

特 集 泌尿器科学の最前線

医療経済を考慮したこれからの尿路結石治療と課題

昭和大学医学部泌尿器科学講座

中里 武彦 松井 祐輝 山岸 元基
下山 英明 小川 祐 押野見和彦
森田 順 直江 道夫 富士 幸蔵
小川 良雄

はじめに

本邦において、2005年時点の上部尿路結石の年間罹患率は1965年と比較すると、その罹患率は実に3倍、1995年と比較しても1.6倍と増加傾向であり、年間罹患率は人口10万人対134人（男性：192人、女性：79人）と報告されている¹⁾。その生涯罹患率（年間罹患率×平均寿命×100）は男性で15.1%、女性で6.8%とされ、カルシウム含有結石において5年再発率は45%とされる代表的なcommon diseaseである²⁾。

結石に対する治療選択肢としては現在、①自然排石を期待する（場合により薬剤により排石を促進するmedical expulsive therapy：METを含む）、②体外衝撃波結石破碎術（extracorporeal shock wave lithotripsy：ESWL）、③経尿道的結石碎石術（③-a：硬性鏡によるrigid transurethral lithotripsy：r-TUL、③-b：軟性鏡によるflexible transurethral lithotripsy：f-TUL）、④経皮的腎結石碎石術（④-a：percutaneous nephrolithotripsy：PNL、④-b：20Fr以下の内視鏡を使用する低侵襲なmini-PNL、④-c：PNLとf-TULの同時施行）、⑤切石術（⑤-a：開腹手術、⑤-b：腹腔鏡手術）と大きく5種類、細分化すると9種類の治療法が入り乱れる状態である。それぞれの適応についてガイドラインにおいてFig. 1～3のように示されているが、結石の位置、大きさなどさまざまな状況により同一の状況でも複数の治療選択肢が考慮される場合もある。それは進歩していく各種医療機器の適応症例の重複する部分でもあ

り、どの治療がより良い成績を期待できるかについては、多数の使用経験により後追いで示されるため、常に治療成績は検討を要する対象となる。

実際に、1980年台にESWLが尿路結石症治療体系を劇的に変化させ、その治療数を急速に伸ばしたことは結石治療における大きな変革であったが、ここ10年間における軟性尿管鏡や周辺機器としてのレーザーやバスケットカテーテルの進歩に伴うf-TULの普及は目覚ましく、新たな結石治療の変革を起こしつつあると言える。その適応は拡大傾向であるが、結石のクリアランスには限界があり、サイズが大きくなると取りきれないのも事実である。

いずれにしても、単回治療でstone freeもしくはclinically insignificant residual fragments（CIRF）とされる残石4mm以下の状態にならない場合で、その後自然排石も期待されず、尿路閉塞による腎機能障害のリスクや感染が懸念される場合は可及的に追加治療が必要となる。しかし、同一結石に対する複数回の加療は保険診療では一連と判断され原則的に手術手技料は請求できず、病院収支の点、国民医療費や医療資源の有効利用の観点からも勧められない。

今後も増加傾向が予想される尿路結石症例をいかにしてlow costで治療を完結することは大きな問題となってくると思われるが、これまで多くの報告は医学的な排石率などのみに注意が払われ、医療経済の面を考慮した報告は少ない。

毎年、厚生労働省大臣官房統計情報部が調査し公表している社会医療診療行為別調査³⁻¹²⁾は毎年6月分の診療報酬明細書及び調剤報酬明細書の集計をま

尿管結石の治療方針アルゴリズム



Fig. 1 Treatment algorithm for ureteral stones

サンゴ状結石の治療方針アルゴリズム

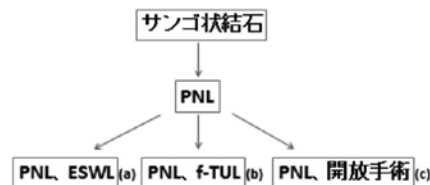


Fig. 3 Treatment algorithm for staghorn stones
(a) ①結石が比較的小さく, SSAが500 mm²以下である. 水腎症がないか, あっても軽度である. ②CT値が900HU以下でSSDが9 cm以下である. (b) 結石が比較的小さく, 30 mm以下である. (c) 結石が極めて大きい, 高度水腎症または解剖学的異常腎である.

