

長径 20 mm 以上の腎結石に対する治療成績

大垣市民病院泌尿器科¹⁾ 岐阜市民病院泌尿器科²⁾ 中濃厚生病院泌尿器科³⁾

藤本 祥太^{*1)}・米田 尚生²⁾・上田 翔太²⁾・玉木 正義²⁾・清家 健作³⁾

(受付日: 2020 年 2 月 17 日, 受理日: 2021 年 4 月 2 日)

抄録:

【緒言】以前は腎結石に対する治療の主役は体外衝撃波結石破碎術 (extracorporeal shock wave lithotripsy; 以下 ESWL) や経皮的腎砕石術 (percutaneous nephrolithotripsy; 以下 PNL) であったが, 手術機器の進歩に伴い, 腎結石に対する transurethral lithotripsy (TUL) の治療成績の向上が近年報告されている。今回, 当院にて行った長径 20 mm 以上の腎結石に対する治療成績の検討を行った。

【対象と方法】2016 年 4 月以降に治療を行った, 長径 20 mm 以上の腎結石症例 46 例を対象とした。TUL は 11 例, TUL-assisted PNL (TAP) は 35 例に施行されており, この内 18 例がさんご状結石であった。非さんご状結石とさんご状結石の 2 群, また非さんご状結石での TUL または TAP を施行した 2 群での治療成績を検討した。

【結果】非さんご状結石群では 28 例中 11 例に TUL, 17 例に TAP が選択されていたが, さんご状結石群では全例 TAP が施行されていた。結石消失率は非さんご状結石群 76.9%, さんご状結石群 52.9%, 非さんご状結石での結石消失率は TUL 群 70%, PNL 群 81.3% であった。TUL 群に比較して, さんご状結石 TAP 群, 非さんご状結石 TAP 群にて術後の Hb 低下が大きい傾向にあった。

【結語】長径 20 mm 以上の腎結石においても TUL は有効な治療方法の一つとして考えられる。症例に応じて結石の大きさや形態などを評価して, TUL, PNL, TAP での治療選択をしていくことが重要と思われる。(西日泌尿. 83: 70-75, 2021)

キーワード: 腎結石, 経尿道的尿管結石破碎術, 経皮的腎砕石術

緒 言

過去腎結石に対しては体外衝撃波結石破碎術 (extracorporeal shock wave lithotripsy; 以下 ESWL) や経皮的腎砕石術 (percutaneous nephrolithotripsy; 以下 PNL) が治療の主役であった。近年では, レーザーや軟性尿管鏡をはじめとする手術機器の進歩に伴い, 腎結石に対しても, 軟性鏡を用いた TUL (flexible-TUL; 以下 f-TUL) が行われるようになった。2013 年版尿路結石診療ガイドライン¹⁾では 20 mm 以上の腎結石に対しては依然として PNL が第一選択とはなっているが, 中部下部尿管結石のみならず, 10 mm 以上の上部尿管結石や 10~20 mm の腎結石に対しては TUL が第一選択となってきた。

PNL は結石消失率が高く, TUL と PNL を同時に行う

TUL-assisted PNL (TAP) では単回での治療完遂の可能性も高いが, その反面 PNL 特有の出血等の合併症発生率が高いことも無視できない²⁾。近年では長径 20 mm を超えるような腎結石に対しての f-TUL の有効性も報告されており^{3)~6)}, 当院でも 2016 年 4 月より大きな腎結石に対して TUL を導入し, TAP とともに積極的に治療を行ってきた。

今回, 我々は長径 20 mm 以上の腎結石に対する治療成績を検討した。

対 象 と 方 法

上記期間に当院で TUL もしくは TAP で治療を行った, 長径 20 mm 以上の腎結石症例 46 例を対象とした。男性 26 例, 女性 20 例, 年齢は中央値 59 歳 (27-87 歳), BMI は中央値 23.8 (17.9-35.5), 患側は右側 18 例, 左側 28 例であった。手術術式は主治医が患者の希望も踏まえ決定し, 明確な選択の定義は設定していない。TUL は 11 例, TAP は 35 例に施行され, この内 18 例がさん

* 〒503-8502 岐阜県大垣市南瀬町 4 丁目 86 番
TEL 0584-81-3341, FAX 0584-75-5715
E-mail: fl9533612@gmail.com

