経皮的腎尿管結石摘出術の腎機能への影響について

—DMSA 腎シンチグラフィーによる長期経過観察—

東北大学医学部泌尿器科学教室 (主任折笠精一教授)

千葉 裕 折笠 精一

A CLINICAL STUDY OF THE INFLUENCE OF PERCUTANEOUS NEPHROURETEROLITHOTOMY ON RENAL FUNCTION USING ^{99m}Tc -DMSA RENAL SCINTIGRAPHY

Yutaka Chiba and Seiichi Orikasa

Department of Urology, Tohoku University School of Medicine, Sendai, Japan

(Director: Prof. S. Orikasa)

To clarify the influence of percutaneous nephroureterolithotomy (PNL) on renal function, ^{99m}Tc -DMSA renal scintigraphy was performed preoperatively and 3, 6 and 12 months after the procedure.

In 50 stone-containing renal units, 48 patients, changes of DMSA renal uptake rate were investigated for determination of individual renal function. In 3 cases with staghorn calculi which complicated with pyelonephritis during PNL procedure, DMSA renal uptake rate was decreased after PNL. On the other hand, DMSA renal uptake rate was almost stationary after PNL in other cases.

In 21 renal units (42%), the postoperative renal scintigrams showed low uptake or cold areas at nephrostomy tracts.

These results indicate that control of infection during PNL is important to maintain renal function.

要旨: 1983年6月より1986年9月までに、当科でPNLを施行した症例のうち、PNL後1年間の経過観察が可能であった48症例50腎に対して ^{99m}Tc -DMSA腎シンチグラフィーを行い、DMSA腎摂取率の変化より、PNL後の分腎機能の長期経過について検討を行った。

DMSA腎摂取率により、PNL後1年間の分腎機能の変化を観察すると、50腎中38腎(76%)が経過良好群、18腎(18%)が中間群、3腎(6%)が経過不良群であった。

経過不良群3腎は、すべて術後発熱を合併したサンゴ状腎結石であった。術後発熱を合併したサンゴ状腎結石13腎のPNL後の平均DMSA腎摂取率は、術後発熱を合併しなかったサンゴ状腎結石12腎の平均DMSA腎摂取率に比較して、有意に低下していた。

また、50腎中21腎で、PNL後の腎シンチグラム上、腎瘻挿入部に一致したlow density or cold areaの残存を認めた。

感染を合併しやすいサンゴ状腎結石においても、PNLを更に腎機能への影響の少ない方法として確立していくためには、十分な化学療法などにより、感染を予防することが重要と考えられた。

結 言

泌尿器科領域における超音波穿刺技術の進歩と内視鏡の発達は、腎盂尿管内の内視鏡的手術を可能とした。そのなかでも現在最も広く普及しているのが、経皮的腎尿管結石摘出術(Percutaneous Nephroureterolithotomy, 以下PNLと略す)である。

本法は、1976年 Fernström and Johansson¹⁾により

初めて報告されたが、1981年 Alken ら²⁾の超音波碎石器を用いた報告以後、機器の発達ともあいまってPNLの報告は急激に増加した^{3)~5)}。私達の教室でも1981年12月に初めてのPNLに成功して以来、1988年3月までに施行した症例数は700例に達した⁶⁾⁷⁾。しかし本法は腎実質を穿通して腎盂腎杯内へ内視鏡を挿入するため、当初により腎機能への影響が懸念されてきた。そ

こで私達は、優れた分腎機能検査法として注目されている^{99m}Tc-Dimercaptosuccinic acid (DMSA) 腎シンチグラフィ⁸⁾を用いて DMSA 腎摂取率より、PNL 後 1 年間という長期にわたって、分腎機能の変化を観察検討をおこなったので報告する。