腎結石の治療方針アルゴリズム

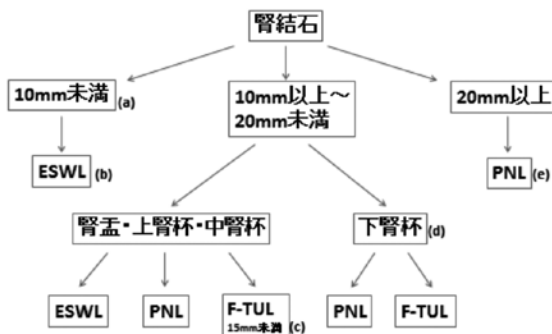


Fig. 2 Treatment algorithm for renal stones

(a) すべての大きさの腎結石について, 単独治療が困難な場合は, 他の治療を併用. (b) 結石や患者の状態に応じて, f-TULやPNLも適応可能. (c) 15 mm以上の結石は, ESWLやPNLを併用. (d) 以下の条件を満たす結石に適応. 条件を満たさない場合は, ESWLも適応可能. ①腎盂と腎杯頸部の角度が急峻な例, ②下腎杯が長い例 (10 mm以上), ③腎杯頸部が狭い例 (5 mm未満). (e) 結石や患者の状況に応じて, ESWLやf-TULも適応可能であるが, これらの単独治療は困難.

とめたものである. 過去に吉村らもこれを用いて報告しているが¹³⁾, その後の本邦における尿路結石治療にかかる医療費の内訳の評価として, 過去10年間 (2005 ~ 2014年) のデータを分野別にまとめ, 現在の医療経済の状況を考慮しつつ有効な結石治療の方法について review する.

本邦における国民医療費, 尿路結石症治療費の推移

日本の年間医療費は年々増加傾向にあり, 2013年について40兆円を超え, 国民所得に対する比率も10%を超えており, その割合は増加傾向である (Fig. 4).

各年6月の保険請求の点数を Fig. 5に示すように, 尿路結石症治療に要する年間医療費は増加傾向であり, 項目別年間医療費 = 各年6月分の保険点数 × 12か月 × 10として推計すると, 2005年の483億円から2014年の572億円と+18%の増加であった.

各項目別に点数の内訳をみると, 手術費用は110億円から160億円と+45%の増加, 投薬加療は24億円から24億円とほぼ横ばい, 画像診断費用は91億円から73億円と-19%の減少となり, 手術治療費の増加が大きいことが示される.

実際の2005 ~ 2014年6月の治療件数を見てみると Fig. 6に示すように, 尿路結石症件数は127,216件から129,166件と+1.5%の増加に対し, 画像診断件数は67,938件から64,088件と-5.6%の減少, 投薬加療件数は85,956件から84,735件と-1.4%の減少, 手術件数に関しては5,211件から8,342件と+60.1%と急激な増加傾向であることが示された.

以上から, ここ10年では尿路結石の加療を受けた患者数はそれほど変わらず, その中の大多数の50 ~ 70%の患者が画像診断や投薬加療を受けるが, 結石治療における医療費の割合は画像診断と投薬加療の2項目足しても20%程度であった. 一方手術適応となる症例は尿路結石症の患者のわずか4 ~