ご状結石であった (Table 1)。

治療効果判定は KUB もしくは CT にて評価し、残石が 4 mm 以下となった症例を結石消失と判定した。症例を非さんご状結石とさんご状結石の 2 群に分け、患者背景と術式、手術時間、手術回数、結石消失率を比較検討した。また、非さんご状結石群の中で、TUL を施行した症例と TAP を施行した症例に分け、患者背景、結石径、手術時間、手術回数、結石消失率について検討を行った。

合併症は結石治療に代表的な合併症である腎盂腎炎と TAP で危惧すべき出血について、TUL を施行した症例、TAP を施行した非さんご状結石症例、TAP を施行したさんご状結石症例をそれぞれ TUL 群、非さんご TAP 群、さんご TAP 群として、3 群間で比較検討を行った。腎盂腎炎は術後 38 度以上の発熱と定義し、出血に関しては手術前後の Hb 値の変化で評価を行った。Hb 低下値は術前 Hb 値 - 術後 Hb 値で算出し、Hb 低下率は (術前 Hb 値 - 術後 Hb 値) / 術前 Hb 値で算出して検討を行った。

2 回目以降の手術は 1 回目の影響を受けるため、複数回手術を施行していた症例は、初回手術の成績を用いて検討を行った。主治医判断にて追加治療を行っており、明確な治療終了の定義は設定していない。

連続変数は Kolmogorov-Smirnov test にて検討を行った後、正規性のある 2 群比較には unpaired t 検定、正規性がないものには Mann-Whitney U 検定を用いて解析を行った。連続変数でない性別、術後腎盂腎炎の発症率、術式、手術回数、結石消失率は Fisher の正確検定を用い、Hb 低下についての 3 群の比較は一元配置分散分析にて解析を行った。P-value < 0.05 を有意差ありと判定した。連続変数の分布の特徴づけは、平均値と標準偏差もしくは四分位数を用いた。また、離散変数の分布の特徴づけは度数とその割合を用いた。

Table 1 Patient characteristics in study

患者背景	
症例数	46 例
非さんご状結石	28 例
さんご状結石	18 例
年齢 (歳)	59 (27-87)
性別 (男/女)	26/20
body mass index : BMI	23.8 (17.9-35.5)
患側 (右側/左側)	18 / 28
TUL / TAP	11 / 35

(当院での手術手技)

TUL は、硬性尿管鏡 (Wolf 社製、先端 6/7.5Fr. もしくは STORZ 社製、先端 7/8Fr.) を用いて尿管の観察を行い、尿管アクセスシース (主に 12/14Fr. NavigatorTM : Boston Scientific) を挿入し、軟性尿管鏡 (Flex-X2TM : STORZ もしくは Cobra-MTM : Boston Scientific) を用いて f-TUL を施行した。還流装置には SAPSTMCF (Boston Scientific) を使用し、碎石はホルミウムレーザー (Versa Pulse Select[®], Slimline 200 μ m : Lumenis) で行った。碎石片はバスケット鉗子 (2.2Fr. N-circle[®] : COOK もしくは 1.9Fr. Zero-TipTM : Boston Scientific) を用いて可能な限りすべて抽石し、尿管ステント (6Fr. PolarisTM Ultra Ureteral Stent : Boston Scientific) を留置し手術を終了とした。尿管ステントは原則留置としており、症例に応じて 3-14 日後に抜去した。

TAP でも TUL と同様に、硬性尿管鏡 (Wolf 社製、先端 6/7.5Fr. もしくは STORZ 社製、先端 7/8Fr.) での尿管観察の後に、尿管アクセスシース (主に 12/14Fr. NavigatorTM : Boston Scientific) を挿入し、軟性尿管鏡 (Flex-X2TM : STORZ もしくは Cobra-MTM : Boston Scientific) を挿入して結石を観察する。腎杯が観察できれば、エコーガイド下に腎杯を穿刺し、軟性尿管鏡でニードルを確認する。NephroMaxTM でトラクトを作成後、硬性腎盂鏡 (Wolf 社製、24Fr.) を挿入して、Swiss LithoClasTM を用いて碎石を行った。結石が大きく腎杯が軟性尿管鏡で確認できない際には、従来通りエコーガイド下に腎穿刺を行った。碎石片は経皮的に鉗子を用いて摘出し、腎盂鏡が届かない部位に関しては経尿道的に軟性鏡も使用して、可能な限り摘出した。術後は腎盂バルーンカテーテル (22Fr.) を挿入し、手術を終了した。

