

移植腎 CT における contrast enhancement の定量的分析の試み

名古屋保健衛生大学医学部泌尿器科学教室（主任：名出頼男教授）

藤田 民夫・浅野 晴好

柳岡 正範・森口 隆一郎

置塩 則彦・名出 頼男

同放射線科学教室（主任：古賀祐彦教授）

佐々木 文雄・古賀 祐彦

QUANTITATIVE ANALYSIS OF CONTRAST ENHANCEMENT OF TRANSPLANTED KIDNEYS UNDER COMPUTED TOMOGRAPHY

Tamio FUJITA, Haruyoshi ASANO,
Masanori YANAOKA, Ryuichiro MORIGUCHI,
Norihiko OKISHIO and Yorio NAIDE

*From the Department of Urology, Fujita Gakuen University, School of Medicine, Toyoake, Japan
(Director: Prof. Yorio Naide)*

Fumio SASAKI and Sukehiko KOGA

*From the Department of Radiology, Fujita Gakuen University, School of Medicine, Toyoake, Japan
(Director: Prof. Sukehiko Koga)*

Using Hitachi CT-3, the changes in CT numbers of the kidney were calculated in 10 normal and 12 transplanted kidneys. Two milliliters per kg of meglumine diatrizoate (Angiografin®) was given intravenously in bolus fashion. Kidneys were scanned before injection, at termination of injection and correctly 10 minutes after injection.

In control group, the CT numbers of the cortex, the medulla and the aorta showed rapid increase after contrast administration. Ten minutes after administration of medium, the CT numbers of the medulla remained a little higher than the cortex, though that of the aorta showed rapid decrease. In contrast to control group, in transplanted kidneys the CT numbers of the cortex and medulla showed less increase than the control group just after contrast administration. Moreover, in the recipients who have had good graft function the CT numbers of the cortex and medulla showed gradual increase, in the recipients who have had poor graft function the CT numbers showed gradual decrease 10 minutes after injection. Enhancing indices calculated from the formula:

$$\frac{\text{CT numbers 10 minutes after contrast enhancement}}{\text{CT numbers before contrast enhancement}}$$

were inversely proportional to the serum creatinine.

These results lead to the conclusion that the CT scans employing contrast enhancement method after kidney transplantation has the diagnostic value of graft function in addition to diagnostic usefulness for post-transplantation complications such as hematoma, urinoma or lymphocele.

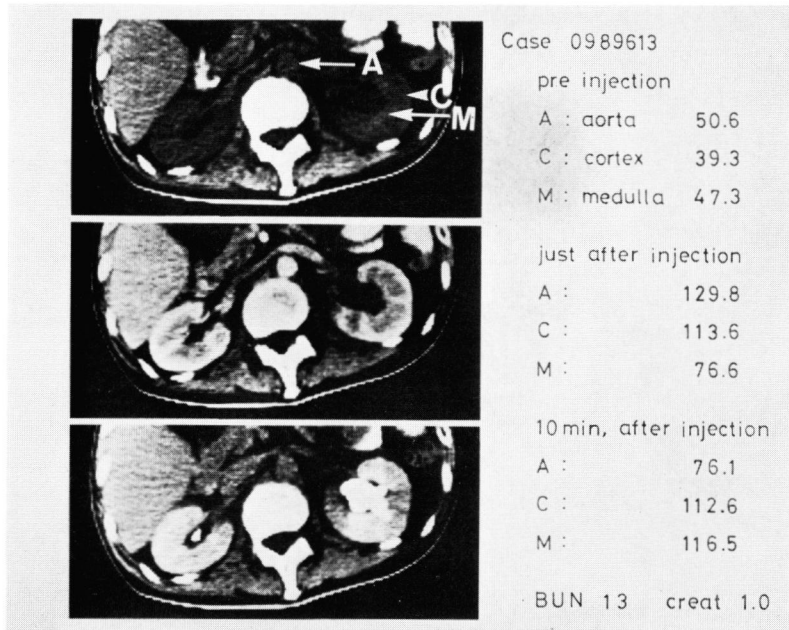


Fig. 1. Calculation of CT value.