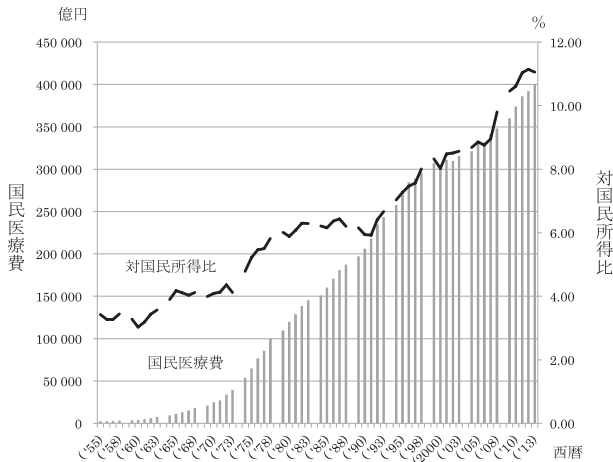


Fig. 4 Change of national medical expenses in Japan

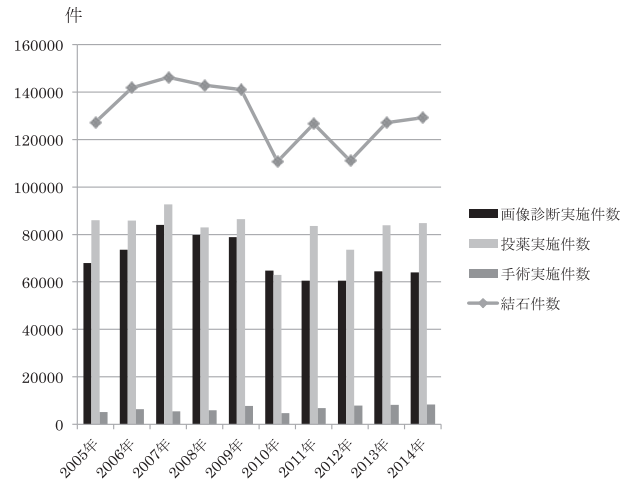


Fig. 6 Change of number of urolithiasis in diagnostic imaging, medication, operative treatment and total urolithiasis on June from 2005 to 2014 in Japan

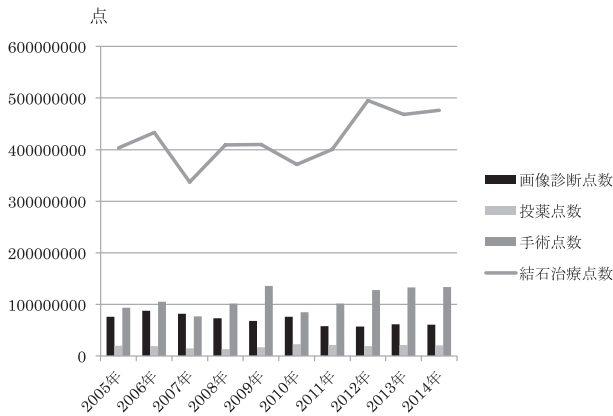


Fig. 5 Change of medical expenses of urolithiasis in diagnostic imaging, medication, operative treatment and total urolithiasis on June from 2005 to 2014 in Japan

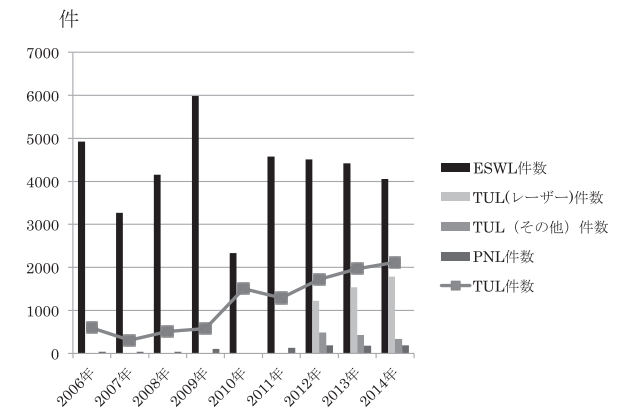


Fig. 7 Change of number for surgical treatment of urolithiasis in Japan according to treatment modalities on June from 2005 to 2014 in Japan