結 果

さんご状結石群と非さんご状結石群の比較を Table 2 に示す。両群の年齢、性別、BMI に有意差は認めなかった。術式は非さんご状結石群では 28 例中 11 例に TUL、17 例に TAP が選択されていたが、さんご状結石群では全例 TAP が施行されていた ($p = 0.003$)。手術成績に関して、手術時間はさんご状結石群がやや長い傾向にあり (115 (47-266) 分 vs 148 (61-206) 分 ; $p = 0.0726$)、手術回数も 2 回要した症例が多かった (6/28 例 vs 7/18 例 ; $p = 0.315$) が、統計学的に有意差は認めなかった。結石消失率は 3 カ月時点で非さんご状結石群 76.9%、さんご状結石群 52.9% と、さんご状結石群の方が低かった。術後腎盂腎炎はそれぞれの群に 6 例ずつ認めたが、

発症頻度に有意差は認めなかった ($p = 0.495$)。

非さんご状結石に対して TUL を施行した群と TAP を施行した群の比較を Table 3 に示す。

TUL 群と TAP 群で年齢、性別、BMI に有意差は認めなかった。結石の大きさに関して、長径の中央値は TUL 群 20 mm, TAP 群 27 mm, 短径はそれぞれ 13 mm, 18 mm であり、有意に TAP 群のほうが大きかった ($p < 0.001$, $p = 0.008$)。手術時間はそれぞれ 122 (73~178) 分, 96 (47~266) 分で TUL 群のほうが長い傾向であったが有意差は認めなかった ($p = 0.132$)。結石消失率は 3 カ月でそれぞれ 70%, 81.3% であり, TAP 群のほうが良い結果であった。術後腎盂腎炎はそれぞれの群に 3 例ずつ認め、発症頻度に有意差は認めなかった ($p = 0.653$)。術式の選択に当たっては長径 25 mm 前後で TAP とするか TUL とするか検討される傾

Table 2 Patient characteristics and clinical outcomes for staghorn calculus and non staghorn calculus

	非さんご状結石 (n = 28)	さんご状結石 (n = 18)	p 値
年齢 (歳)	55 (27-87)	64.5 (35-75)	0.464
性別 (男/女)	16/12	10/8	
BMI	23.9 (17.9-35.5)	23.7 (19.5-33.0)	0.579
術後腎盂腎炎	6	6	0.495
術式 TUL	11	0	0.003
TAP	17	18	
手術時間 (分)	115 (47-266)	148 (61-206)	0.072
手術回数 1 回	22	11	0.315
2 回	6	7	
結石消失率 1 カ月	67.9% (19/28)	33.3% (6/18)	0.034
結石消失率 3 カ月	76.9% (20/26)	52.9% (9/17)	0.182

Table 3 Patient characteristics and clinical outcomes following TUL and PNL for non staghorn calculus

	非さんご TUL (n = 11)	非さんご TAP (n = 17)	p 値
年齢	54 (27-87)	56 (42-74)	0.646
性別 (男/女)	7/4	9/8	0.705
BMI	23.8(17.9-27.5)	24(19.7-35.5)	0.230
術後腎盂腎炎 (例)	3	3	0.653
長径 (mm)	20 (20-25)	27 (21-91)	< 0.001
短径 (mm)	13 (8-12)	18 (13-50)	0.008
手術時間 (分)	122 (73-178)	96 (47-266)	0.132
手術回数 (1 回/2 回)	9/2	13/4	
結石消失率 1 カ月	54.5% (6/11)	76.5% (13/17)	0.409
結石消失率 3 カ月	70.0% (7/10)	81.3% (13/16)	0.644

向であり (Fig. 1), 長径 25 mm 以上, 25 mm 未満の患者群間では年齢、性別、BMI、患側の患者背景に差は認めなかった (Table 5)。

出血に関しての検討 (Table 4) は, TUL 群, 非さんご TAP 群, さんご TAP 群で手術前後の Hb 値に有意差は認めなかった。Hb 低下値, Hb 低下率にも有意差は認めなかったが, TUL 群に比して, 他の TAP の 2 群は Hb の低下が大きかった。