対象および方法

〔対象〕

対象は1983年 6 月より1986年 9 月までに当科で PNL を施行した症例のうち、特に大きな合併症もなく、残石も米粒大以下の、いわゆる臨床的成功例の中から、PNL 後 1 年間の長期経過観察が可能であった48 症例50腎である。性別は男23症例24腎、女25症例26腎で、それぞれ両側症例を 1 例ずつ含む。年齢は 2 歳から74歳で、2 歳と 6 歳の小児および74歳と70歳の高齢者を除くと19歳から66歳である。患側は左側23腎、右側27腎であり、主要な結石の存在部位は、サンゴ状腎結石23症例25腎(両側 2 症例)、腎盂腎杯結石18症例18 腎、尿管結石 7 症例 7 腎である。

〔方法〕

1. 当科における PNL の方法

当科における PNL の方法⁹⁾を簡単に述べると以下の如くである。すなわち、硬膜外麻酔下腹臥位にて、超音波(観測装置 ALOKA SSD-650または SSD-720, 探触子 ASU-32 3.5MHz)監視下に、後腋窩線上第12 肋骨下または第10～11肋間より、22G 穿刺針を結石の破碎・摘出に最適と思われる腎杯に刺入し、そのルートを通り0.018 “ランダキスト・ガイドワイヤー、19G 金属ダイレーター、5Fr ポリエチレン・ダイレーター、0.038” J-チップ・ガイドワイヤーの順序で拡張した後、6～8Fr. 筋膜ダイレーター、9～24Fr. 金属ダイレーターにて拡張し腎嚢を造設した。このルートより内視

鏡を挿入し、強力超音波、電気水圧衝撃波、レーザー等を使用して、結石を破碎摘出することになる。

2. PNL 後の DMSA 腎摂取率の変化とイメージ像の観察

48症例50腎で PNL 前、および PNL 後 3 カ月、6 カ月、12カ月に^{99m}Tc-DMSA 腎シンチグラフィを行い、DMSA 腎摂取率を測定した。DMSA 腎摂取率の測定は川村らの方法¹⁰⁾に従い、^{99m}Tc-DMSA を成人では 5mCi、小児では2mCi 静注し、約 2 時間後に腎シンチグラムの撮影と摂取率の測定を行った。DMSA 腎摂取率は、投与量に対する腎相当部のカウントの比率を、バックグラウンドと腎の深さ、および時間的減衰より補正計算し求めた。また、静的イメージ像の正面像及び側面像を観察し、腎嚢挿入部に一致した low uptake area あるいは cold area の残存の有無についても検討を行った。

なお、有意差検定は、Student の t 分布検定、および χ^2 検定によった。

結 果

1. 結石部位と PNL の成績 (表 1)

各結石部位別の、術前平均 DMSA 腎摂取率は、サンゴ状腎結石で最も低く $17.5 \pm 4.5\%$ 、腎盂腎杯結石で最も高く、ややばらつきが大きい $19.9 \pm 8.0\%$ 、尿管結石では $18.0 \pm 5.7\%$ であった。また平均腎嚢留置期間、平均 PNL 施行回数は、サンゴ状腎結石で最も長くかつ多く、それぞれ48.1日および4.6回、腎盂腎杯結石で最も短かつ少なく、それぞれ16.2日および1.7回であった。術後発熱合併は50腎中15腎(30%)の処置に際して見られ、15腎中13腎がサンゴ状腎結石であった。また、体外衝撃波結石破碎術(以下 ESWL)を併用した症例は、サンゴ状腎結石 8 腎であった。

表 1 結石部位と術前平均腎摂取率および PNL の成績

	サンゴ状腎結石 25腎	腎盂腎杯結石 18腎	尿管結石 7 腎
術前平均腎摂取率 (mean±SD)	17.5±4.9%	19.9±8.0%	18.0±5.7%
平均腎嚢 留置期間	48.1日 (10—110日)	16.2日 (7—49日)	26.1日 (7—53日)
平均 PNL 施行回数	4.6回 (1—12回)	1.7回 (1—4 回)	2.1回 (1—6 回)
発熱合併 症例*	13腎 (52.0%)	1 腎 (5.6%)	1 腎 (14.3%)
ESWL 併用 症例	8 腎 (32.0%)	0	0