はじめに

computed tomography (以下 CT と略す) は、各領域における診断に画期的な進歩をもたらした。最近では種々の他の検査法との組合せにより、その臨床的評価も一段と高まりつつある。そのなかでも、CT 導入の初期より contrast enhancement は、その補助的手段として用いられてきている¹⁾と同時に、最近では Dean ら (1978)²⁾により、contrast enhancement の基礎的な解析も行なわれ、その臨床的意義も徐々に認識されるようになってきた。最近われわれは腎の CT に contrast enhancement を行ない、若干の定量的分析を試みるとともに、移植腎機能の経過観察にもこれを応用したので検討を加え報告する。

対 象

名古屋保健衛生大学病院に、各種疾患にて入院した患者22名を対象とした。うち10名は腎機能良好なもので、これを control 群とした。また他の12名は腎移植後の患者で、その内訳は、自家腎移植症例1例、生体

同種腎移植症例3例、死体同種腎移植症例8例である (Table 1)。

方 法

2 ml/体重 kg の meglumine diatrizoate (Angiografin®) を急速に静注し、同一断面で、静注前、静注直後、静注10分後に造影する。そのおのおのの腎皮質、腎髄質、大動脈の CT 値を求める (Fig. 1)。本法は10名の control 群と3名の死体腎移植患者に行なった。他の移植症例は症例が古いため、静注前と静注10分後の CT 値を求め比較検討した。

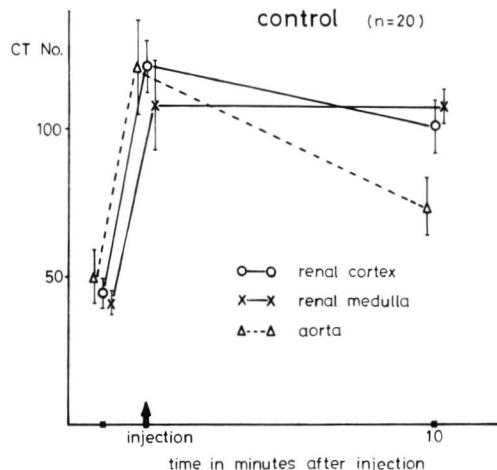


Fig. 2

Table 1. Subjects of studies.

Control	10 cases
Kidney transplantation	
Autotransplantation	1 case
Living related	3 cases
Cadaveric	8 cases

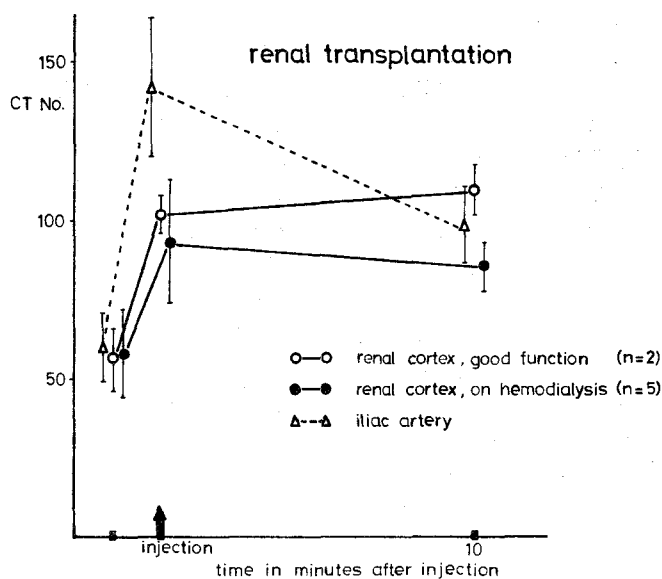


Fig. 3

結 果

1. control 群の CT 値 (Fig. 2)

大動脈の CT 値は静注直後きわめて急峻な上昇を示すが、10分後には造影剤の血中よりの消失により、CT 値が明らかに低下する。一方腎皮質の静注直後の CT 値は大動脈のそれと同様に上昇し、髓質の CT 値は皮質の CT 値よりは低値を示すが、静注 10 分後には皮質の CT 値の低下がみられるのに対し、髓質の