考 察

内視鏡の発達に伴い, f-TUL は効果的に実施できるようになり, 上部尿管結石や 20 mm までの腎結石での治療において存在感を示している。またそれ以上の大きさの腎結石においても分割破碎をすることにより破碎治療は可能とされているが, 2013 年版尿路結石症診療ガイドライン¹⁾では長径 20 mm 以上の腎結石治療に対する第一選択は PNL となっている。PNL は合併症などの発生率も高く, 結石治療の中でも最も技量と経験が要求される手技でもあるが, その治療効果は高い。TUL では結石が大きいかほど stone free rate (SFR) が落ちるとされているが, PNL では結石の大きさにはあまり影響されないとされている⁷⁾。また TAP のように PNL の抽石効率の高さを生かしつつ, PNL では到達のできない結石に対して f-TUL での操作を追加することで相互補完を行う方法もあり⁸⁾, その SFR は PNL 単独よりも高く, 合併症も少ない術式であると考えられている⁹⁾。当科でも基本的に PNL の際には, TAP を行っている。

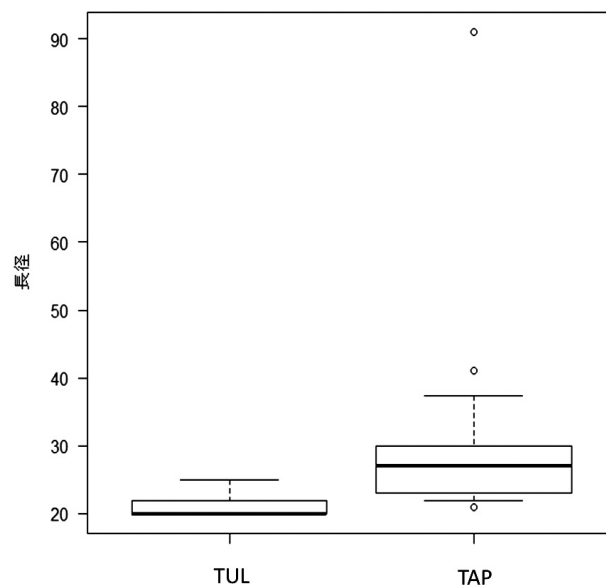


Fig. 1 Stone size in cases receiving TUL and TAP treatment

Table 4 Perioperative complications with regard to hemorrhage

	TUL (n = 11)	非さんご TAP (= 17)	さんご TAP (n = 18)	p 値
術前 Hb (mg/dl)	13.9 (10.9-16.4)	13.8 (11.9-16.4)	13.7 (10.5-16.8)	0.929
術後 Hb (mg/dl)	13.6 (9.7-16.2)	12.4 (10.5-15.4)	13.0 (10.4-15.8)	0.878
Hb 低下値 (mg/dl)	0.6 (-0.4-2.1)	1.0 (0.1-2)	1.1 (-0.4-2.4)	0.406
Hb 低下率 (%)	4.64 (-3.66-15.67)	8.13 (0.68-16)	8.00 (-2.94-16.12)	0.491

Table 5 Patient characteristics by the size of calculi

患者背景	長径 ≥ 25 mm	長径 < 25 mm	p 値
年齢 (歳)	55 (27-87)	54 (47-77)	0.679
性別 (男/女)	7/4	9/8	0.704
BMI	24.0 (18.9-31.6)	23.9 (17.9-35.5)	0.942
患側 (右側/左側)	7/4	8/9	0.460
術式 TUL (例)	1	10	0.016
PNL (例)	10	7	

今回我々は、長径 20 mm を超える腎結石 46 例を対象としたが、18 例がさんご状結石であった。さんご状結石での結石消失率は 52.8% で、平均手術回数は 1.4 回、手術時間は 148 分であった。従来との報告と比較すると、やや結石消失率で劣るものの、手術時間は短い傾向にあった。これは手術時間が 90 分以上となることで術後にて敗血症のリスクが高まるという報告があり¹⁰⁾、当科でも手術時間が長くなった際には手術を早期に終了して、2 回目以降の治療を行うように心がけていることに起因していると思われる。