*38℃以上 3 日間以上

2. Control study としての正常腎における DMSA 腎摂取率実測値の変動および平均腎摂取率の測定結果 (表 2)

正常対照群として、25歳から32歳までの腎機能正常の男子ボランティア 4 名を用いた。^{99m}Tc-DMSA 腎シンチグラフィを、1週間から2カ月の間隔で、ほぼ同じ条件で各々3回ずつ施行し、DMSA 腎摂取率を測定した。4名の右腎、左腎および両腎の、平均 DMSA

腎摂取率は、右腎24.6±1.5%、左腎23.2±1.8%、両腎47.8±2.4%であった。これらの値は、川村の報告¹⁰⁾ (右腎23.74±3.62%、左腎23.99±3.48%、両腎47.67±4.91%) とほぼ同程度の値を示した。

また各症例において、3回の DMSA 腎摂取率実測値の変動幅は、DMSA 腎摂取率の平均値を100とした場合、最少5.3から最大12.3となった。このような DMSA 腎摂取率の変動や測定誤差に関する詳細な

表 2 正常腎における DMSA 腎摂取率実測値の変動および平均腎摂取率の測定結果

症 例	左右	DMSA 腎摂取率実測値			平均値	平均値を100とした場合の変動幅
		1 回目	2 回目	3 回目		
C. Y. 32y ♂	左	20.5%	21.6%	19.9%	20.7%	8.2
	右	22.6	24.1	24.2	23.6	6.8
	両	43.1	45.7	44.1	44.3	5.9
R. K. 31y ♂	左	22.9	22.5	24.1	23.2	5.9
	右	25.2	26.6	28.4	26.7	12.0
	両	48.1	49.1	52.5	49.9	8.8
S. I. 28y ♂	左	23.5	22.8	24.8	23.8	8.4
	右	24.6	24.0	25.3	24.6	5.3
	両	48.1	46.8	50.1	48.4	6.8
K. O. 25y ♂	左	24.0	26.0	24.9	24.9	8.0
	右	21.8	24.7	24.2	23.5	12.3
	両	45.8	50.7	49.1	48.4	10.1

正常腎における
平均 DMSA 腎摂取率 { 左腎23.2±1.8%
右腎24.6±1.5% (mean±SD)
両腎47.8±2.4%

図 1 サンゴ状腎結石 (非発熱群) 12腎における PNL 後の DMSA 腎摂取率の変動

図 2 サンゴ状腎結石 (発熱群) 13腎における PNL 後の DMSA 腎摂取率の変動

報告は他になく、以下に述べる PNL 後の DMSA 腎取率の変化についての検討においては、私達のデータをもとに、術前の腎摂取率のおよそ15%以上の変動を有意と見なす事とした。

3. 結石部位別 DMSA 腎摂取率の長期経過観察結果

サンゴ状腎結石のうち、術後発熱を合併しなかった12腎の PNL 後の腎摂取率の変化をみると、1腎で3ヵ月後に術前の値の66.7%、6ヵ月後に79.9%へと幾分低下しているが、他の11腎は良好な経過であった(図1)。

それに対して、術後発熱を合併したサンゴ状腎結石13腎では、明らかに術後腎摂取率の低下する症例が多

く、3ヵ月後で術前値の60%以下が13腎中4腎、80%以下が8腎もあり、6ヵ月後でも60%以下が3腎、80%以下が5腎認められた(図2)。

PNL 後3、6、12ヵ月の DMSA 腎摂取率の変化率の結石部位別平均値をみると(図3)、術後発熱を合併しなかったサンゴ状腎結石11腎(術前腎摂取率10%以上)では、PNL 後3、6、12ヵ月の値は、それぞれ術前値の93.7、98.7、98.3%と良好なのに対し、術後発熱を合併したサンゴ状腎結石13腎では、それぞれ74.1、81.0、84.4%と有意に低下していた ($p<0.05$)。

