

原 著

プロポフォールによる鎮静下で行われる，心房細動に対するクライオアブレーションと高周波アブレーションの体温低下の比較に関する研究

小曾根龍志¹，石川 楓²，長野 明正³，本多 理恵¹，田村峻太郎⁴，飯塚 貴士⁴，
入江 忠信⁵，中島 忠⁴，金古 善明⁴，倉林 正彦⁴

- 1 群馬県前橋市昭和町 3-39-15 群馬大学医学部附属病院看護部血管造影室
2 群馬県前橋市昭和町 3-39-15 群馬大学医学部附属病院 ICU
3 群馬県前橋市昭和町 3-39-15 群馬大学医学部附属病院手術部
4 群馬県前橋市昭和町 3-39-15 群馬大学医学部附属病院循環器内科学
5 埼玉県狭山市入間川 2-37-20 埼玉石心会病院心臓血管センター

要 旨

【目 的】 本研究の目的は，プロポフォールによる鎮静下で行われる，心房細動に対するクライオアブレーションと高周波アブレーションにおいて，体温低下の程度に差があるのかを検討することである。

【結 果】 研究期間内にプロポフォールによる鎮静下で，心房細動に対してクライオアブレーションを受けた患者は18名，高周波アブレーションを受けた患者は18名であった。カテーテル室入室後体温は両群間で差は認められなかったが，カテーテル室退室前体温はクライオバルーン群で有意に低かった ($p=0.001$)。また，カテーテル室入室後体温とカテーテル室退室前体温の差では，クライオバルーン群が1.6℃の低下，高周波群が0.9℃の低下であり，両群を比較するとクライオバルーン群の方が有意に体温変化が大きかった ($p<0.001$)。

【結 論】 プロポフォールによる鎮静下でのクライオバルーンアブレーションは，高周波アブレーションと比較し患者の体温を低下させる。

文献情報

キーワード：

カテーテルアブレーション，
鎮静，
体温低下

投稿履歴：

受付 令和元年9月30日
修正 令和元年11月12日
採択 令和元年12月5日

論文別刷請求先：

小曾根龍志
〒371-8511 群馬県前橋市昭和町3-39-15
群馬大学医学部附属病院看護部血管造影室
電話：027-220-8621
E-mail: r-k@gunma-u.ac.jp

緒言

カテーテルアブレーションの適応と手技に関するガイドラインでは，有症候性心房細動では，まず抗不整脈薬が使用されるが，無効であれば次にアブレーションが考慮される¹ とある。また正確かつ安全な治療のため，強力な体動抑制と鎮静目的に，厳格な呼吸モニタ下でプロポフォールを使用する施設が多い。

プロポフォールなどの鎮静薬を投与する全身麻酔においては，身体に様々な影響があることが言及されており，その中の1つに体温低下がある。体温低下が発生する要因は，“熱の体内の再分布”であることが証明されている。^{2,3}

この“熱の体内の再分布”とは，以下のことを意味している。すなわち，手術を受ける患者は普段着用する衣服よりも薄い手術着を身につけ，気温の低い手術室へ入室する。寒いと感じた患者の体は，中枢（体の深部）温を喪失しないように末梢（手足）の血管を収縮させる。入室時に患者が緊張している場合，この反応はより強くなる。このような状況では，中枢温と末梢温に大きな差が生じる。このような状況下で全身麻酔を導入すると，全身麻酔薬は血管拡張作用を有するため末梢血管は拡張し，温かい中枢の血液

が末梢に流れ込み末梢が温くなる。一方で末梢の冷たい血液は中枢に流れ込み、体温の低下が生じる。

このように、プロポフォールなどの鎮静薬を投与する全身麻酔では体温低下を生じるため、体温管理の重要性が言及されている。

経皮的カテーテル治療領域においては、静脈麻酔下における体温変化や体温管理の重要性についてあまり多く言及されていない。しかし“熱の体内の再分布”で述べたような患者状況は、心房細動に対するカテーテルアブレーションを受ける患者の状況と非常に近似していると考えられる。

そのような状況の中で、石川ら⁴はプロポフォールによる静脈鎮静下における（高周波）カテーテルアブレーションは患者の鼓膜温（体温）を低下させる、と報告した。また田村ら⁵は、プロポフォールによる持続鎮静下でアブレーションを行った46名を対象にした研究において、対象患者の鼓膜温は徐々に低下した、と報告した。プロポフォールという薬剤に焦点を当てると、健常者を対象とした第I相試験において、体温が低下した⁶ことが明らかになっている。このように、カテーテルアブレーションの際にプロポフォールを投与すると、体温が低下することが少なからず報告されている。