CT 値はむしろ上昇し、皮質の CT 値を凌駕する。

2. 腎移植後の CT 値 (Fig. 3)

機能良好群と機能不良のため血液透析を必要とした群とを分け、腎皮質の CT 値の変化をみると、機能良好群では明らかに造影剤の排泄性を示す pattern が

enhancing index

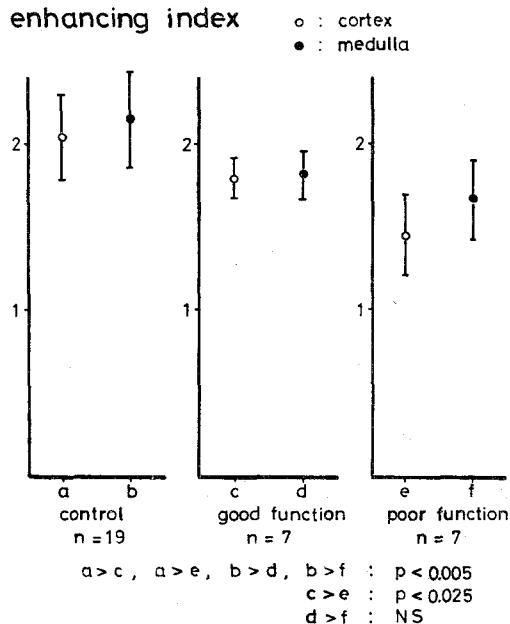


Fig. 4

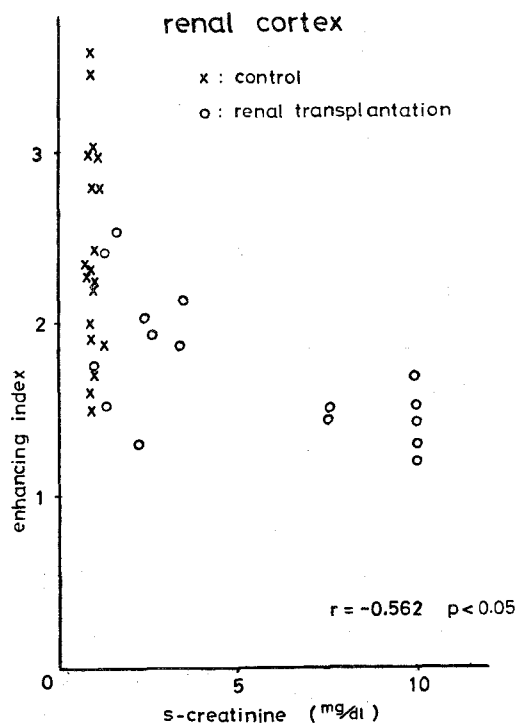


Fig. 5

みられるが、腎機能不良群ではその pattern はみられない。しかし両群ともに、静注直後の腎皮質の CT 値が腸骨動脈の CT 値に比し低く、対照群に比べ腎血流量が少ないことを示唆した。

3. enhancing index (EI) (Fig. 4)

静注 10 分後の腎皮質および腎髄質の CT 値を、静注前の CT 値で除したものを EI として、対照群、腎移植後機能良好群、腎移植後機能不良群の 3 者を比較した。腎移植後の EI は全例ともに対照群に比し明らかに低かった。機能良好群の腎皮質の EI は、腎機能不良群に比し明らかに高かったが、腎髄質の EI は両群に有意差を認めなかった。