一方、腎盂腎杯結石18腎では、それぞれ術前値の90.7、88.9、92.1%、また尿管結石7腎ではそれぞれ92.6、95.3、97.3%と、いずれも良好な経過であった。

4. 術前の腎機能によるグループ分類と DMSA 腎摂取率の長期経過観察

結石の部位に関わらず、術前の IVP 上の水腎の程度、および腎シンチグラフィー上の腎実質障害の程度により、川村の分類¹¹⁾を参考に、全症例をグループ A、B、C、D の4つのグループに分類した(表3)。

グループ A は、IVP 上水腎も正常か軽度で、腎実質障害も正常か局所的な腎摂取率の低下にとどまっている症例で、尿路の閉塞も軽く、感染もなく、腎機能がほとんど正常に保たれている腎杯結石や、比較的早期の結石に多い。術前の平均 DMSA 腎摂取率も22.7%と正常で、PNL 後の腎摂取率の経過は、ほとんどの症例が経過良好であった(図4)。

グループ B は、腎実質障害は正常ないし軽度であるが、中等度ないし高度の水腎症例で、尿路の閉塞を来たしているが、腎機能がまだ保たれている比較的早期の症例に多い。術前平均 DMSA 腎摂取率は、21.1%とほぼ正常であったが、PNL 後の腎摂取率の経過は、術後感染を合併した3腎のうち2腎で PNL 後3ヵ月の

図3 結石部位別の PNL 後3、6、12ヵ月における DMSA 腎摂取率の平均値

表3 術前の水腎の程度および腎実質障害の程度によるグループ分類

術前 IVP 所見 腎シンチ所見		水 腎 の 程 度			
		一 正 常	＋ 軽 度	＋ 中 等 度	＋ 高 度
腎実質障害の程度	正 常	Group A (腎杯結石や早期の結石に多い)		Group B (早期の結石に多い)	
	＋ 局所的な腎摂取率低下				
	＋ 広汎な腎摂取率低下	Group C (サンゴ状腎結石に多い)		Group D (晩期の結石に多い)	
	＋ 腎実質の高度な変形・萎縮				

図4 グループA：腎機能正常(水腎正常ないし軽度)群17腎におけるPNL後のDMSA腎摂取率の変動

図5 グループB：腎機能正常(水腎中等度ないし高度)群12腎におけるPNL後のDMSA腎摂取率の変動

腎摂取率が術前値の約60%と大きく低下しており、また他の症例もグループAに比べて、PNL後の腎摂取率の回復が不良であった(図5)。

グループCは、正常ないし軽度の水腎症例である

図6 グループC：腎機能障害(水腎正常ないし軽度)群8腎におけるPNL後のDMSA腎摂取率の変動

が、腎実質障害が中等度以上の症例で、8腎全例がサンゴ状腎結石であった。術前平均DMSA腎摂取率も、15.2%と中程度低下していた。PNL後の腎摂取率の経過は、8腎中7腎で術後感染を合併し、腎摂取率もPNL後3ヵ月で8腎中4腎、12ヵ月後で8腎中3腎が術前値の80%以下と低下する症例を多く認めた(図6)。

グループDは、中等度ないし高度の水腎で、腎実質障害も中等度以上の症例で、尿路閉塞を伴いかなり腎機能の低下した症例である。術前平均DMSA腎摂取率は、12.2%とかなり低下しており、術前腎摂取率10%以下の症例を4例含む。PNL後の腎摂取率の変動は著しく、上昇するものと低下するものがみられた。しかし、12ヵ月後には13腎中12腎が術前値の80%以上、うち6腎が100%以上に回復しており、腎摂取率の経過は良好であった(図7)。

つぎに、PNL後のDMSA腎摂取率の経過を、Type I(上昇型)、Type II(不変型)、Type III(回復型)、Type IV(低下横ばい型)、Type V(低下型)に分類し、さらにType I, IIを経過良好群、Type IIIを中間群、Type IV, Vを経過不良群とした(図8)。