6%にすぎないにも関わらず、医療費に関して言うと尿路結石症関連治療費の23.2～28.0%を占めており、手術療法が医療経済に与える影響力の大きさが示される。

次に各治療項目別（ESWL, TUL, PNL）の治療件数と保険点数の各年6月における推移をFig. 7, 8示す。特に2012年からはTULに関してレーザー治療加算が保険適応となったためTUL総数とレーザー併用の有無で分けてグラフ化した。

ESWLに関しては年によってばらつきはあるが平均すると月4,250件とほぼ横ばいであった。一方TULは2006年から2014年にかけてTULの件数は597件から2,119件と3.5倍に急激に増加してい

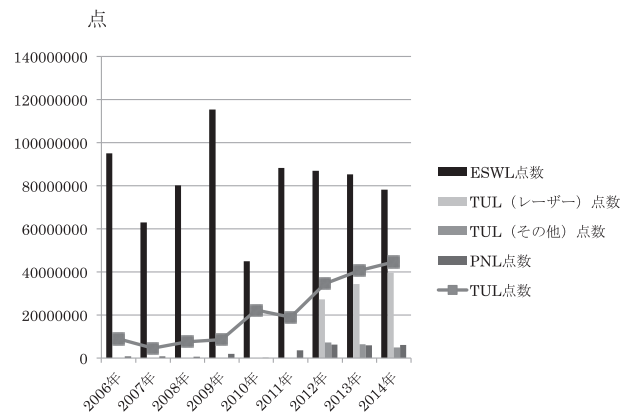


Fig. 8 Change of medical expenses for surgical treatment of urolithiasis in Japan according to treatment modalities on June from 2005 to 2014 in Japan

た。2012年からTUL時のレーザー治療加算が認められたためレーザーを使用したTULとその他のTULを区別可能になったが、レーザー併用TULの件数が年々飛躍的に伸びている。本統計ではレーザー併用TULがf-TULであるかr-TULであるかの区別はできないが、f-TULの碎石時にはレーザーは必須の装置であることを考えると、レーザー併用TULが増えてきている原因として①f-TULが普及してきていること、②レーザー治療加算がつくためr-TULにおいてもレーザーを併用している施設が増えたことなどが理由として考えられた。PNLに関してはその試行率が低いため割合としては目立たないが、2006年から2014年にかけて6月のPNLの件数は41件から187件と4.6倍と一番の伸び率を示している。近年f-TUL併用PNLを導入している施設の報告も増えてきており、本手術が施行された場合は保険請求としてはPNLで請求されるため件数が増えている可能性が推測される。

医療経済面を考えると、1件あたりの保険点数はESWLで19,300点、TUL（レーザー併用）で22,270点、TUL（その他）で14,800点であり治療単価としてはレーザーを使用しなければESWLの方がdirectな治療単価としては高額であるが、多くのESWLは外来加療が可能であるのに対し、TULはindirectな入院、麻酔などの費用がかかるため単回のESWLで治療が完結すれば一番low costであると考えられる。実際に2014年を例にとってみると尿路結石症治療に要する医療費572億円の内、割合として1番が手術で28.0%、2番が検査13.2%、3番が画像診断12.8%と続くが、入院費が9.7%、麻酔費3.3%と無視できない割合を占めていた。

医療経済を考慮した上での各種治療の適応と今後の問題点

1. 自然排石待機療法について

尿路結石症治療において手術による医療費の割合が1番大きく、しかも増加傾向であるため、いかに手術療法をせずに自然排石（METを含む）させるかは、積極的に考慮される治療といえる。また、排石すれば最も低侵襲かつlow costな治療法である。尿路結石症診療ガイドライン（第2版）¹⁴⁾と諸家の報告から自然排石（METを含む）の適応を要約すると、症状がコントロールされており、腎不全や感

