

体外式衝撃波腎結石破碎治療により発生する不整脈の頻度ならびに特徴について

Cardiac Dysrhythmias Related to Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy Using a Piezoelectric Lithotripter in Patients With Kidney Stones

片岡 一

Hajime KATAOKA

Abstract

Shock waves delivered by a spark-gap generator during extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for kidney stones frequently cause cardiac arrhythmias. However, detailed data about the arrhythmogenicity of this therapy using a piezoelectric lithotripter are not available even though this type of machine is generally not considered to induce cardiac arrhythmias. The prevalence and nature of cardiac dysrhythmias during piezoelectric ESWL were assessed in 34 patients with kidney stones in whom cardiac disease other than dysrhythmias had been excluded. Each patient underwent 24-hour ambulatory electrocardiography (ECG) recording 2 to 3 days before ESWL. On the day of ESWL, ECG was performed continuously from 4 hours before and throughout the procedure. The relationship between ESWL-related dysrhythmias and autonomic neural activity was also evaluated by heart rate spectral analysis. Piezoelectric ESWL was found to elicit new or worsened tachyarrhythmia originating from the atria or ventricles or both in 20 patients (59%), atrial premature contractions in 4, ventricular premature contractions in 7, both types in 7, atrial and ventricular premature contractions plus extreme sinus bradycardia in 1, and neurally mediated sinus bradycardia and hypotension in 1. However, piezoelectric ESWL-related dysrhythmias were not related to the dysrhythmias seen in the usual life. Heart rate spectral analysis suggested that changes in autonomic neural activity were involved in the mechanism(s) of ESWL-related dysrhythmia.

Although lethal dysrhythmias have not yet been encountered at our institution, patients at risk of sustained life-threatening cardiac dysrhythmias should be monitored closely even if ESWL for kidney stones is undertaken using a piezoelectric lithotripter.

Key Words

arrhythmias, ventricular arrhythmia, electrocardiography, shock wave lithotripsy, renal calculi

はじめに

Chaussy ら¹⁾により導入された体外式衝撃波腎結石破碎治療 (extracorporeal shock wave lithotripsy: 以下, 破碎治療) は, 手術に代わる非観血的治療手段として画期的なもので, 機器の改良とともに本法の有用性は広く認識され, 急速に普及するに至った²⁻⁶⁾. 本治療法は概して安全ではあるが, 水槽内でスパークするスパークギャップ方式で, いわゆる第1世代の機種による治療の際には高率に不整脈が惹起されると報告されている^{7,8)}. その後, より簡便な処置で患者への負担も少な

い音響レンズを用いた乾式の第2世代の機種が臨床導入された^{4,6)}. 当病院の泌尿器科においては, 第2世代機種を用いた破碎治療を施行してきた. 第2世代以降の機種による破碎治療では不整脈発生はほとんどみられないとされている^{4,5)}が, 体系的かつ分析的な検討による指摘ではない. われわれは第2世代の機種による腎結石破碎治療中に神経反射による徐脈性不整脈の症例を経験し⁹⁾, 注意深く観察すれば悪性不整脈の発生もまれではないことに気付いた.

このことから本論文は前向き研究により, 第2世代の装置を用いた破碎治療の催不整脈作用につき, その

頻度, 特徴を分析することを目的とした. また不整脈の発生機序を, 日常生活で出現する不整脈との関連および心拍変動により評価した自律神経活動¹⁰⁻¹²⁾との関連で検討した.

対象と方法

対象は破碎治療のため泌尿器科へ入院した腎結石患者 34 例 (男 27 例, 女 7 例, 平均年齢 57.4±12.4 歳) で, 日常生活に採取した長時間心電図記録で不整脈の認められた症例は含めたが, 背景に理学所見, 胸部 X 線写真, 心エコー図検査上, 明らかな器質的心疾患を有する症例は除外した.

腎結石破碎治療は, 軽い昼食ののち術前処置として dichlofenac sodium (50 mg) 坐剤投与, あるいは pentazocine (15 mg) 筋注ののち施行した. 使用機種は圧電方式による Diasonic 製 Therasonic Lithotripsy Treatment System¹³⁾ で, 患者を装置付属のベッド上に軽度屈曲させた仰臥位として, 腰背部を水入り袋に密着させ, 断層エコー図下に腎結石を探索し, 衝撃波の焦点を目標部位に誘導した. 衝撃波は心電図非同期式に毎分 60 回, 520 barr より開始し, 患者の状態を観察しながら毎分 180 回, 720 barr の範囲で増減した. この間, 長時間心電図記録とともに心電図モニター, 自動血圧計モニターによる監視を行った.