術前の腎機能グループ別に、この術後経過を検討すると、グループAは、術前平均腎摂取率も22.7%と良好で、術後経過も、17腎中16腎(94.1%)が経過良好

図7 グループD：腎機能障害（水腎中等度ないし高度）群13腎における PNL 後 DMSA 腎摂取率の変動

図8 PNL 後の DMSA 腎摂取率の経過によるタイプ分類

群, 1 腎(5.9%)が中間群であった。グループ B では、術前平均摂取率は21.1%と良好であったが、術後経過は12腎中 8 腎 (66.7%) が経過良好群, 3 腎 (25%) が中間群, 1 腎(8.3%)が経過不良群であった。グループ C では、術前平均腎摂取率は15.2%と中等度低下しており、術後経過は 8 腎中 4 腎 (50%) が経過良好群, 2 腎 (25%) が中間群, 2 腎 (25%) が経過不良群であった。グループ D では、術前平均腎摂取率は12.2%と著明に低下していたが、術後経過は13腎中10腎 (76.9%)が経過良好群, 3 腎(23.1%)が中間群であった (図9)。

経過不良群 3 腎 (6%) について、その内訳をみる

図9 術前グループ別にみた術後経過

と、3 腎ともサンゴ状腎結石で、術前の平均 DMSA 腎摂取率は14.6%と中等度低下していた。しかも 3 腎とも、術後発熱を合併した Magnesium ammonium phosphate (以下 MAP) 結石であった。また、次に述べる cold area 残存を 3 腎中 2 腎 (66.7%) に認めた。

次に中間群 9 腎 (18%) について、その内訳をみると、サンゴ状腎結石が 5 腎、腎盂腎杯結石が 4 腎で、術前の平均 DMSA 腎摂取率は、グループ D の 2 腎(術前 DMSA 腎摂取率 3%と9.9%)を除くと、21.3%と良好であった。また、cold area 残存は、9 腎中 2 腎 (22.2%) とむしろ少なかった。

5. Cold area 残存症例の検討

PNL 前後の腎シンチグラフィのイメージ像を、正面及び側面像でよく観察すると、腎瘻挿入部に一致した low uptake area あるいは cold area が長期間残存する症例が認められた (図10)。

私達の検討では、50腎中21腎 (42%) に cold area の残存を認めた (図11)。サンゴ状腎結石 (25腎中12腎, 48%) でやや残存率が高い傾向がみられたが、結石部位別では、特に有意差は認められなかった。術前腎機能グループ別では、グループ C (8 腎中 5 腎, 62.5%) およびグループ B (11腎中 6 腎, 54.5%) でやや高く、グループ D (14腎中 3 腎, 21.4%) で低いが、特に有意差は認められなかった。術後発熱合併群 (15腎中 8 腎, 53.3%) では、術後非発熱合併群 (35腎中13腎, 37.1%) に比べ、有意に cold area の残存率が高かった ($p<0.05$)。

考 察

1. PNL 後の分腎機能の長期経過について

PNL 後の分腎機能の経過を予測する上で、術前の尿

図10 40y. ♂左腎盂結石症例の PNL 後腎シンチグラム(上段正面像, 下段側面像):
白矢印の腎瘻挿入部に cold area の残存を認める。

図11 結石部位別, 術前グループ, 発熱合併の有無による PNL 後 cold area の残存率

路閉塞の状態と腎機能障害の程度を把握しておく事には大きな意味があると考えられる。そこで今回、術前の IVP と腎シンチグラフィーの所見より、全症例を結石の部位に関係なく 4 つのグループに分け、術後の分腎機能の経過を DMSA 腎摂取率の変化より検討してみた。すなわち、グループ A は結石があっても、尿路閉塞や感染などによる腎機能への影響をまだほとんど来たしていない状態で PNL 後の腎機能も安定してい