4. EI と血清 creatinine (Fig. 5, Fig. 6)

腎皮質、腎髄質の EI とともに、血清 creatinine との間に有意の負の相関を認めた。

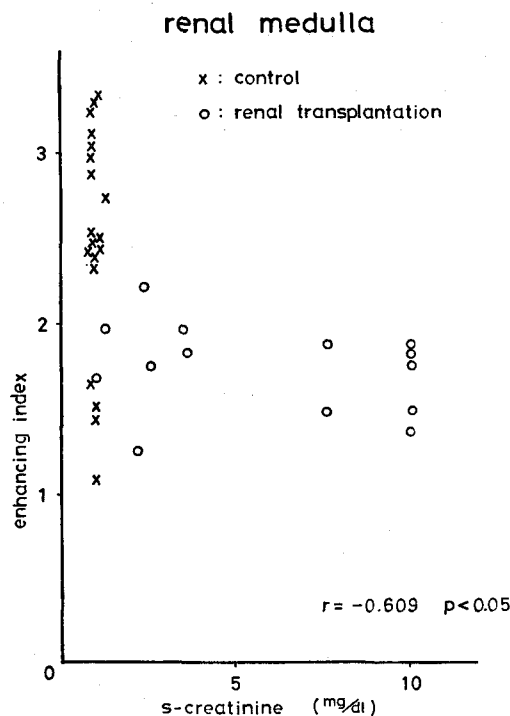


Fig. 6

考 察

contrast enhancement の基礎的知見については、Deans ら²³の報告に詳しい。彼らは ¹²⁵I-labeled diatrizoate および ¹³¹I-labeled albumin を静注後経時的に血中および12個の組織について、contrast enhancement と distribution volume を測定した結果、これらの組織が、1) distribution volume がほとんど一定である群（脾臓、胃、脾臓、肺、心臓、脳）と、2)

distribution volume が徐々に増加する群（肝、十二指腸、盲腸、腎、睪丸、筋肉）の2つの群に分けられるとした。さらに彼らは性質不明な組織も一定の方法で行なった contrast enhancement CT により、ある程度識別が可能であるとして、その方法を提唱している。

泌尿器科領域における CT 診断法の有用性については今さら強調するまでもないが、contrast enhancement の導入はさらに、その診断能力を高めるのに非常に役立っており、特に腎疾患についての報告が多い³⁻⁶。また contrast enhancement の方法についても、大量の造影剤の急速静注による報告^{4,5}が一般的のようであり、腎腫瘍、腎の嚢胞性疾患、腎外傷、水腎症、腎周囲疾患の診断に用いて非常に有効であったという。一方閉塞性尿路障害あるいは acute tubular necrosis による腎不全患者や、腎移植後の患者に contrast enhancement を用いたところ、腎機能の変化を見るのに有用であったとの記載^{3,4}もみられるが、主としてその診断的意義は、腎不全患者では尿路閉塞部の診断あるいは acute tubular necrosis に特徴的な腎の腫大の診断³⁻⁵にあり、腎移植後患者ではリンパ腫、血腫、尿囊腫等の術後合併症の診断⁶にあって、腎機能と contrast enhancement との相関についての詳細な記載はみられていない。

われわれはすでに腎移植後患者の術後の経過観察に contrast enhancement を併用して行なう CT 診断法を適用し、術後合併症の診断ばかりではなく、contrast enhancement 前後の CT 値が移植後腎機能の推定に有用であることを報告⁷したが、今回は造影剤の大量静注を行ない腎の CT 値の変化と腎機能との関連について検討した。腎の contrast enhancement については、Brennan ら (1979)^{8,9} のイヌにおける実験的研究があり、それによれば造影剤静注後1分毎に CT 値を測定したところ、CT 値の変動は腎皮質と腎髄質で異なり、腎皮質の CT 値の方が peak に達する時間が早かったという。われわれの scan 時間は造影剤静注前、直後と10分後であったが、これは臨床的に応用する際に被曝線量を少なくするために必要最少限の撮影回数を求めたことと、Dean ら²⁰の報告により約10～15分に血中の contrast enhancement が指数関数的に低下し、最低値に近似することにより決定した。この結果対照群では、CT 値の変動が Brennan らの報告とほぼ一致し、腎移植症例においては、CT 値の変動あるいは EI が腎機能とよく相関することが明らかとなり、本法によってもある程度腎機能の推定が可能であることが実証された。