染などリスクが無いすべての10mm以下の尿管結石が対象となり、Table 1に示す様に、海外のメタアナリシス¹⁵⁾、850例の大規模研究¹⁶⁾において比較的高率に自然排石が期待され、10mm以下の尿管結石の2/3は4週以内に排石されている¹⁷⁾。サイズ別に平均排石期間をみると2mm以下で8.2日、2~4mmで12.2日、4mm以上で22.1日と報告されており¹⁸⁾、これらの情報は実臨床においても患者指導の目安となると思われる。通常は、1か月以内に排石されない場合は腎機能障害や感染併発のリスクを考慮し手術療法が推奨されるが¹⁷⁾、その適切な期間についての検討は今後も研究の対象になり得ると考えている。

2. METについて

排石促進剤を併用するMETについての報告は多数あり、本邦ガイドラインでは、 α 1遮断薬（タムスロシン）とカルシウム拮抗薬（ニフェジピン）は推奨グレードB、ウラジログアシエキスや猪苓湯は推奨グレードC1となっている。

比較的高い推奨グレードBのタムスロシンとニフェジピンにおいても、効果の是非は報告において別れている。また、多くの海外の報告でタムスロシンは0.4mgが使用されており、本邦で排尿障害に対して使用する0.2mgの倍量であることなどもあり、本邦ガイドライン作成時に更なるRCTの必要性が指摘されていた。2013年に本邦ガイドライン

Table 1 Review of the literature about stone passage rate and duration by stone size

Preminger GM ら		排石率
	< 5 mm	68%
	5 ~ 10 mm	47%
Coll DM ら		排石率
	≤ 1 mm	87%
	2 ~ 4 mm	76%
	5 ~ 7 mm	60%
	> 8 mm	39%
Skolarikos A ら		4週以内の排石率
	≤ 10 mm	60%
Miller OF ら		排石までの期間
	≤ 2 mm	8.2日
	2 ~ 4 mm	12.2日
	> 4 mm	22.1日

Table 2 Review of the literature about prediction of successful treatment

References	Year	Stone location	n	Prediction of successful disintegration/treatment			
				Mean attenuation value (MAV)	SSD	BMI	Cut off
				All/Renal/Ureteral	All/Renal/Ureter	All/Renal/Ureter	All/Renal/Ureter
Joseph <i>et al</i> ²²⁾	2002	Renal	30/30/-	Yes/Yes/-	-/-/-	No/No/-	Renal: 950HU/-/-
Pareek <i>et al</i> ²³⁾	2003	Renal and ureteral	50/20/30	Yes/Yes/Yes	-/-/-	No/No/-	Ureteral: 900HU/-/-
Wang <i>et al</i> ²⁴⁾	2005	Renal	80/80/-	Yes/Yes/-	-/-/-	-/-/-	Renal: 900HU/-/-
Gupta <i>et al</i> ²⁵⁾	2005	Renal and proximal ureter	108/89/19	Yes/-/-	-/-/-	-/-/-	All: 750HU/-/-
Yoshida <i>et al</i> ²⁶⁾	2006	Renal and proximal ureter	56/25/31	Yes/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
El Nahas <i>et al</i> ²⁷⁾	2007	Renal	120/120/-	Yes/Yes/-	Yes/Yes/-	Yes/Yes/-	Renal: 1000HU/-/-
Perks <i>et al</i> ²⁸⁾	2008	Renal	111/111/-	Yes/Yes/-	Yes/Yes/-	No/No/-	Renal: 900HU/9 cm/-
Ng <i>et al</i> ²⁹⁾	2009	Proximal ureter	94/-/94	Yes/-/Yes	Yes/-/Yes	No/-/No	Renal: 593HU/9.2 cm/-
Patel <i>et al</i> ³⁰⁾	2009	Renal	83/83/-	No/No/-	Yes/Yes/-	-/-/-	Renal: -/10 cm/-
Wiesenthal <i>et al</i> ³¹⁾	2010	Renal and ureteral	422/218/204	Yes/Yes/Yes	Yes/Yes/Yes	Yes/No/Yes	All: 900HU/11 cm/-
Park <i>et al</i> ³²⁾	2010	Renal	115/115/-	Yes/Yes/-	No/-/-	-/-/-	Renal: 863HU/-/-
Shah <i>et al</i> ³³⁾	2010	Renal and proximal ureter	99/71/28	Yes/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-
Tanaka <i>et al</i> ³⁴⁾	2013	Renal and ureteral	75/27/48	Yes/-/-	No/-/-	No/-/-	All: 780HU/-/-
Celik <i>et al</i> ³⁵⁾	2015	Renal and ureteral	254/123/131	Yes/Yes/Yes	-/Yes/	-/Yes/-	Renal: 750HU/-/-
Nakasato <i>et al</i> ²¹⁾	2015	Renal and ureteral	260/92/168	Yes/-/-	No/-/-	-/-/-	All: 815HU/-/-
Müllhaupt <i>et al</i> ³⁶⁾	2015	Proximal ureter	104/-/104	No/-/No	Yes/-/Yes	Yes/-/Yes	Ureteral: -/11.9 cm/25.9