る。たとえサンゴ状腎結石のような結石であっても、グループ A に含まれるものであれば、PNL 後の腎機能は極めて良好である。従来サンゴ状腎結石に対して行われていた腎切石術では、腎阻血や腎実質の切開縫合によって術後かなりの腎機能障害を来たしており¹²⁾¹³⁾、それに比べると PNL は極めて画期的な治療法と言える¹⁴⁾¹⁵⁾。グループ B は、尿路閉塞はきたしているが腎機能はまだ良好な状態で、術後の発熱を合併

した2腎を除いて術後経過は良好である。しかし、グループAに比べるとPNL後の腎摂取率の低下は大きく、また12カ月後の腎摂取率も、ほとんどの症例でPNL前の腎摂取率より低下している。この原因は、恐らく水腎のある状態での腎摂取率が、真の腎皮質機能よりover estimateされているためではないかと考えられる¹¹⁾。グループCは、尿路閉塞はほとんど無いのに腎機能障害を来している状態で、その原因は、主に感染による腎盂腎炎を繰返し、腎実質の瘢痕化が進んだためと考えられる。実際、このグループに含まれる8腎はすべてサンゴ状腎結石であり、しかも、結石成分は全例MAP単独あるいは混合結石である(サンゴ状腎結石全体では81.8%が、MAP単独あるいは混合結石)。このグループCおよびグループBで術後経過が不良である2腎をみても、PNLに際して術後の感染の合併がPNL後の腎機能に大きな影響を与える事が示唆される。

今回PNLに際して、術後発熱を合併したサンゴ状腎結石13腎のうち、1腎を除いて全例が術前の検尿で膿尿あるいは細菌尿を呈していた。また、腎結石がかなりの割合で細菌を核にして発育していることはよく知られた事実¹⁶⁾であり、結石の破碎により細菌が尿中に放出される可能性は大きい。竹内ら¹⁷⁾は100例のPNL症例において、感染群では87%、非感染群で36%に、38℃以上の発熱の合併がみられたと報告している。

したがって、今後術前すでに尿路感染を合併していたり、術前のIVPや腎シンチグラフィーの所見より、特に感染結石が疑われる症例をPNLによって治療する場合、術前から術後にわたり十分な化学療法をするなどの注意により、感染の合併・再発を未然に防ぐことが、腎機能を保つために重要と考えられる¹⁸⁾¹⁹⁾。しかし、感染結石の、全身的な抗生剤の投与だけでは、尿を完全に無菌化することは困難なことが多く、実際竹内ら¹⁷⁾は、術前2日前より抗生剤を投与した群と投与しなかった群との間で術後の発熱の合併に差がみられなかったと報告している。したがって、術前尿路感染を十分に抑えきれない場合には、まず細い腎瘻を挿入し、抗生剤を含む灌流液により、十分腎盂内灌流をおこなったのち、2期的にPNLを施行する方がよいと思われる。

グループDは、尿路閉塞と腎機能障害を来している状態で、PNL前の腎摂取率もかなり低下している症例が多く、PNL後の腎摂取率の変動は大きく低下するものと上昇するものがみられる。このグループDでは

尿路閉塞が腎摂取率の低下の大きな原因となっており、PNLにより尿路閉塞を解除することによりPNL後の腎摂取率が回復する症例が多いと思われる。

2. PNLによる局所的腎実質障害について

PNLでも、24Fr程度の腎瘻を作製するため、腎実質の局所挫滅は避けられず、また腎血管に対する損傷が当然問題となる²⁰⁾²¹⁾。しかし、腎血管に対しては、我々が開発した22Gの穿刺針を超音波ガイド下に確実に腎杯に穿刺し、そのルートを徐々に拡張していく腎瘻造設法²²⁾により、解剖学的に葉間動静脈以上の比較的太い腎血管に対する損傷の危険はないと考えられる²³⁾²⁴⁾。実際、PNL後の腎動脈撮影を6例に施行し著変を認めなかったとの松岡ら²⁵⁾の報告もある。しかし一方、Ekelundら²⁶⁾は、超音波を用いず、2方向からのX-ray透視下に造設した、30ないし33Frの腎瘻から行ったPNLで、術後6日目の腎動脈造影にて、腎瘻に一致して楔形の欠損所見を10例中5例に認めている。