長時間心電図記録には日本光電製モデル DMC-3252 を使用し, 破碎治療の 2-3 日前に日常生活の 24 時間心電図を記録, また治療当日の術 4 時間前より終了時までを記録し, 破碎治療期間に相当する術前記録を対照とした. また一部の症例では, 衝撃波の自律神経への影響をみるため, 術当日の破碎治療前に安静時, および不整脈誘発を避けるため低エネルギーの衝撃波 (520 barr, 60 回/分) 発射中に, おおの 9 分間の心電図記録を行った.

頻脈性不整脈の重症度評価にあたっては心室起源の不整脈は Lown ら¹⁴⁾ の報告に従い, また心房起源のそれもこれまでの報告¹⁵⁾ を参考に **Table 1** に示すとおりに分類した. 不整脈分類において, 重症度 III 度以上の心房性期外収縮 (atrial premature contraction: APC) あるいは心室性期外収縮 (ventricular premature contraction: VPC) を悪性不整脈とした. 心拍数 40/分以下の場合には徐脈性不整脈として評価し分類した.

心拍変動の解析は日本光電製 DMC-4100 にて行っ

Table 1 Grading of atrial and ventricular premature contractions

Atrial premature contractions (APC)	
0	: no APCs
1	: fewer than 5/hr
2	: frequent APCs (more than 5 APCs with or without couplets)
3	: atrial tachycardia of 3 or more beats
4	: atrial fibrillation
Ventricular premature contractions (VPC)	
0	: no VPCs
1	: fewer than 30 monofocal VPCs/hr
2	: frequent (more than 30/hr) monofocal VPCs
3	: multifocal VPCs
4a	: couplets
4b	: ventricular tachycardia of 3 or more beats

た. 安静時, 衝撃波発射中の前半および後半の不整脈発生のない連続 2 分間の R-R 間隔変動について, 高速 Fourier 変換によるパワースペクトル解析¹⁰⁻¹²⁾ を行った. 心拍の変動を構成する周波数により, 副交感神経活動を反映する高周波成分 (high frequency component: HF, 0.15-0.40 Hz) と, 主に交感神経活動を反映する低周波成分 (low frequency component: LF, 0.04-0.15 Hz)¹⁰⁻¹²⁾ とに分離して当該領域の面積を求め, おおのこのパワー値 (msec²) と, 交感神経活動の指標である両者の比 (LF/HF)¹²⁾ を求めた.

データは平均±標準偏差で表し, 統計処理には対応のある *t* 検定, 対応のない *t* 検定, χ^2 検定, Fisher の直接確率検定を適宜用いた.

結 果

1. 破碎治療による不整脈の悪化

破碎治療における治療時間は 30 分-2.5 時間 (平均 1.33±0.6 時間) であった. 治療当日の術直前のコントロール記録において, 11 例で APC, 1 例で VPC, 3 例で APC と VPC の両者が混在して出現していた. このうち悪性不整脈は 2 例でみられた. 破碎治療時と術直前コントロール記録時の不整脈を比較して分析すると, 不整脈重症度の改善をみた症例は 1 例, 不変例は 13 例であり, それ以外の 20 例 (59%) においては悪化を示した. 悪化例の内訳は, APC の新たな出現あるいは悪化 4 例, VPC の新たな出現あるいは悪化 7 例, APC および VPC 両者の悪化あるいは新たな出現 7 例,