が発刊された後に Lancet においてタムスロシンとニフェジピンの有効性を否定する追加報告なども出てきている¹⁹⁾こともあり、現在のところガイドラインの推奨レベルほどその有効性は確立されているとは言い難い可能性がある。さらに、タムスロシンとニフェジピンの排石促進剤としての保険適応がないこと、薬剤を使用の cost を含めた医療経済の視点も含めると現在 MET の抱えるハードルは高くなっ

てきていると言える。

3. 結石の状況に応じた各種手術療法 (ESWL, TUL, PNL) について

自然排石が得られず、疼痛、感染、腎不全などリスクが高い症例は手術療法が適応されるが、ガイドライン Fig. 1～3 より実際の治療で複数の選択が上がる状態は① ESWL もしくは TUL が適応となる 10 mm 以上の上部尿管結石、結石のサイズを問わ

ず中部尿管結石, 10 mm 未満の下部尿管結石. ② 10 mm 以上 20 mm 未満の腎盂・上腎杯・中腎杯に対して ESWL, PNL, f-TUL を選択する場合. ③ 10 mm 以上 20 mm 未満の下腎杯結石に対して PNL もしくは f-TUL を施行する場合は挙げられる.

①②の状況が含まれる状態において cost-effective である治療を検討した systematic review²⁰⁾によると, 基本的に ESWL より TUL 治療成績がすぐれ, 費用面において安価であると結論されている. しかし, 日本国内の保険診療の範疇に直接当てはめることはできず, direct な治療費のみではなく, indirect な入院, 麻酔など治療費を考えると本邦の保険診療における検討が望まれる.

ESWL は, 低侵襲性と簡便性においては他の手術より利点があり, レーザー併用 TUL より安価である. さらに indirect な医療費を考えると単回の治療で完結すれば理想的な治療と言えるが, 不成功の場合追加治療が必要となるため, その適応は慎重にする必要がある.

ESWL の治療結果予測因子としては, 結石のサイズ, 結石の存在する腎杯の位置, CT 値, skin-to-stone distance (SSD), 年齢などが推奨グレード B で推奨されている. 以前われわれが当院 260 例を対象に検討した多変量解析の結果²¹⁾, 結石の CT 値が有意な予知因子でありその他サイズ, SSD, 年齢などは有意な因子としては確認されなかった. われわれの報告も含め, CT 値である mean attenuation value (MAV), SSD, BMI に対象を絞り, これまでの 16 論文の報告を Table 2 にまとめると MAV は 14/16 で有効, 2/16 で無効. SSD は 7/16 で有効, 3/16 で無効, 6/16 で評価なし. BMI は 4/16 で有効, 5/16 で無効, 7/16 で評価なしの結果であった. 有効とされる報告数は CT 値が多かったがそれぞれ相反する報告も見られた. これらの因子はガイドラインで推奨グレード B に挙げられるように, 一定の判断基準を与え得るが, これまでの報告はすべて retrospective な報告であり, prospective な報告が期待されている.