私達の検討では、PNL後の腎シンチグラムを、正面像のみでなく側面像でもよく観察すると、実に40%もの症例で腎瘻挿入部にcold areaの長期残存を認めた。このcold area残存の原因は、腎瘻による局所的腎実質障害と考えられる。その障害の程度について、3分割腎シンチグラフィーとダイナミックCTを施行し検討中であるので、次回に報告する予定である。

結 語

経皮的尿管結石摘出術(PNL)の、腎機能への影響について、^{99m}Tc-DMSA腎シンチグラフィーを用いて、長期経過観察をおこなった。

DMSA腎摂取率により、PNL後1年間の分腎機能の変化を観察すると、50腎中38腎(76%)が経過良好群、18腎(18%)が中間群、3腎(6%)が経過不良群であった。

経過不良群の3腎は、すべて術後発熱を合併したサンゴ状腎結石であり、実際、術後発熱を合併したサンゴ状腎結石13腎のPNL後の平均DMSA腎摂取率は、術後発熱を合併しなかったサンゴ状腎結石12腎の平均DMSA腎摂取率を比較して、有意に低下していた。

今後、PNLを更に腎機能への影響の少ない方法として確立していくためには、特に感染を合併しやすいサンゴ状腎結石では十分な化学療法などにより、感染を予防するとともに、さらに腎実質への局所障害についての、検討が急務と考えられた。