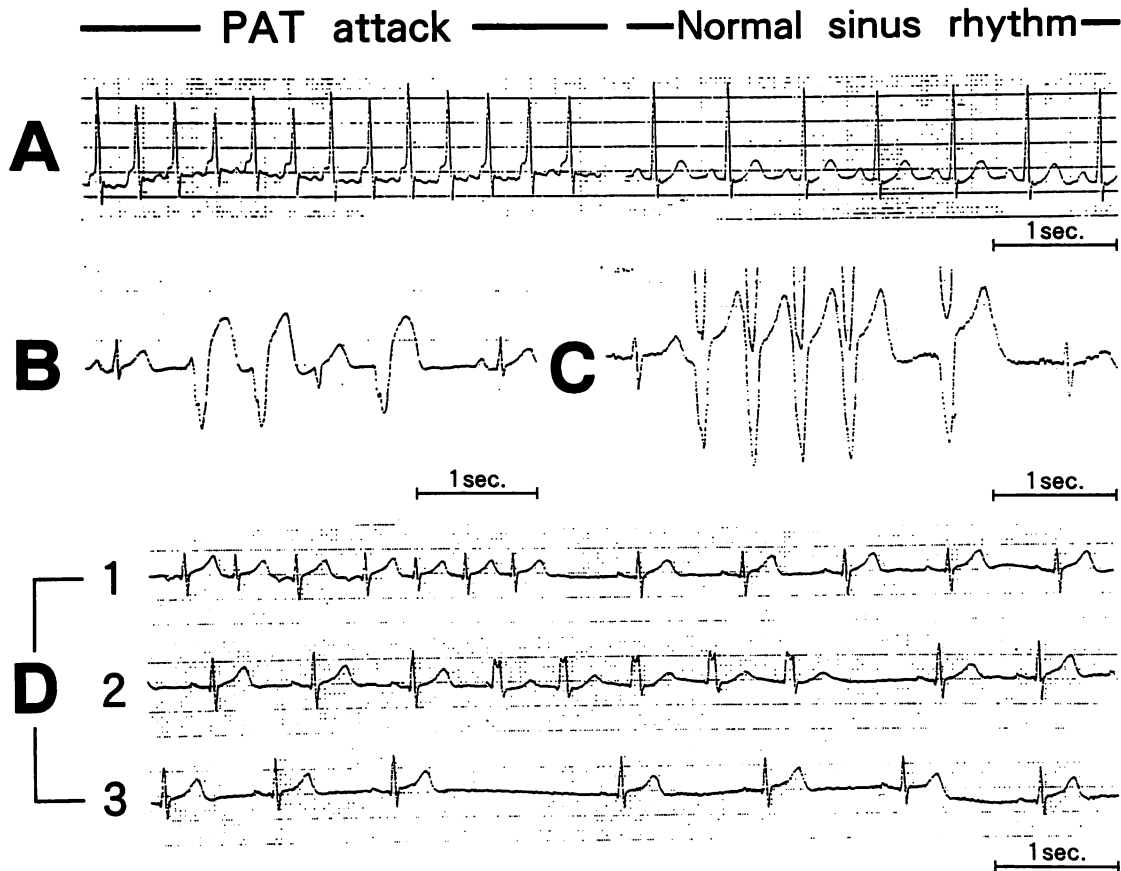


Fig. 1 Electrocardiograms showing several examples of dysrhythmias during piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL)

A: Paroxysmal atrial tachycardia converted to normal sinus rhythm by carotid sinus massage.

B: Ventricular couplets.

C: Ventricular tachycardia.

D: Combination of atrial tachycardia, ventricular tachycardia and extreme sinus bradycardia recorded during ESWL therapy.

APC, VPC および徐脈の出現 1 例, 神経反射による血圧低下を伴う徐脈 1 例であった。Fig. 1 に破碎治療により不整脈悪化を呈した代表症例の術中心電図記録を示す。

Figs. 2, 3 は破碎治療による不整脈の重症度変化を APC と VPC とに分けて図示したものである。APC は 12 例 (35%) で悪化, うち 5 例は悪性 (持続性発作性頻拍 1 例, 3 連発以上の非持続性頻拍 4 例) であり, VPC は 15 例 (44%) で悪化, うち 9 例が悪性 (多源性 1 例, 2 連発 5 例, 非持続性頻拍 3 例) であった。APC の重症度スコアは, 対照記録時 0.59 ± 0.82 より術中 1.29 ± 1.09 へと悪化, また VPC のそれは 0.21 ± 0.73 より 1.32 ± 1.65 へと悪化した (いずれも $p < 0.001$)。ただ, 悪性不整脈は頻回には出現せず, 多くの症例で破碎治療 1 回につき 1-3 回であった。

不整脈の出現あるいは悪化により, 破碎治療を中断した症例は 2 例であった。1 例は治療中に発作性上室性頻拍をきたしたためのものであるが, 頸動脈洞マッサージにより軽快, 引き続き治療を施行し, 不整脈の再発をきたすことなく破碎治療を終了した (Fig. 1-A)。他の 1 例は破碎治療中, 自律神経反射による徐脈と血圧低下をきたした症例で, 詳細はすでに報告した⁹⁾。