著者らの群馬大学医学部附属病院循環器内科では、2017年11月から発作性心房細動に対してクライオバルーンを用いたアブレーション（クライオアブレーション）を開始した。クライオバルーンとは、カテーテル先端のバルーン（風船）を冷却することにより組織を冷凍壊死させる、というデバイスである。このクライオアブレーションも、高周波アブレーションと同様、プロポフォールによる鎮静下で行われる。

冷凍壊死させるシステムにおける体温変化についての報告も多くはない。その中で、長野ら⁷は肝癌・腎癌に対する凍結療法において体温が低下することを報告している。

これらを踏まえると、組織を冷凍壊死させるクライオアブレーションでは、プロポフォールによる体温低下に加え、さらに体温が低下することが予想された。これを検討することにより、カテーテルアブレーションの際に、患者に対する保温や加温方法を考慮するなど新たな看護支援の方法を導入する一助となると考える。

目的

本研究の目的は、プロポフォールによる鎮静下で行われる、心房細動に対するクライオアブレーションと高周波アブレーションにおいて、体温低下の程度に差があるのかをレトロスペクティブに検討することである。

研究方法

1. 研究対象

研究対象は2016年8月1日から2018年3月31日までの期間中に、群馬大学医学部附属病院循環器内科にてプロポフォールによる鎮静下で、心房細動に対してクライオアブレーションを受けた患者および高周波アブレーションを受けた患者である。

2. データ収集方法

カテーテルアブレーション中に記録された看護記録および電子カルテを用い、年齢、性別、身長、体重、BMI、総蛋白（TP）、アルブミン（Alb）、アスパラギン酸アミノ基転移酵素（AST）、アラニンアミノ基転移酵素（ALT）、赤血球数、ヘモグロビン値、体温、手技時間（入室から退室まで）、プロポフォール投与量を抽出した。

体温は、カテーテル室入室後（アブレーション前）、カテーテル室退室前（アブレーション後）の数値を抽出した。また体温測定は、NIPRO社製CEサーモ耳温プローブ（左用および両耳用）を使用し、鼓膜温を測定した。

身長、体重、BMI、総蛋白、アルブミン、AST、ALT、赤血球数、ヘモグロビン値の各数値は、カテーテルアブレーション前の直近の数値を抽出した。

3. 分析方法

心房細動に対するクライオバルーンを用いたアブレーション（CB群）と高周波アブレーション（RF群）で、両群間における体温の違いを比較した。統計処理については、統計分析ソフトIBM社SPSS Statistics ver.25を用い、有意水準は5%とした。各変数が正規分布しないことを確認し、性別は χ^2 乗検定を、性別以外の変数はMann-WhitneyのU検定を実施した。結果の表記は、平均値±標準偏差を用い、正規分布とならない変数は中央値（25%タイル—75%タイル）を用いた。

倫理的配慮

群馬大学医学部附属病院「人を対象とする医学系研究倫理審査委員会」の承認（承認番号：2018-053）を得て、実施した。研究対象者に対しては、研究目的、研究内容、匿名化すること、プライバシーが保護されること、研究協力の辞退ができること、辞退しても不利益はないこと、対応する窓口、について文書で公開した。

結果

1. 対象者の概要

研究期間に群馬大学医学部附属病院循環器内科において、プロポフォールによる鎮静下で、心房細動に対してクライ

表1 対象者の概要

	クライオアブレーション (n=18)	高周波アブレーション (n=18)	p value
性別 (男)	13 (72%)	13 (72%)	1.000
年齢 (平均値)	66.8 (± 10.1)	63.7 (± 15.0)	0.791
身長 (平均値)	1.66 (± 0.08)	1.63 (± 0.10)	0.443
体重 (平均値)	64.14 (± 9.16)	64.77 (± 11.46)	0.839
BMI (平均値)	23.44 (± 3.66)	24.30 (± 3.22)	0.323
TP	6.95 (6.50-7.30)	7.10 (6.80-7.30)	0.406
Alb	4.10 (4.00-4.20)	4.30 (4.10-4.30)	0.077
AST	21.50 (17.00-26.00)	25.00 (22.00-32.00)	0.111
ALT	14.50 (11.00-21.00)	22.00 (16.00-33.30)	0.011
RBC	4.545 (4.090-4.690)	4.390 (4.240-4.860)	0.521
Hb	13.6 (12.6-14.5)	14.4 (13.6-14.9)	0.059

BMI: Body Mass Index (kg/m²), TP: Total Protein (g/dL), Alb: Albumin (g/dl), AST: Aspartate Aminotransferase (U/L), ALT: Alanine Transaminase (U/L), RBC: Red Blood Cell (M6/uL), Hb: Hemoglobin (g/dL)