稿を終えるにあたり、御指導いただきました桑原正明助

教授および棚橋善克講師に心から感謝致します。また、御援助、御協力をいただいた仙台社会保険病院放射線科中道五郎先生ならびに各位に厚くお礼申し上げます。

なお、本論文の一部は、第54回日本泌尿器科学会東部総会、第75回日本泌尿器科学会総会、第52回日本超音波医学会で発表した。

文 献

- 1) Fernström, I. and Johansson, B.: Percutaneous pyelolithotomy: A new extraction technique. *Scand. J. Urol. Nephrol.*, 10, 257—259, 1976.
- 2) Alken, P., Hutschenreiter, G., Günther, R. and Marberger, M.: Percutaneous stone manipulation. *J. Urol.*, 125, 463—466, 1981.
- 3) White, E.C. and Smith, A.D.: Percutaneous stone extraction from 200 patients. *J. Urol.*, 132, 437—438, 1984.
- 4) Lee, W.J., Smith, A.D., Cubelli, V. and Vernace, F.M.: Percutaneous nephrolithotomy: Analysis of 500 consecutive cases. *Urol. Radiol.*, 8, 61—66, 1986.
- 5) Segura, J.W., Patterson, D.E., Leroy, A.J., Williams, H.J. Jr., Barrett, D.M., Benson, R.C. Jr., May, G.R. and Bender, C.E.: Percutaneous removal of kidney stones: Review of 1000 cases. *J. Urol.*, 134, 1077—1081, 1985.
- 6) 千葉 裕, 棚橋善克, 桑原正明, 原田一哉, 豊田精一, 沼田 功, 前原郁夫, 折笠精一: 経皮的腎尿管結石摘出術, *日泌尿会誌*, 74, 1758—1764, 1983.
- 7) 棚橋善克, 千葉 裕, 桑原正明, 沼田 功, 豊田精一, 黒須清一, 前原郁夫, 田口勝行, 折笠精一: 経皮的腎尿管結石摘出術(第2報). *日泌尿会誌*, 76, 1314—1322, 1985.
- 8) Kawamura, J., Hosokawa, S. and Yoshida, O.: Renal function studies using ^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid. *Clin. Nucl. Med.*, 4, 39—46, 1979.
- 9) 折笠精一: 腎瘻造設法, 「経皮的腎尿管結石摘出術」, p. 29—43, 金原出版, 東京, 1986.
- 10) 川村寿一: ^{99m}Tc -DNSA 腎シンチグラフィー, 「腎シンチグラフィー」—腎の機能と形態検査—, p. 19—50, 南江堂, 東京, 1981.
- 11) 川村寿一: 画像診断による水腎症の機能評価, *臨泌*, 40, 267—275, 1986.
- 12) Thomas, R., Lewis, R.W. and Roberts, J.A.: The renal quantitative scintillation camera study for determination of renal function after anatomic nephrolithotomy. *J. Urol.*, 125, 287—288, 1981.
- 13) Kawamura, J., Itoh, H., Okadam, Y., Higashi, Y., Yoshida, O., Fujita, T. and Torizuka, K.: Preoperative and postoperative cortical function of the kidney with staghorn calculi assessed by ^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy. *J. Urol.*, 130, 430—433, 1983.
- 14) Snyder, J.A. and Smith, A.D.: Staghorn calculi: Percutaneous extraction versus anatomic nephrolithotomy. *J. Urol.*, 136, 351—354, 1986.
- 15) 東原英二, 岸 洋一, 梅田 隆, 岩動孝一郎, 新島端夫: 腎錐型結石の新しい治療法—ESWL, PNL, 化学溶解の併用療法—. *日泌尿会誌*, 77, 1416—1420, 1986.
- 16) Griffith, D.P.: Stricture stones. *kidney International*, 13, 372—382, 1978.
- 17) 竹内秀雄, 上田 眞, 野々村光生, 飛田収一, 大島賢二, 東 義人, 岡田裕作, 川村寿一, 吉田 修: 経皮的腎碎石術(PNL)および経尿道的尿管碎石術(TUL)にみられる発熱について, *泌尿紀要*, 33, 1357—1363, 1987.
- 18) 清田 浩, 町田豊平, 田代和也, 鈴木正泰, 秋田鉄郎, 後藤博一: 経皮的腎尿管切石術後の尿路感染症, *臨泌*, 40, 475—478, 1986.
- 19) Fowler, J.E. Jr.: Bacteriology of branch ed renal calculi an, accompanying urinary tract infection. *J. Urol.*, 131, 213—215, 1984.
- 20) Harris, R.D. and Walther, P.C.: Renal arterial injury associated with percutaneous nephrostomy. *Urol.*, 23, 215—217, 1984.
- 21) Clayman, R.V., Surya, V., Hunter, D., Castaneda-Zuniga, W.R., Miller, R.P., Coleman, C., Amplatz, K. and Lange, P.H.: Renal vascular complications associated with the percutaneous removal of renal calculi. *J. Urol.*, 132, 228—230, 1984.
- 22) 千葉 裕, 棚橋善克, 沼田 功, 豊田精一, 前原郁夫, 田口勝行: 超音波穿刺術(第3報)—特に結石出を目的とした安全な腎瘻術の工夫—. *日超医論文集*, 46, 839—840, 1984.
- 23) Boyce, W.H., Russell, J.M. and Webb, R.: Management of the papillae during intrarenal surgery. *Trans. Amer. Ass. Genito Urinary Surg.*, 71, 76—82, 1979.
- 24) Kaye, K.W. and Reinke, D.B.: Detailed caliceal anatomy for endourology. *J. Urol.*, 132, 1085—1088, 1984.
- 25) 松岡 啓, 植田省吾, 国見 宏, 村上雅巳, 野田進士, 江藤耕作: 経皮的腎尿管結石摘術の腎に及ぼす影響. 第1報, 腎機能への影響, *日泌尿会誌*, 78, 1337—1344, 1987.
- 26) Ekelund, L., Lindstedt, E., Lundquist, S.R., Sundid, T. and White, T.: Studies on renal damage from percutaneous nephrolitholapaxy. *J. Urol.*, 135, 682—685, 1986.

(1988年5月25日受理, 特別掲載)