

●一般演題

LSI指標アブレーションにおけるCFおよびPowerの違いによるLesion Sizeの検討

—体外モデルを用いて—

—成会たちばな台クリニック循環器内科 山 嵯 継 敬

—成会たちばな台病院循環器内科 太田 賢 一・橋 本 浩 哉

はじめに

Contact Force(CF)を指標とした心房細動アブレーションの有効性は多数報告されており、焼灼効果にはCFに加えてPower(RF出力)、Time(通電時間)、Stability(安定性)、Impedance(組織抵抗)などが関与することが知られている。Lesion Size Index(LSI)はこのうちCF、Power、Timeの変数を用いてアブレーションにより得られるlesion sizeを予測する指標であり、LSIを指標とすることで安全かつ有効な焼灼が可能となった。近年high-power, short-duration(HP-SD)アブレーションの有効性が報告されているが、LSIを指標とした時にHP-SDアブレーションとstandardアブレーションで同一のlesion sizeが得られるかどうかは不明である。そこでわれわれはLSI指標でアブレーションを行った際に、異なるCFとPowerにより得られるlesion sizeの差異について、体外モデルを用いて比較検討を行った。

1 方 法

食塩水を満たした実験用水槽に、牛肉切片、対極板、サーモヒーター付き水流ポンプを設置し、還流させた食塩水の温度を37度に保持するように設定した(図1)。食塩水はカテーテル先端

より得られる抵抗値が120Ωとなるように調整した。実験にはアブレーションカテーテルTactiCath™ Quartz(St. Jude Medical)を使用。カテーテルは縦当てでは通電部位の陥凹が強くなるため、実臨床に基づき斜めに固定し通電を行った(図2)。高周波通電中はEnsite Precision cardiac mapping system(St. Jude Medical)を用いてCF、温度、インピーダンス、通電時間、LSIのモニタリングを行った。

CFは10 gと25 g、Powerは20 W、30 W、40 W、50 Wに設定。LSIは5.0と6.0を指標とし各2回ずつ高周波通電を行った。60秒以上通電してもLSIに到達しない場合のデータは無効とした。またLSIは通電開始5秒後に表示されるため、5

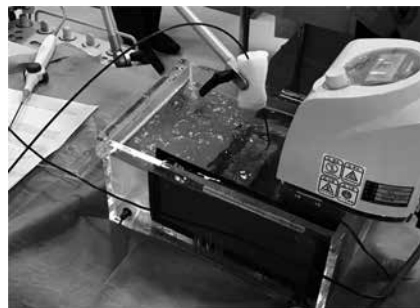


図1 実験用体外モデル

Tsugiyoshi Yamazaki, et al: *In vitro* evaluation of lesion size yielded by different radio frequency power and duration in ablation according to lesion size index

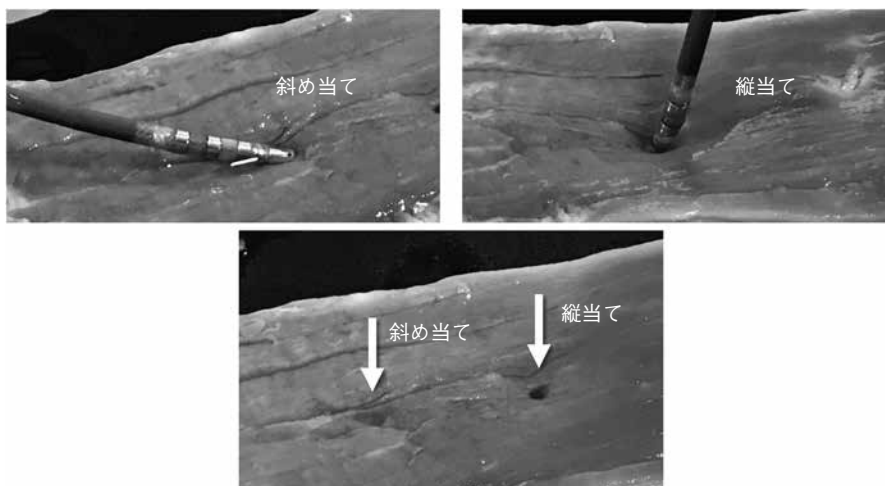


図2 カテーテルの固定様式

縦当てでは切片に深い陥凹が形成され通電後も残存している。

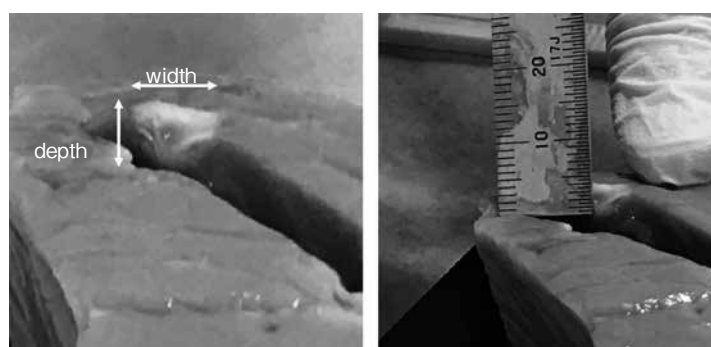


図3 形成された lesion size の測定

秒の時点で目標LSIを超えているデータも無効とした。

通電後作成された lesion は切断面で depth と width を評価した(図3)。この際測定は実験に立ち会っていない2名が行い、平均値をもって測定値とした。

2 結 果

各設定で2回ずつ計32回の高周波通電を施行した。Steam pop現象は一度も見られなかった。

各設定での高周波通電で得られた lesion size の結果と目標LSIを達成するために要した時間

を表1に示す。

CF 10 g, Power 20 W 設定では通電後60秒が経過してもLSI 5.0に到達しなかった。またCF 25 g, Power 50 W 設定では5秒の時点ですでにLSI 6.0を上回っていたためこれらのデータは無効とした。