2. 破碎治療中と日常活動時に発生する悪性不整脈の比較

破碎治療に関連して生じた不整脈の発生機序を探る目的で, 日常生活において出現する不整脈, および衝撃波のもたらす自律神経活動変化と破碎治療中に出現した不整脈との関連を分析した。Table 2 は治療中に生じた悪性不整脈と日常生活下の 24 時間心電図記録 (治

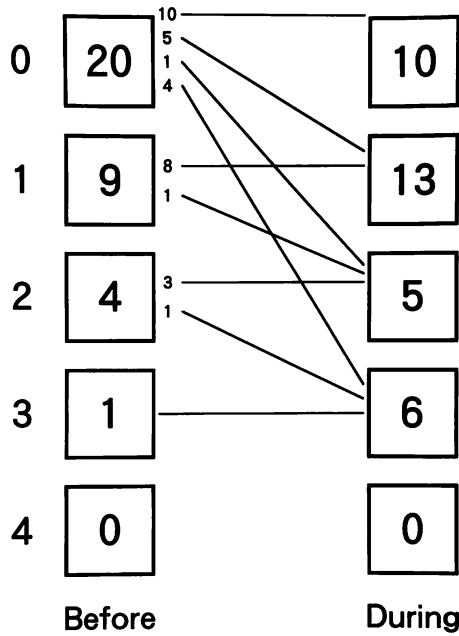


Fig. 2 Status of atrial tachyarrhythmia of 34 patients with kidney stones before and during ESWL therapy
Abbreviation as in Fig. 1.

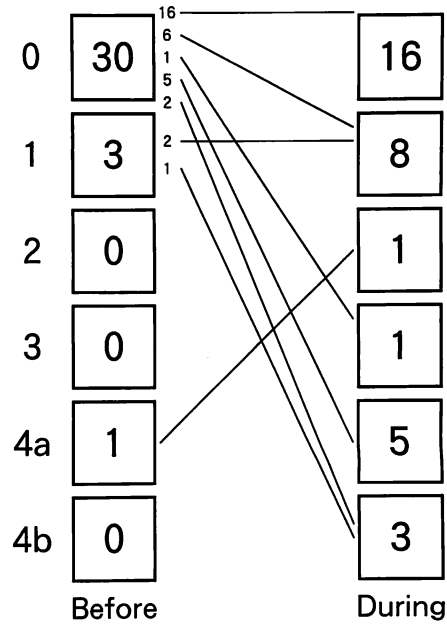


Fig. 3 Status of ventricular tachyarrhythmia of 34 patients with kidney stones before and during ESWL therapy
Abbreviation as in Fig. 1.

療 2-3 日前に施行) に出現した悪性不整脈との関連を APC, VPC 別に分析したものであるが, 両者の間には有意な関連はなかった。

3. 破碎治療による自律神経活動変動の不整脈発生との関連

Table 3 は心拍変動分析のパワースペクトル解析が可能であった 20 症例について, 破碎治療に関連して不整脈悪化のなかった不変群 (7 例), APC 悪化群 (8 例, うち 5 例は APC, VPC 両者の悪化例), VPC 悪化群 (5 例) 別に治療中の自律神経活動変化を分析したものである。治療直前のコントロール記録において, VPC 悪化群は不変群に比し, 交感神経活動を反映する LF および両周波成分比 (LF/HF) は高値であった。破碎治療中, 不変群および VPC 悪化群は有意な変化を示さなかったが, APC 悪化群では副交感神経活動を反映する HF 値は高値となり, それに伴い平均 R-R 間隔も延長した。

考 察

第 1 世代の機種による腎結石破碎治療では APC や VPC が高頻度に惹起され, ことに連発性不整脈の出現が特徴的であることはすでに指摘された事実である^{7,8)}。

その後, 第 2 世代, 第 3 世代の機種が開発されてからは, より簡便で安全な結石破碎治療が施行でき, 外来治療も可能となったため, 急速に臨床の場に普及するに至った。われわれは第 2 世代機種による破碎治療の際, 重篤な不整脈合併症をきたした症例を経験したが⁹⁾, それまでの報告では, 第 2 世代以降の機種による破碎治療の際には不整脈発生はまれとされてきた^{4,5)}。しかしながら, このような指摘は体系的かつ分析的な研究によるものではなかった。