表2 体温, 手技時間, プロポフォール投与量

	クライオアブレーション (n=18)	高周波アブレーション (n=18)	p value
カテーテル室入室後体温 (中央値)	36.8°C (36.4-37.1)	36.9°C (36.4-37.0)	0.938
カテーテル室退室前体温 (中央値)	35.1°C (34.6-35.8)	35.9°C (35.7-36.0)	0.001
体温変化 (入室後-退室前体温)	1.60°C (1.30-2.10)	0.90°C (0.60-1.10)	<0.001
手技時間	317.5 分 (285.0-370.0)	255.0 分 (225.0-285.0)	<0.001
プロポフォール投与量	59.50 ml (46.00-68.00)	87.50 ml (59.00-134.00)	0.0101

オアブレーションを受けた患者は18名、高周波アブレーションを受けた患者は18名であった。表1に対象者の概要、体温以外の変数を示した。

性別、年齢、身長、体重、BMI、総蛋白、アルブミン、AST、赤血球数、ヘモグロビン値は、両群間で差は認められなかったが、ALTのみRF群で有意に高かった(表1)。

2. 体温, 手技時間, プロポフォール投与量 (表2)

両群の体温、手技時間、プロポフォール投与量を表2に示した。カテーテル室入室後体温は、両群間で差は認められなかったが、カテーテル室退室前体温はCB群で有意に低かった($p=0.001$)。また、カテーテル室入室後体温とカテーテル室退室前体温の差では、CB群が1.6°Cの低下、RF群が0.9°Cの低下であり、両群を比較するとCB群の方が有意に体温変化が大きかった($p<0.001$)。

手技時間は、RF群の255.0分と比較し、317.5分とCB群の方が有意に長く($p<0.001$)、しかしプロポフォール投与量は、CB群の59.5mlと比較し、87.5mlとRF群の方が有意に多かった($p=0.01$)。

考察

CB群とRF群の患者背景では、ALTを除き有意差を認めなかった。ALTはプロポフォールが肝代謝の薬剤であったため、評価変数として採用した。ALTは有意にRF群が高い結果($p=0.011$)であったが、ALTの中央値(四分位

範囲)は両群とも正常値内であり、今回の体温の検討について影響は少ないものと考えた。

手技時間がCB群の方が有意に長かった($p<0.001$)。これは、クライオバルーンを用いたアブレーションが当院に導入されて間もないことが要因と考えられた。

手技時間はCB群の方が長いにもかかわらず、プロポフォール投与量はRF群の方が多かった。この状況において、カテーテル室退室前体温はCB群の方が有意に低く、体温変化もCB群の方が有意に大きかった。これは、手技時間が長いすなわち鎮静に晒されている時間が長かったことや、カテーテル治療に用いるデバイスによることが要因として考えられる。

長野らは、肝癌・腎癌に対するCryoHit®を用いた凍結療法において体温が低下したのは、血流豊富な臓器の一部が時間経過とともに低温になり、徐々に体温が低下すると考えられる⁷と述べている。本研究においても同様のことが考えられる。すなわち、血流豊富な心臓(肺静脈)内にクライオバルーンを留置し冷却することで、そこに接する血液の温度が低くなり、温度の低い血液が全身を循環することに伴い体温が低下すると考えられる。

したがって、RF群と比較しCB群においてカテーテル室退室前体温が有意に低く、体温変化も有意に大きかったのは、プロポフォール投与量による影響ではなく、カテーテル治療に用いるデバイス(クライオバルーン)による影響が強いと考えられる。しかし手技時間の影響については、本研究では検討できなかった。

岩下⁸は、全身麻酔による低体温の悪影響として、軽度の術中低体温（1～2℃）は、心臓の合併症の発現と感染症の頻度を約3倍に増やし、出血量を増加させ、入院期間の延長を引き起こすとしている。本研究ではアブレーション治療後の感染症の発生や入院期間の検討は行っていない。経皮的カテーテル治療領域による静脈麻酔において、外科手術領域による全身麻酔と同様の悪影響があると断定できないが、低体温による悪影響が発生する可能性があるのであれば、低体温を予防する方法を検討する必要があると考えられる。