③の状況に関しては 20 mm 以下の下腎杯結石を対象に f-TUL, PNL にさらに ESWL の治療の優劣を検討した RCT である 7 論文の systematic review が報告されている³⁷⁾, その結果 10 ~ 20 mm の結石に関しては stone-free rate (SRF) において PNL は

ESWL と比較し (risk ratio [RR]: 2.04; 95% confidence interval [CI], 1.50-2.77), f-TUL は ESWL と比較し (RR: 1.31; 5% CI, 1.08-1.59) と PNL と f-TUL は ESWL より良い成績が示された. しかし, 10 mm 以下の結石については ESWL と比較して PNL と f-TUL の優位性は弱くなる結果であった. また, PNL と f-TUL を比較した場合, PNL の方が f-TUL より有効である可能性が示されたが, 対象が限定的であり治療法に一貫性を欠いたものが多いため結論しにくいとしている. 以上から医療経済を考えた場合は, ESWL は再治療が必要になる可能性が高く, f-TUL か PNL が有効と思われた.

さらに状況が限定されたサンゴ状結石に対しては良質な RCT の報告は少なくなるが, ガイドラインにおいても, まずは PNL をベースにした治療が推奨されている. PNL 単独で stone free が望めない症例に対しては, 残石に対する ESWL 追加治療の他, f-TUL を併用した PNL, multi-tract PNL など様々な治療の報告があり, 今後も発展が期待される分野である. これらの治療は PNL 単独治療より医療資源を多く使用する傾向があるため, 国民医療費は増加の一途であるものの, 治療の普及を考えると医療の採算の面からも, 適切な保険点数の設定も望まれる.

文 献

- 1) Yasui T, Iguchi M, Suzuki S, *et al.* Prevalence and epidemiological characteristics of urolithiasis in Japan: national trends between 1965 and 2005. *Urology*. 2008;71:209-213.
- 2) Strohmaier WL. Course of calcium stone disease without treatment. What can we expect? *Eur Urol*. 2000;37:339-344.
- 3) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 17 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2005.
- 4) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 18 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2006.
- 5) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 19 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2007.
- 6) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 20 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2008.
- 7) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 21 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2009.
- 8) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 22 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2010.
- 9) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 23 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2011.