本研究では長時間心電図記録を用い, 前向き研究により, 第 2 世代機種による破碎治療中の不整脈発生について検討した。その結果, 本機種による腎結石破碎治療の際にも, 悪性不整脈を含めた APC ならびに VPC の発生がまれではないことが明らかとなった。

しかしながら, 各治療当たりの悪性不整脈の発生頻度は 1-3 回にとどまり, また幸いなことに, これまで致死的な不整脈を合併した症例は経験していない。これは本研究の対象が, 背景に不整脈以外に器質的心疾患を有さない症例に限られていたためかもしれない。仮に背景に重篤な心疾患が存在すれば, 致死的不整脈を合併することも否定できず, そのような症例では心電図モニター下に破碎

Table 2 Association of higher grade atrial or ventricular dysrhythmias during 24-hour ambulatory (Holter) ECG recording taken 2–3 days before ESWL and continuous ECG recording during ESWL

		Higher grade atrial dysrhythmias		Higher grade ventricular dysrhythmias			
		ESWL		ESWL			
		Absent	Present	Absent	Present		
Holter	Absent	21	5	Holter	24	9	
	Present	6	2		1	0	
(chi-squared=0.34, NS)				(chi-squared=0.37, NS)			

ECG=electrocardiogram; NS=not significant. Other abbreviation as in Fig. 1.

Table 3 ESWL-related dysrhythmias and changes in heart rate variability during minimal shock wave delivery

Groups	Baseline	During shock wave delivery	
		Initial half	Latter half
R-R intervals (msec)			
No deterioration	920±174	945±170	948±168
Worsened APCs	908±95.5	979±128* ¹	988±127* ¹
Worsened VPCs	854±143	841±114	863±143
Low-frequency power (msec ²)			
No deterioration	3.38±1.63	5.59±2.87	4.66±2.94
Worsened APCs	5.02±2.42	9.49±4.63* ²	9.21±4.37* ¹
Worsened VPCs	9.04±4.97 [†]	8.88±6.75	7.90±5.54
High-frequency power (msec ²)			
No deterioration	2.94±1.34	2.89±1.74	3.32±2.01
Worsened APCs	3.16±1.57	6.65±4.05* ¹	5.11±1.74* ²
Worsened VPCs	3.45±2.67	4.61±3.42	3.90±2.80
Ratio of low- to high-frequency power			
No deterioration	1.50±1.43	2.04±0.69	1.65±1.07
Worsened APCs	1.95±0.68	1.64±0.83	2.04±0.98
Worsened VPCs	3.47±1.59 [†]	3.34±2.56	2.37±1.02

*¹ $p < 0.05$ versus baseline, *² $p < 0.01$ versus baseline, [†] $p < 0.05$ versus patients with no deterioration.

The subjects included 7 patients without deterioration of dysrhythmia, 8 with worsened APCs and 5 with worsened VPCs. Abbreviations as in Tables 1, 2.

治療にあたるのが当面は無難に思われる。破碎に関連した不整脈発生の予知が治療前に可能であればよいが、術前の長時間心電図記録からは不可能であった。不整脈発生が致命的となりうるような器質的心疾患を有する症例において、破碎治療により生じる悪性不整脈の意義は不明であり、さらなる検討が必要である。

腎結石破碎治療に関連して発生する不整脈の機序を明らかにするため、本研究では日常生活で出現する不整脈をHolter心電図で記録、また不整脈の発生因子の中でも重要と思われる自律神経機能¹⁷⁾を、破碎治療前後で心拍変動の高速Fourier変換によるパワースペクトル解析により評価し、破碎治療中に発生した不整脈との関連で分析した。なお心拍変動の評価にあたっては、

不整脈発生直前の心拍変動を分析する方法も考慮したが、分析対象の記録中に不整脈混入を認める症例が多く、分析に適切な症例の集積が困難であったため今回は検討しなかった。その代わりに、不整脈発生を避けるべく、最小限の衝撃波(520 barr, 60回/分)発射中に施行した心電図記録において分析可能な記録が集積されたため、これを解析にあてた。

まず破碎治療中にしばしばみられた悪性度の高いAPCおよびVPCは、患者の日常生活に出現することは極めてまれで、互いに関連性はなかった。このことは、破碎治療に関連した不整脈は日常生活ではみられない特殊な環境下に生じることを意味する。ついで心拍変動解析による自律神経機能をみると、VPC悪化