Lesion width はCF 25 g, Power 40 W 設定でLSI 6.0を目標とした際に7.75 mmと最大であった。

一方Lesion Depth は、CF 10 gでPower 30 W, 40W 設定でLSI 6.0を目標とした際に3.5 mmと最大となった。CF 10 gのPower 50 W 設定では、LSI 5.0指標で1.75 mm, LSI 6.0指標で2.25 mm

表1 LSI指標アブレーションにおける各種設定による通電時間とlesion size

		LSI 5			LSI 6		
Power (W)	CF (g)	Time (sec)	Width (mm)	Depth (mm)	Time (sec)	Width (mm)	Depth (mm)
20	10	—	—	—	—	—	—
	25	26	6.5	2.5	34	7.0	3.75
30	10	21	6.0	2.5	38	7.0	3.5
	25	10	6.75	2.5	12	6.75	3.0
40	10	12	7.0	3.0	18	6.75	3.5
	25	—	—	—	7	7.75	2.5
50	10	6	7.0	1.75	8	7.25	2.25
	25	—	—	—	—	—	—

LSI：lesion size index, CF：contact force

と浅いlesionしか形成されなかった。

3 考 察

今回われわれはLSI指標アブレーションにおける各種パラメーター設定によるLesion sizeの違いについて検討した。高周波カテーテルアブレーションは心房細動の根治療法として確立されているが、不十分な焼灼に基づく再伝導の存在が再発の大きな要因となる。CFは確実な焼灼巣を得るために有用な指標であり、EFFICUS I, IIおよびTOCCASTARでも、至適CFを用いたアブレーションが良好な成績をもたらすことが報告されている^{1~3)}。Lesion formationに影響を与える因子として、CF以外にPower, Time, Stability, Impedanceなどが存在し、これらが複雑に関与することで焼灼巣が形成される。LSIはCF, Power, Time, Impedanceを用いてLesion sizeを予測する指標であり、以下の数式により求められる。

$$LSI = K_1 \times (f_2(1 - e^{-F/\tau_1}) + f_0) \times i_2(1 - e^{-(1/i_1)^2}) \times \{(1 - k_0) + k_0[(1 - e^{-t/\tau}) / (1 - e^{-60/\tau})]\}$$

gap formationとdormant conductionの有無により評価した至適LSIの検討では、LSI 5.2以上で良好なlesion formationが得られたと報告されている⁴⁾。今回のわれわれの検討では目標

LSIを実臨床で比較的多く用いられている5.0と6.0に設定した。

Transmural lesionを得るためには心房筋の壁厚も重要である。CTで評価した左房後壁の平均心筋壁厚は1.89 mmと報告されている⁵⁾。今回CF 10 g, Power 50 Wで通電を行ったところわずか6秒でLSIは5.0に達したが、得られたlesion depthはわずか1.75 mmであった。CF 10 g, Power 40 W設定で目標LSI 6.0とした際に得られたlesion depthは3.5 mmであったが、CF 25 g Power 40 Wでは2.5 mmと浅いlesionしか得られなかった。それぞれの通電時間はCF 10 gでは18秒であったのに対し、CF 25 gでは7秒であった。以上よりdepthには通電時間に伴うconduction heatingの影響が大きいことが示唆された。近年HP-SDアブレーションが多数報告されているが^{6~8)}、high-power ablationでは目標LSIまでの通電時間が短く十分なlesion depthが形成されない可能性があることに注意が必要であると考えられた。

結 語

LSI指標アブレーションにおける、各種パラメーターの設定によるLesion formationの違いについて、体外モデルを用いて比較検討を行っ

た。同一LSIでも lesion formation, 特に lesion depth の大きさに違いを生じる可能性があるため, 標的部位に応じた設定の検討が必要と考えられた。

文 献

- 1) Neuzil P, Reddy VY, Kautzner J, et al. Electrical reconnection after pulmonary vein isolation is contingent on contact force during initial treatment: results from the EFFICAS I study. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2013;6:327–33.
- 2) Kautzner J, Neuzil P, Lambert H, et al. EFFICAS II: optimization of catheter contact force improves outcome of pulmonary vein isolation for paroxysmal atrial fibrillation. *Europace* 2015;17:1229–35.
- 3) Reddy VY, Dukkipati SR, Neuzil P, et al. Randomized, controlled trial of the safety and effectiveness of a contact force-sensing irrigated catheter for ablation of paroxysmal atrial fibrillation. Results of the TactiCath contact force ablation catheter study for atrial fibrillation (TOCCASTAR) study. *Circulation* 2015;132:907–15.
- 4) Kanamori N, Kato T, Sakagami S, et al. Optimal lesion size index to prevent conduction gap during pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2018;29:1616–23.
- 5) Beinart R, Abbara S, Blum A, et al. Left atrial wall thickness variability measured by CT scans. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2011;22:1232–6.
- 6) Winkle RA, Mohanty S, Patrawala RA, et al. Low complication rates using high power (45–50 W) for short duration for atrial fibrillation ablations. *Heart Rhythm* 2019;16:165–9.
- 7) Leshem E, Zilberman I, Tschabrunn C, et al. High-power and short-duration ablation for pulmonary vein isolation. *J Am Coll Cardiol EP* 2018;4:467–79.
- 8) Bourier F, Duchateau J, Vlachos K, et al. High-power short-duration versus standard radio-frequency ablation: Insights on lesion metrics. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2018;29:1570–5.