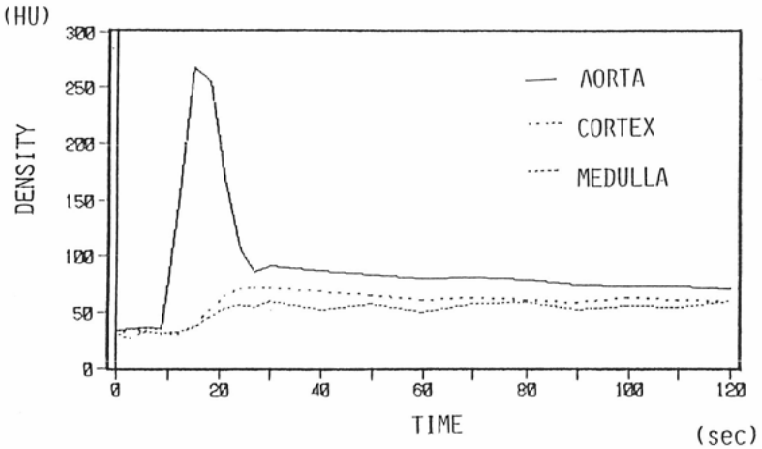


Fig. 4　Time Density Curve of Abnormal Kidney

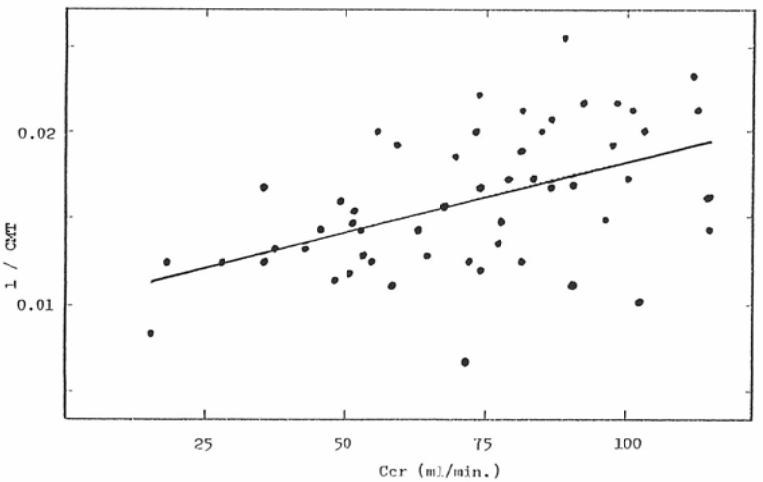


Fig. 5　Correlation between 1/CMT and Ccr (r=0.500)

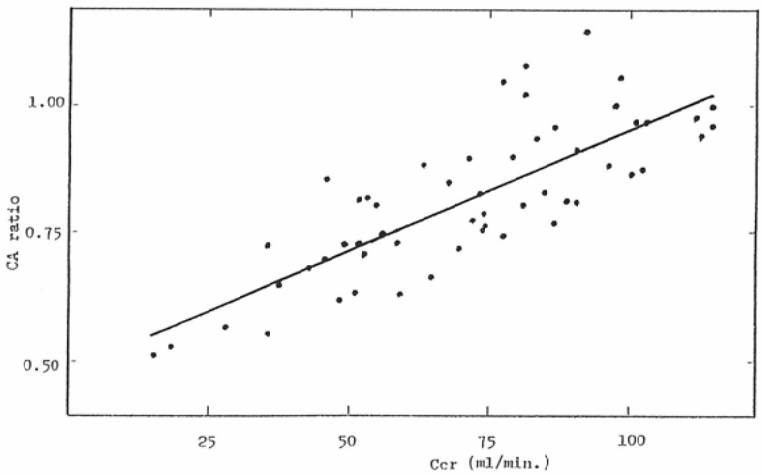


Fig. 6　Correlation between CA ratio and Ccr (r=0.795)

3) パラメーター

各種のパラメーターについては，主に24時間クレアチニンクリアランス値（Ccr）との相関関係について検討した．CMT との相関については，相関係数 r＝−0.424と良好な相関は得られなかった．また，CMT の逆数と Ccr との間では r=0.500の相関係数であった（Fig. 5）．MC ratio，MA ratio についても，Ccr との相関係数はそれぞれ r=0.385，r=0.601であった．CA ratio と Ccr に関しては，r=0.795と今回検討したパラメーターのなかでは最もよい相関が得られた（Fig. 6）．0秒から40秒，40秒から60秒及び40秒から100秒の範囲で求めた CA ratio と Ccr との相関係数は，それぞれ0.627，0.413，0.362であった．

考　察

正常腎の時間濃度曲線については，現在までに報告されているもの[3)~7)]とほぼ同様の結果となっている．大動脈の濃度曲線の上昇に続いて，単位体積あたりの血流の多い皮質のエンハンスメントによる peak を形成する．単位体積あたりの血管容量は皮質に等しいが血流の少ない髄質[9)]では，造影剤の髄質（直尿細管）への流入によると思われる濃度上昇が皮質に遅れて認められた．

腎機能障害におけるダイナミック CT において認められた異常の多くは石川ら[5)7)]や大山ら[3)6)]による報告にもあるが，腎皮質エンハンスメントの減弱及びその濃度下降の遅れが認められ，髄質についても皮質ほぼ同様に，濃度上昇の遅延とエンハンスメントの低下が見られた．糸球体ろ過の障害による造影剤の髄質内での流量の低下のみではなく血管性障害による血流量の低下，糸球体そのものの数の減少等が原因として考えられる．