群では術前の LF, LF/HF が高値を示し, 交感神経機能亢進が示唆された. また APC 悪化群では衝撃波の発射に伴い HF は高値, これに伴い R-R 間隔は延長し, 副交感神経活動の活性化が示された. 近年, 心拍変動の周波数解析をもとに不整脈発生の自律神経学的背景を分析した報告が散見されるようになり, 交感神経活動と VPC^{18,19)}, 副交感神経活動と APC²⁰⁾ との関連を指摘する研究もみられる. これらの報告は, 破碎治療に伴い発生する不整脈が, 自律神経活動背景の相違により APC あるいは VPC を主体として出現したことを指摘した今回の報告と符合する.

破碎治療に伴う自律神経活動変化をきたしたであろう具体的因子としては, 1) 衝撃波による痛み, あるいは腎臓被膜の刺激による神経反射, 2) 不安, ストレスなど精神的要因による交感神経刺激²¹⁾, 3) 治療中の非生理的姿勢による心血管反射^{22,23)}, 4) 衝撃波の心筋への直接作用など複数の因子が考慮されよう. 本研究において, 症例ごとに異なる自律神経活動変化と不整脈

発生がみられた原因としては, 各因子の寄与率の相違が推定されるが, さらなる検討が必要である.

結 論

背景に器質的心疾患のない少数例での限られた機種による検討ではあるが, 体外式衝撃波腎結石破碎治療に際して, 悪性不整脈の出現がまれではないことを指摘した. 他機種および器質的心疾患を含めた多数例での前向き研究が必要とされることは論を待たないが, 第 2, 第 3 世代機種による破碎治療の臨床現場での急速な普及を考慮し, この治療に携わる医師, パラメディカルに対し, 破碎治療に関連して生じる不整脈に関する認識を喚起すべきである.

稿を終えるにあたり, 症例の提供およびご意見をいただいた当院泌尿器科 谷川龍彦先生, ならびに心拍変動解析にご尽力いただいた日本光電 石井裕一氏ならびに 田中雅人氏に深謝いたします.

要 約

スパークギャップ方式の, いわゆる第 1 世代機種による体外式衝撃波腎結石破碎治療の際に, しばしば頻脈性不整脈が惹起されることはよく知られている. その後, 乾式の第 2, 第 3 世代機種が開発されてからは, 安全かつ容易に破碎治療が施行できるようになり, ほとんど僅不整脈作用を有しないと指摘されてはいるが, 体系的かつ分析的な研究はみられない. 本研究では, 背景に器質的心疾患のない 34 例の腎結石患者を対象とした前向き研究により, 乾式機種による破碎治療に関連した不整脈の出現頻度, ならびにその特徴について検討した.

各症例とも術 2-3 日前に Holter 心電図による 24 時間心電図記録, 術 4 時間前より術終了時までの心電図記録を行い, 破碎治療期間に相当する術前記録を対照として, 治療中の不整脈の出現, 悪化の有無を検討し, また 24 時間心電図記録中に出現した不整脈との関連を検討した. さらに 20 例では, 衝撃波発射の自律神経機能に及ぼす影響を心拍変動により評価した. 乾式機種の破碎治療に伴う不整脈の悪化は 20 例 (59%) にみられ, その内訳は心房性期外収縮 4 例, 心室性期外収縮 7 例, 両者の合併 7 例, 両者に加え徐脈の混在例 1 例, 神経反射による徐脈ならびに低血圧をきたした例 1 例であった. この破碎治療中に出現する不整脈は, 患者の日常生活に発生した不整脈と関連するものではなかった. 心拍変動による分析では, 破碎治療に伴う自律神経活動変化と不整脈発生との関連が示された.

従来, われわれの施設では致死的不整脈発生の経験はなく, また文献上もこのような報告はみられないが, 悪性不整脈が致死的となりうる心疾患を有する腎結石患者の破碎治療には, 例え乾式機種による治療であっても注意が必要と思われる.

