

右房および左心室からのカテーテルアブレーション後に急変した事例

キーワード：閉塞性肥大型心筋症、カテーテルアブレーション、大動脈弁障害

1. 事例の概要

70歳代 女性

11年前に心室頻拍と心房細動を契機に閉塞性肥大型心筋症と診断。抗不整脈薬、植込み型除細動器装着にて状態安定していたが、心房細動に対する不適切作動が制御困難となったため、カテーテルアブレーション（房室結節ブロック作成）施術。術中、右房から16回の通電でも房室ブロックを作成できず、左室からのアプローチに変更し房室ブロックを作成した際に、一過性血圧低下を認め一時は回復するも、数時間後に急変。心臓超音波検査にて大動脈弁逸脱による大動脈弁逆流、僧帽弁逆流を確認し、急遽開心術を行うが死亡した。

2. 結論

1) 経過

カテーテルアブレーション当日

9時35分 血管造影室入室。

9時55分～11時5分

右房側よりアブレーションカテーテルを挿入し16回の通電を試みたが房室ブロックの作成に至らず、再度大動脈弁を通した左室側から2回の通電を行い房室ブロックが作成された。

11時5分 患者より「しんどい」との訴えあり通電と共に血圧低下。ペーシングレート70に設定し心臓超音波検査施行する。

11時5分～11時28分

迷走神経刺激による血圧低下を考え硫酸アトロピンを静脈投与後、徐々に血圧が回復した。右冠動脈造影では、血圧低下の原因となるような合併症は認められず、CT検査後、ICUへ入室。

12時15分 ICU入室後カテーテルアブレーション術前より若干低めの血圧であったがドクターコール基準範囲ではなく患者からも「今は大丈夫です」との会話もあり、酸素も減量し夕食2割摂取。食後の吐き気に対してプリンペラン（胃腸機能調整薬）投与。

18時40分 「息ができない」と興奮気味、血圧103/49 mmHg 呼吸数43回/分 SpO₂92% アタラックスP（鎮静・抗不安薬）投与。

19時 アタラックスP投与後、訴えも少なくなっていた。意識レベル（JCS）I-1。

19時10分 SpO₂69%に低下、看護師訪室時、呼吸停止。アンビューにて換気開始、対光反射なし、主治医・当直医へ報告。エアウェイ挿入。

19時37分 頸動脈触知不可、胸骨圧迫開始。

19時39分 気管挿管。

19時43分 人工呼吸器装着。

19時47分 心拍再開。

心臓超音波検査にて大動脈弁閉鎖不全の急性進行に伴う心不全悪化による急変、大動脈無冠尖の機械的な異常により大動脈弁閉鎖不全症が生じ、結果として機能的僧帽弁閉鎖不全症が増悪したと考えられた。

21時38分 経皮的人工心肺補助装置（PCPS）開始。

22時45分 治療方法としては大動脈弁置換術・左室心筋切除術しかない事、手術成績は極めて不良であることを家族へ説明。

カテーテルアブレーション術後1日目（開心術当日）

0時5分 大動脈弁置換術、左室心筋切除術開始。

6時40分 術後PCPS装着にてICU帰室。

PCPS回転数を下げると血圧低下、出血量多く術後1日 出血量5412 mL、輸血量7880 mL。心室頻拍に対してDC（除細動）施行、抗不整脈薬持続投与開始。

カテーテルアブレーション術後2日目（開心術後1日目）

出血量4387 mL、輸血量5640 mL。尿量減少、血中カリウム値6.4 mEq/Lと上昇のため人工透析開始。

カテーテルアブレーション術後3日目（開心術後2日目）

心室細動出現 DC（除細動）施行を繰り返す。

14時22分 死亡確認。

2) 解剖結果

手術で切除された大動脈弁では、肉眼的に無冠尖左心室側の左冠尖寄りに4 mmの線状陥凹が

見られ、顕微鏡的にはこの陥凹部分でやや底掘れ状、上下方向最大幅 1024 μm の表面欠損とともに同部の弾性繊維断裂を認めた。同時に部分切除された左心室流出路心筋の一部内膜側には His 束に相当すると考えられる刺激伝導系心筋束が確認され、それより深部の肥大した通常心筋表層とともに領域性をもった細胞膨化や萎縮などが確認され、カテーテルアブレーションによる変性所見として矛盾しないものと考えられた。