当院ではカテーテル室に入室後、消毒野・術野以外患者の身体をバスタオルで覆い、カテーテル中はさらに手術用ディスポーザブルドレープで覆っている。しかしこの方法では体温の低下を予防できていないことが明らかになった。田村らは、被覆面を増やすことで治療中の体温低下が軽減した⁵と述べているが、当院で行っている以上に被覆面を増やすことは困難であると考えられる。したがって体温低下を予防する方法として、“加温する”ことに着目した。長野らは、肝癌・腎癌に対する凍結療法において温風式加温装置により加温効果が得られた⁷としている。肝癌・腎癌に対する凍結療法は血管造影室で行われており、カテーテルアブレーションと治療環境が非常に似ていることから、カテーテルアブレーションにおける体温低下に効果的であると考えられる。治療体位や消毒術野の影響だけではなく、カテーテルアブレーションに特徴的な3Dマッピングシステムなどの影響がないことを十分に検討し、カテーテルアブレーション治療に影響がないのであれば、温風式加温装置の導入を検討することが、臨床的に有効である可能性がある。

研究限界

体温の変化は、室温やカテーテル室内の湿度、ディスポー

ザブルドレープ内の温度や湿度が影響する可能性が考えられる。しかし本研究はレトロスペクティブな検討であったため、それらの数値を厳密に測定して検討することができていない。また手技時間（鎮静に晒されている時間）の影響については、クライオアブレーションの件数が少なかったため、検討することが困難であった。今後件数が増えていく中で、室温・湿度などを測定するとともに、検討が今後必要であると考えられる。

さらに、温風式加温装置を導入した際には、その加温効果やカテーテルアブレーション治療への影響についても検討することが必要であると考えられる。

引用文献

1. 循環器病の診断と治療に関するガイドライン。カテーテルアブレーションの適応と手技に関するガイドライン（2012）。http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_okumura_h.pdf: 28
2. Sessler DI. Perioperative heat balance. *Anesthesiology* 2000; 92: 578-596.
3. Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM, et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 82: 662-673.
4. 石川 楓, 長野明正, 小曾根龍志ら. 不整脈に対するカテーテル検査・治療における鎮静薬の有無と体温変化の比較. <https://cct.gr.jp/2017/calls/abstracts/poster/20008.pdf>.
5. 田村由紀, 中尾千晶, 東直美ら. 経皮的カテーテル心筋焼灼術における保温方法の検証. *日本看護学会論文集 急性期看護* 2015; 45: 35-38.
6. 新宮 興, 大澤正巳, 森健次郎. ICI 35, 868（プロポフォール）第I相試験. *麻酔* 1990; 39: 219-229.
7. 長野明正, 小曾根龍志, 荒木伸生他. 凍結療法における温風式加温装置を用いた加温効果の検証 適切なデバイス導入による体温管理の有効性. *Interventional Radiology* 2017; 32 suppl: 251.
8. 岩下博宣, 松川 隆. 手術時の低体温—原因と悪影響. *手術ナーシング* 2016; 3: 31-35.

Change of Body Temperature during Cryoablation and Radiofrequency Ablation for Atrial Fibrillation under Propofol Sedation

Ryushi Kosone¹, Kaede Ishikawa², Akimasa Nagano³, Toshie Honda¹, Shuntaro Tamura⁴, Takashi Iizuka⁴, Tadanobu Irie⁵, Tadashi Nakajima⁴, Yoshiaki Kaneko⁴ and Masahiko Kurabayashi⁴

1 Interventional Radiology Unit, Gunma University Hospital, 3-39-15 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

2 Intensive Care Unit, Gunma University Hospital, 3-39-15 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

3 Department of Operating Room, Gunma University Hospital, 3-39-15 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

4 Department of Cardiovascular Medicine, Gunma University Hospital, 3-39-15 Showa-machi, Maebashi, Gunma 371-8511, Japan

5 Cardiovascular Center, Saitama Sekishinkai Hospital, 2-37-20 Irumagawa, Sayama, Saitama 350-1305, Japan

Abstract

Aim: We examined the change of body temperature during ablation therapy for atrial fibrillation with either cryoballoon (CB) or radiofrequency (RF) catheters.

Methods and Results: We retrospectively examined 18 patients who underwent CB ablation (CB group) and 18 patients who underwent RF ablation (RF group) for pulmonary vein isolation using propofol for their sedation during procedure. While body temperature at the entry into the cardiac catheterization laboratory was similar between the two groups, the body temperature at the exit of laboratory was lower in the CB group than the RF group ($p=0.001$). The difference of body temperature between entry and exit was 1.6°C and 0.9°C, in the CB group and the RF group, respectively, and this difference between the two groups was statistically significant ($p<0.001$).

Conclusions: The CB ablation decreased the body temperature significantly more than the RF ablation during procedures when patients were sedated with propofol.

Key words:

catheter ablation,
sedation,
decrease in body temperature