文 献

- 1) Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E : Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980; **II** : 1265-1268
- 2) Riehle RA Jr, Fair WR, Vaughan ED Jr : Extracorporeal shock-wave lithotripsy for upper urinary tract calculi : One year's experience at a single center. *JAMA* 1986; **255** : 2043-2048
- 3) Drach GW, Dretler S, Fair W, Finlayson B, Gillenwater J, Griffith D, Lingeman J, Newman D : Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 1986; **135** : 1127-1133
- 4) Marberger M, Türk C, Steinkogler I : Painless piezoelectric extracorporeal lithotripsy. *J Urol* 1988; **139** : 695-699
- 5) Kim SC, Moon YT, Kim KD : Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy : Experience with piezoelectric second generation lithotripter in 642 patients. *J Urol* 1989; **142** : 674-678
- 6) Tolon M, Miroglu C, Erol H, Tolon J, Acar D, Bazmanoglu E, Erkan A, Amato S : A report on extracorporeal shock wave lithotripsy results on 1,569 renal units in an outpatient clinic. *J Urol* 1991; **145** : 695-698
- 7) Weber W, Madler C, Peter K, Chaussy C : Anaesthesia in extracorporeal shock wave lithotripsy. *Eur J Anaesth* 1984; **2** : P 160 (abstr)
- 8) Steinbeck G, Lehman P, Weber W, Lange C, Laubenthal H : Induction of cardiac arrhythmias by extracorporeal shock wave lithotripsy of kidney stones. *Circulation* 1986; **74** (Suppl II) : II-182 (abstr)
- 9) Kataoka H, Tanigawa T : Vasovagal syncope elicited by extracorporeal shock wave lithotripsy. *Am Heart J* 1993; **126** : 258-259
- 10) Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Barger AC, Cohen RJ : Power spectrum analysis of heart rate fluctuation : A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 1981; **213** : 220-222
- 11) Pomeranz B, Macaulay RJB, Caudill MA, Kutz I, Adam D, Gordon D, Kilborn KM, Barger AC, Shannon DC, Cohen RJ, Benson H : Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol* 1985; **248** (Part 2) : H151-H153
- 12) Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, Sandrone G, Malfatto G, Dell'Orto S, Piccaluga E, Turiel M, Baselli G, Cerutti S, Malliani A : Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res* 1986; **59** : 178-193
- 13) Tanigawa T, Tsutsumi T, Hukunaga Y, Sato H, Mimata H, Monura Y, Ogata J : Clinical experience with extracorporeal shock wave lithotripsy using the thera Sonic lithotripsy treatment system. *Jpn J Endourol ESWL* 1991; **4** : 77-80
- 14) Lown B, Wolf M : Approaches to sudden death from coronary heart disease. *Circulation* 1971; **44** : 130-142
- 15) Manyari DE, Patterson C, Johnson D, Melendez L, Kostuk WJ, Cape RD : Atrial and ventricular arrhythmias in asymptomatic active elderly subjects : Correlation with left atrial size and left ventricular mass. *Am Heart J* 1990; **119** : 1069-1076
- 16) Kennedy HL, Whitlock JA, Sprague MK, Kennedy LJ, Buckingham TA, Goldberg RJ : Long-term follow-up of asymptomatic healthy subjects with frequent and complex ventricular ectopy. *N Engl J Med* 1985; **312** : 193-197
- 17) Malliani A, Schwartz PJ, Zanchetti A : Neural mechanisms in life-threatening arrhythmias. *Am Heart J* 1980; **100** : 705-715
- 18) Huikuri HV, Valkama JO, Airaksinen KEJ, Sappänen T, Kessler KM, Takkunen JT, Myerburg RJ : Frequency domain measures of heart rate variability before the onset of nonsustained and sustained ventricular tachycardia in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1993; **87** : 1220-1228
- 19) 犀川哲典, 伊東盛夫, 有田 眞 : 心室性期外収縮の心拍依存性と各種抗不整脈薬の効果. *心臓* 1994; **26** : 442-451
- 20) 村上路夫, 伊藤哲志, 須田 健, 西牟田いずみ, 小幡進一郎, 永田尚之, 永森哲也, 立石 修, 岡村哲夫 : 上室性期外収縮と心拍変動スペクトル解析による自律神経活動について. *Jpn J Electrocardiol* 1994; **14** : 382 (abstr)
- 21) Lynch JJ, Paskewitz DA, Gimbel KS, Thomas SA : Psychological aspects of cardiac arrhythmia. *Am Heart J* 1977; **93** : 645-657
- 22) Peters M, Penner SL : Orthostatic ventricular tachycardia. *Am Heart J* 1946; **32** : 645-652
- 23) Ohe T, Tomobuchi Y, Shimomura K : Induction and termination of ventricular tachycardia by changing body posture. *Am J Cardiol* 1985; **56** : 800-802