非さんご状結石に対しては 28 例中 11 例に TUL、17 例に TAP が選択されていた。TUL での長径は平均 20 mm で全例が 25 mm 以下であった。非さんご状結石であっても長径が 25 mm を超えるような腎結石に対しては TAP が積極的に検討され、逆に 20-25mm 以下の非さんご状結石では、19 例中 11 例で TUL が選択されていた。2-4 cm までの腎結石への TUL と PNL の治療成績を比較した Akman ら¹¹⁾の報告や、Zengin ら¹²⁾の 2-3 cm の腎結石の治療報告の患者背景と比較しても、TUL と TAP の選択基準は同様であると考えられた。また三浦ら¹³⁾は 20-30 mm が治療法を検討するうえでの f-TUL と PNL の境界域と考えられるとしており、長径が 25 mm を超えるような腎結石に対しては TAP を積極的に選択していた我々の患者選択とも大きな相違がなかったと考える。

Breda ら⁴⁾は 20-25mm の腎結石を対象とした TUL にて、平均治療回数 1.82 回、結石消失率は 90.9% と報告している。また Riley ら⁵⁾は 25 mm 以上の腎結石を対象とした TUL にて、平均治療回数 1.82 回で結石消失

率 90.9% と報告している。また、Karakoyunlu ら⁶⁾の報告では平均 27 mm の腎結石に対する f-TUL 治療での結石消失率は 67% であった。平均治療回数の違いもあり、一概に比較は困難ではあるが、我々の報告では非さんご状結石での結石消失率は 76.9% であり諸家の報告と比較して遜色のないものではあると思われる。小さな結石でも残存した場合には再増大などにより、63% で再治療が必要になるという報告もあることから、複数回治療での結成消失率の向上に関してはさらに検討を重ねるべきであると考ええる。

TUL の合併症は PNL より少ないとされているが、経験の少ない術者が行えば、尿管断裂などの重篤な合併症を引き起こすこともある。それでも内視鏡の発達により細径の尿管鏡になったことにより、合併症の発生率が 6.6% から 1.5% まで低下したとする Harmon ら¹⁴⁾の報告もあり、その合併症は軽減されてきている。PNL ではダイレーターや Balloon 拡張に伴う出血や腎盂裂傷、敗血症等が主な合併症として挙げられているが、出血はその合併症として頻度も高い。我々は TAP を行っており、腎穿刺の際には可能な限り、軟性尿管鏡で正確に腎杯を経て穿刺されていることを確認した上でトラクトの拡張をすることで、腎区域動脈や葉間動脈などを損傷しないよう努めている。しかしながら、結石が大きい場合には腎杯への軟性尿管鏡の挿入が困難で、腎杯穿刺を確認できない症例も少なくない。そういったこともあってか、今回 TUL に比較して TAP の 2 群では術前後の Hb 低下値や Hb 低下率が高くなっており、やはり出血のリスクは高いと考えられる。腎穿刺前に軟性尿管鏡での結石レーザー破砕を追加するなどして、確実に腎杯を経て穿刺されていることを確認することで改善が得られる可能性がある。PNL の合併症軽減のためにもより確実な穿刺方法の選択、経験の蓄積が必須であると考ええる。

今回の我々の検討では 20 mm 以上の腎結石に対しては、結石消失率では TAP のほうが TUL と比較して高かったが、Hb 低下率が高いなど、その合併症は無視することができない。長径 20 mm を超える結石でも非さんご状結石で、25 mm 程度までであれば TUL でも安全に治療を完遂することが可能と考える。しかしながら、

結石の大きさが大きくなれば手術時間も長くなり、合併症も増えるため、尿管結石や 20 mm 以下の腎結石治療に比して術者の技術がより重要になると考えられる。今後は症例に応じて結石の大きさや出血のリスクを評価して、TUL, PNL, TAP を選択していくことが重要と考えられた。さらに、結石消失率を上げるために、治療回数を増やすことも検討する必要があると考えられた。

結 語

長径 20 mm を超える腎結石に対しての治療では、結石の大きさや形態により個々に手術方法の検討は必要ではあるが、TUL による治療は一つの重要な治療選択肢である。