スキャン時間については，現在までに報告されているダイナミック CT では，1スライスにつき10秒前後以上の計測時間（撮像時間及び繰り返し時間の合計時間）を必要とするものが多かった．今回の検討においては新世代の CT を用いることにより1秒という高速スキャンが可能であったため，大山等[6)]と同様に，大動脈及びこれに続く皮質・髄質の peak の高さや形状，出現時間等，より詳細な検討が特に血管相において可能であった．更に，付属のソフトを用いることでシネ画像としての観察も可能であり視覚的な理解も容易であった．

ダイナミック CT による腎機能の推定についても種々の試みが報告されている[10)11)]．時間濃度曲線の peak 値，立ち上がり勾配，peak までの時間などと異なり，皮質髄質交差時間はスキャンの繰り返し時間の頻度による影響をほとんど受けないので腎機能の良い指標と思われると石川らにより報告されている[7)]．今回は Ccr と種々のパラメーターとの相関関係を検討したが，CMT および

CMTの逆数とのあいだの相関計数rは，それぞれ−0.424，0.500であり，さほど良好な相関は得られなかった．以前の報告と比べScan timeが比較的短いことに加え種々の腎機能障害疾患が含まれていることや，一部には腎腫瘍の存在する症例もはいっていることなどがその要因として考えられる．

我々が新たに算出したパラメーターについてみるとMC ratio，Ccrとの相関ではr＝0.385，CMTとほぼ同様の相関係数であったが，MA ratioではr＝0.601であり特にCA ratioについては0から100秒の範囲で求めた場合に，r＝0.795と上記のいずれのパラメーターよりもよい相関が得られた．当初は今回のパラメーターの中ではMC ratioが造影剤の皮質から髄質への移行を最も反映しやすいと考えたため，MC ratioとCcrとの相関が最もよいのではないかと推測していたが，大動脈の因子を加えたパラメーター（CA ratio，MA ratio）により良好な相関が認められた．これは，造影剤の使用量を一定にしていることもあり，心拍出量等，進行動態の差異による影響が無視できないためと考えられる．また面積比であるために皮質，髄質の両者のエンハンスメントの低下がある場合に機能低下を反映できなかったと思われる．CA ratioが最も相関した要因としては，大動脈の因子が加わっていることの他に尿の濃縮に関係なく糸球体ろ過量のみについての情報をある程度反映し得たのではないかと思われる．CA ratioは，腎皮質のエンハンスメントに注目したパラメーターであることから，皮質の血流量をある程度反映していると考えられる．皮質の血流量は間接的に皮質内の糸球体全体のvolumeをあらわし得ると推測されるので，皮質のエンハンスメントの因子に血行動態の影響を除外する目的で大動脈の因子を加えたCA ratioが，Ccrと最も良好な相関を示したと考えられた．また，第一のピークを持つ波からなる皮質の単位体積あたりの血流量を反映すると思われる部分，すなわち0から40秒の範囲でのCA ratioや，第二のピークを持つ波からなる糸球体ろ過量を反映すると思われる部分から求めた40から100秒までの範囲のCA ratioよりも，0から100秒までの範囲で算出したCA ratioが良好な相関を示したのは，上記の両要素を含む事により両者の欠点を補い，広い範囲で検討する事による測定誤差の補正ができたこと等によるのではないかと考えられた．

以上よりダイナミックCTによる腎機能の評価において，その時間濃度曲線とともにCcr値とある程度の相関関係にあるCA ratioは，腎機能の指標として有用であると考えられた．

まとめ

CTは腎の形態学的異常を評価することができるのみでなく，ダイナミックスタディを行うことにより，その機能的異常をも推定することができる．今回我々は，新しいパラメーターのひとつとしてCA ratioを算出したが，これによる腎機能定量的評価がある程度可能であると思われレノグラムに匹敵する検査となり得る可能性が示唆された．また，ROIのとり方によっては分腎機能のみならず部分的な機能の障害も評価可能であると考えられた．CTは解像力においても優れているため，皮質および髄質のそれぞれの評価が可能であり，尿細管疾患と糸球体疾患に対して別個に詳細な検討を行い得る可能性があると思われた．血管性病変については，更に症例を重ねることにより術後機能回復の術前予測もある程度可能ではないかと思われた．

文献

1) Segel SS, Stanley RJ, Levitt RG, et al: Computed tomography of the kidney. Radiology 124: 359—370, 1977
2) Love L, Reynes C, Churchill R, et al: Third generation CT scanning in renal disease. Radiol Clin North Am 17: 77—90, 1979
3) 大山行雄，今西好正，石川 徹，他：腎実質のダイナミックCT画像医学誌，4: 821—831, 1985
4) 石川 徹，大山行雄，芦田 浩，他：Gated CT及びDynamic CTの臨床的応用，映像情報，12: 257—263, 1980
5) Ishikawa I, Onouchi Z, Saito T, et al: Renal cortex visualization and analysis of dynamic CT curves of the kidney. J Comput Assist Tomogr 5: 596—601, 1981
6) 大山行雄：腎機能障害と腎ダイナミックCT，臨放，31: 589—594, 1986

7) 石川　勲：腎の画像診断と腎機能，臨病理，9：992—1001，1987
8) Ishikawa I, Masuzaki S, Saito T, et al: Dynamic CT scan in acute renal failure: Analysis of time-density curve. J Comput Assist Tomogr 9: 1097—1102, 1985
9) Thurau K: Renal hemodynamics. Am J Med 36: 698—719, 1984
10) Yokoyama M, Watanabe K, Inatsuki S, et al: Computerized tomography of the kidney: Tissue-plasure ratio of contrast enhancement with bolus injection and renal function. J Urol 127: 721—723, 1982
11) Neal DE, Simpson W, Bartholomew P, et al: Comparison of dynamic computed tomography, diuresis renography and DTPA parenchymal transit time in the assessment of dilatation of the upper urinary tract. Br J Urol 57: 515—519, 1985