- 10) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 24 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2012.
- 11) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 25 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2013.
- 12) 厚生省大臣官房統計局編. 平成 26 年度社会医療診療行為別調査報告. 東京: 厚生統計協会; 2014.
- 13) 吉村一宏, 奥山明彦. 結石の外科的治療 医療経済の観点から. 泌紀. 2004;50:583-586.
- 14) 日本泌尿器科学会, 日本泌尿器内視鏡学会, 日本尿路結石症学会編. 尿路結石症診療ガイドライン. 第 2 版. 東京: 金原出版; 2013.
- 15) Preminger GM, Tiselius HG, Assimos DG, *et al.* 2007 Guideline for the management of ureteral calculi. *Eur Urol.* 2007;52:1610-1631.
- 16) Coll DM, Varanelli MJ, Smith RC. Relationship of spontaneous passage of ureteral calculi to stone size and location as revealed by unenhanced helical CT. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;178:101-103.
- 17) Skolarikos A, Laguna MP, Alivizatos G, *et al.* The role for active monitoring in urinary stones: a systematic review. *J Endourol.* 2010;24:923-930.
- 18) Miller OF, Kane CJ. Time to stone passage for observed ureteral calculi: a guide for patient education. *J Urol.* 1999;162:688-690.
- 19) Pickard R, Starr K, MacLennan G, *et al.* Medical expulsive therapy in adults with ureteric colic: a multicentre, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet.* 2015;386:341-349.
- 20) Matlaga BR, Jansen JP, Meckley LM, *et al.* Economic outcomes of treatment for ureteral and renal stones: a systematic literature review. *J Urol.* 2012;188:449-454.
- 21) Nakasato T, Morita J, Ogawa Y. Evaluation of Hounsfield Units as a predictive factor for the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy and stone composition. *Urolithiasis.* 2015;43:69-75.
- 22) Joseph P, Mandal AK, Singh SK, *et al.* Computerized tomography attenuation value of renal calculus: can it predict successful fragmentation of the calculus by extracorporeal shock wave lithotripsy? A preliminary study. *J Urol.* 2002;167:1968-1971.
- 23) Pareek G, Armenakas NA, Fracchia JA. Hounsfield units on computerized tomography predict stone-free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol.* 2003;169:1679-1681.
- 24) Wang LJ, Wong YC, Chuang CK, *et al.* Predictions of outcomes of renal stones after extracorporeal shock wave lithotripsy from stone characteristics determined by unenhanced helical computed tomography: a multivariate analysis. *Eur Radiol.* 2005;15:2238-2243.
- 25) Gupta NP, Ansari MS, Kesarvani P, *et al.* Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi. *BJU Int.* 2005;95:1285-1288.
- 26) Yoshida S, Hayashi T, Ikeda J, *et al.* Role of volume and attenuation value histogram of urinary stone on noncontrast helical computed tomography as predictor of fragility by extracorporeal shock wave lithotripsy. *Urology.* 2006;68:33-37.
- 27) El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O, *et al.* A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *Eur Urol.* 2007;51:1688-1693.
- 28) Perks AE, Schuler TD, Lee J, *et al.* Stone attenuation and skin-to-stone distance on computed tomography predicts for stone fragmentation by shock wave lithotripsy. *Urology.* 2008;72:765-769.
- 29) Ng CF, Siu DY, Wong A, *et al.* Development of a scoring system from noncontrast computerized tomography measurements to improve the selection of upper ureteral stone for extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol.* 2009;181:1151-1157.
- 30) Patel T, Kozakowski K, Hruby G, *et al.* Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy. *J Endourol.* 2009;23:1383-1385.
- 31) Wiesenthal JD, Ghiculete D, D'A Honey RJ, *et al.* Evaluating the importance of mean stone density and skin-to-stone distance in predicting successful shock wave lithotripsy of renal and ureteric calculi. *Urol Res.* 2010;38:307-313.
- 32) Park YI, Yu JH, Sung LH, *et al.* Evaluation of possible predictive variables for the outcome of shock wave lithotripsy of renal stones. *Korean J Urol.* 2010;51:713-718.
- 33) Shah K, Kurien A, Mishra S, *et al.* Predicting effectiveness of extracorporeal shockwave lithotripsy by stone attenuation value. *J Endourol.* 2010;24:1169-1173.
- 34) Tanaka M, Yokota E, Toyonaga Y, *et al.* Stone attenuation value and cross-sectional area on computed tomography predict the success of shock wave lithotripsy. *Korean J Urol.* 2013;54:454-459.
- 35) Celik S, Bozkurt O, Kaya FG, *et al.* Evaluation

- of computed tomography findings for success prediction after extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary tract stone disease. *Int Urol Nephrol*. 2015;47:69-73.
- 36) Mullhaupt G, Engeler DS, Schmid HP, *et al*. How do stone attenuation and skin-to-stone distance in computed tomography influence the performance of shock wave lithotripsy in ureteral stone disease? *BMC Urol (Internet)*. 2015;15:72. (accessed 2016 Jul 29) <http://bmcurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12894-015-0069-7>
- 37) Donaldson JF, Lardas M, Scrimgeour D, *et al*. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones. *Eur Urol*. 2015;67:612-616.