特に長径 25 mm 以下の非珊瑚状結石に対しては、TUL は PNL と治療成績は同等で TUL はその治療選択肢となる。

文 献

- 1) 日本泌尿器科学会, 日本泌尿器内視鏡学会, 日本尿路結石学会編. 尿路結石症診療ガイドライン第 2 版. 金原出版社 pp33-36, 2013.
- 2) Michel, M. S. et al.: Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Euro. Urol.* **51**: 899-906, 2007.
- 3) Mariani, A. J.: Combined electrohydraulic and holmium: YAG laser ureteroscopic nephrolithotripsy of large (greater than 4 cm) renal calculi. *J. Urol.* **177**: 168-173, 2007.
- 4) Breda, A. et al.: Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for single intrarenal stones 2 cm or greater-Is this the new frontier? *J. Urol.* **179**: 981-984, 2008.
- 5) Riley, J. M. et al.: Retrograde ureteroscopy for renal stones larger than 2.5cm. *J. Endourol.* **23**: 1675-1678, 2009.
- 6) Karakoyunlu, N. et al.: A comparison of standard PCNL and staged retrograde FURS in pelvis stones over 2 cm in diameter: a prospective randomized study. *Urolithiasis* **43**: 283-287, 2015.
- 7) Turk, C. et al.: Guidelines on urolithiasis, European Association of Urology, 2012.
- 8) 石戸典孝・他: 尿路結石内視鏡手術における併用療法: 修正 Valdivia 体位による TAP (TUL-assisted PNL). *Japanese Journal of Endourology* **24**: 315-329, 2001.
- 9) Manikandan, R. et al.: Endoscopic combined intrarenal surgery for simultaneous renal and ureteral stones: a retrospective study. *J. Endourol. Oct*; **30**: 1056-1061, 2016.
- 10) Sugihara, T. et al.: A nomogram predicting severe adverse events after ureteroscopic lithotripsy: 12 372 patients in a Japanese national series. *BJU Int.* **111**: 459-66, 2013.
- 11) Akman, T. et al.: Comparison of percutaneous nephrolithotomy and retrograde flexible nephrolithotripsy for the management of 2-4 cm stones: a matched-pair analysis. *BJU Int.* **109**: 1384-1389, 2012.
- 12) Zengin, K. et al.: Retrograde intrarenal surgery versus percutaneous lithotripsy to treat renal stones 2-3 cm in diameter. *Biomed. Res. Int.*: 914231, 2015.
- 13) 三浦浩康: 腎結石に対する URS 単独治療 - その適応と限界について -. *泌尿器外科* **26**: 1503-1507, 2013.
- 14) Harmon, W. J. et al.: Ureteroscopy: current practice and long term complications. *J. Urol.* **157**: 28-32, 1997.

TREATMENT RESULTS FOR RENAL STONES THAT MEASURE 2 MM OR MORE

SHOTA FUJIMOTO

Department of Urology, Ogaki Municipal Hospital, Gifu, Japan

HISAO KOMEDA, SHOTA UEDA AND MASAYOSHI TAMAKI

Department of Urology, Gifu Municipal Hospital, Gifu, Japan

KENSAKU SEIKE

JA Gifu Kouseiren Chuno Kousei Hospital, Gifu, Japan

Abstract :

Objectives : To date, renal calculi have been treated by extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) and percutaneous nephrolithotripsy (PNL). Following progress in the development of surgical instruments, we can now select transurethral lithotripsy (TUL) as a treatment for renal calculi and good treatment results have been reported. We evaluated the clinical outcomes of treatment for renal calculi that measured ≥ 20 mm in our institution.

Patients and methods : We investigated 46 patients who underwent endoscopic surgery for renal calculus ≥ 20 mm, comprising TUL in 11 cases and TUL-assisted PNL (TAP) in 35 cases. 18 cases among the 46 had staghorn calculus. We compared the treatment results of staghorn calculus and non staghorn calculus, the patients who underwent TUL and the patients who underwent TAP.

Results : All patients who had staghorn calculus underwent TAP. As for non staghorn calculus, 11 of the 28 underwent TUL, while the others underwent TAP. Stone-free rate was 76.9% in non staghorn calculus, 52.9% in staghorn calculus, 70% in non staghorn calculus treated by TUL and 81.3% in non staghorn calculus treated by PNL. The blood loss in patients treated by TUL was less than that in patients treated by TAP.

Conclusion : TUL for renal calculi measuring ≥ 20 mm is one of the reasonable treatment choices.

It is important that we select the method of treatment after careful evaluation of both stone size and form, among other factors.

(Nishinohon J. Urol. 83 : 70-75, 2021)

key words : renal calculus, transurethral lithotripsy, percutaneous nephrolithotripsy