以上より腎移植後患者に対する contrast enhancement を同時に行なう CT 診断法の応用の意義は、以下のごとくである。すなわち、1) 腎移植後の血腫、尿囊腫、リンパ囊腫、動脈血栓、閉塞性尿路障害などの術後合併症の診断が、noninvasive に可能である。通常行なわれる IVP は、移植腎が骨盤腔内に位置するため、詳細な観察が困難である点、CT 診断法より劣る。2) 移植腎機能の把握が同時に可能である。しかし腎機能検査法として renogram, renoscintigram に代わりうるわけではなく、現状においてはむしろ他の診断法とは異なった特色を持っている点、すなわち同時に腎移植後患者の合併症の診断と移植腎機能の把握が可能である点が強調されるべきで、本法を効果的に適用することで他の検査法の省略化も可能となろう。

なお、contrast enhancement と腎機能との相関については、CT 装置の改良による解像力の向上、subtraction の方法の確立などにより、今後さらに詳細な解析が試みられ、将来十分に他の腎機能検査法に匹敵するほどの診断法になりうるであろう。しかしわれわれはこのように、それぞれの病的状態での腎の contrast enhancement を動的に分析することの真の意義はむしろ、Dean ら²⁾が提唱するように、腎における性質不明の組織の識別にあると考えており、今後はさらに種々の腎疾患に対しても本法による分析を試み、泌尿器科領域での CT 診断法の確立に役立てていく予定である。

おわりに

日立 CT-3 を用い、2 ml/体重 kg の 60% meglumine diatrizoate (Angiografin®) の急速静注を行ない、静注前、静注直後、10 分後の腎の CT 値を、腎機能の正常な 10 名と腎移植後の 12 名の患者にて観察した。

その結果、対照群では静注直後、大動脈と同様に腎皮質、腎髄質の CT 値は急速な上昇を示すが、10 分後では、大動脈の CT 値が急速な低下を示すのに対し、腎髄質の CT 値は若干腎皮質より高値を維持することがわかった。一方腎移植症例では、腎機能良好群と不良群とは若干異なり、ともに静注直後の CT 値の上昇の速度は対照群に比し遅いが、10 分後の CT 値は機能良好群では直後より高くなるのに対し、機能不良群では直後より低くなることがわかった。さらに 10 分後の CT 値を直前の CT 値で除した値を

enhancing index とし、これと血清 creatinine 値との相関をみたところ、有意な逆相関を示した。以上より本法による contrast enhancement の方法が腎移植患者における、血腫、尿囊腫、リンパ囊腫などの術後合併症の診断のみならず、移植腎機能の診断にも有用であることを確認した。

文 献

- 1) Ambrose J: Computerized transverse axial scanning (tomography). part 2: clinical application. *Brit J Radiol*, **46**: 1023~1047, 1973.
- 2) Dean PB, Kivisaari L, Karman M: The diagnostic potential of contrast enhancement pharmacokinetics. *Invest Radiol*, **13**: 533~540, 1978.
- 3) McClenan BL, Fair WR: CT scanning in urology. *Urol Clin North Amer* **6**: 343~373, 1979.
- 4) Stanley RJ, Sagel SS, Fair WR: Computed tomography of the genitourinary tract. *J Urol*, **119**: 780~782, 1978.
- 5) Sagel SS, Stanley RJ, Levitt RG, Geisse G: Computed tomography of the kidney. *Radiol*, **124**: 359~370, 1977.
- 6) Kittredge RD, Brensilver J, Pierce JC: Computed tomography in renal transplant problems. *Radiol*, **127**: 165~169, 1978.
- 7) 浅野晴好・柳岡正範・藤田民夫・芳賀鉄也・玉井秀亀・置塩則彦・名出頼男・新村研二・古賀祐彦・佐々木文雄・沢田武史：移植腎の CT 診断法とその限界。日泌尿会誌, **71**: 1203~1203, 1980.
- 8) Brennan RE, Curtis JA, Pollack HM, Weinberg I: Sequential changes in the normal canine kidney following intravenous contrast administration. I: the renal cortex. *Invest Radiol*, **14**: 141~148, 1979.
- 9) Brennan RE, Curtis JA, Pollack HM, Weinberg I: Sequential changes in the CT numbers of the normal canine kidney following intravenous contrast administration II: The renal medulla. *Invest Radiol*, **14**: 239~245, 1979.

(1981年1月19日受付)