解剖時心臓は 671 g と肥大し、断面では顕著な心室中隔の肥厚とともに小線維化巣と斑状出血が散在していた。組織学的には心筋細胞の肥大ならびに錯綜配列がみられ、閉塞性肥大型心筋症として矛盾のない所見であった。右心房中隔側三尖弁基部に 7×5 mm の右側アプローチによるカテーテルアブレーション痕とみなされる凝固巣が確認されたが、房室結節はこの凝固巣より最低 5 mm 離れた冠状静脈洞側の標本にほぼ保たれた状態で確認された。冠状動脈には肉眼的に損傷は確認されなかった。

3) 死因

直接死因：心原性ショック

原因死：カテーテルアブレーション時に生じた大動脈弁閉鎖不全の増悪

緊急手術時、肉眼的には大動脈弁無冠尖の左室側に線状の陥凹性病変が存在し、解剖後の病理学所見では組織欠損と弾性繊維断裂が認められている。この病変は温熱効果による凝固壊死ではなく、物理的な応力によってできたことを示し、かつ、大動脈弁を通して行われたカテーテルアブレーション焼灼部位から離れていることが病理学的に確認されている。したがって大動脈弁の損傷は通電ではなく、カテーテルの先端を移動させる際に発生したものであり、弁の損傷は通電前にすでに生じていたと思われる。

4) 医学的評価

(1) 診断について

ア カテーテルアブレーション術前に行われた診断について

術前に行われた閉塞性肥大型心筋症、心室頻拍、アミオダロンの副作用による肺炎、心房細動、心房細動による ICD (植え込み型除細動器) の不適切作動についての診断は妥当と判断される。

イ カテーテルアブレーション術中の血圧低下の診断、術後急変時までの診断について

血圧低下時、カテーテルアブレーションによる合併症を考え、心エコーなどの検査が行われたが、大動脈弁の所見を認識していなかったと判断される。この手技の合併症として知られている大動脈弁閉鎖不全を念頭に置いて心臓超音波検査を施行するのが望ましかった。結果を知った上で調査委員会がアブレーション後に行われた冠動脈造影所見を詳細に検討したところ、冠動脈から大動脈側に漏れた少量の造影剤が大動脈弁を越えて左室側へ逆流する映像が確認された。しかし、大動脈弁閉鎖不全の悪化を予期していない術中の主治医にとってこの所見を把握することは容易ではなかったと推定される。

(2) 治療について

ア カテーテルアブレーションの適応について

肥大型心筋症の診断に関するガイドライン、不整脈非薬物治療ガイドラインから考察すると、本事例に対する外科治療、ペースメーカー治療、経皮的中隔焼灼術 (PTSMA) はほぼ同等の適応レベルとなるが、患者の年齢、心臓機能状態を勘案するとカテーテルアブレーションまたは PTSMA など、侵襲がより少ない治療法が望ましいと考えられる。ただし、主治医の専門性などに関わらずカテーテルアブレーションと他の非薬物療法を含むすべての治療法を提示して、その治療の有効性とリスクを示した後、患者に選択を求めることが望ましかった。

イ 本事例において行われた手技について

① 右房側でのカテーテル手技と大動脈経由、左室側へ移行する判断について

本事例においては、房室ブロック作成を目的として右房側から 16 回、大動脈を通して左室側から 2 回の通電が行われている。10 回目からはカテーテルを変更して右房側から通電している。病理報告書では房室結節は焼灼された病変より 5 mm 尾側の心内膜直下にあり、この部位を標的にすれば右側からでも房室ブロックの作成に成功した可能性はある。ただし、解剖の所見から判断すると、His 束が肥大した心室中隔の深部に存在した可能性があり、房室結節の位置の指標となる His 束電位の記録ができなかったこと、肥大型心筋症により房室結節の解剖学的位置が偏位していた可能性があることから、房室結節の適切な部位判断は困難であったと推定される。16 回の通電でも房室ブロックが作成できなかったこと、大動脈弁の硬化は顕著でなかったことから、次の手段として左室へのアプローチを選択したことは通常の医療から逸脱した行為とは言えない。

しかし、左室アプローチについて再度患者と家族にアプローチ変更の必要性和リスクの説明を行った上で手技を継続するか、この時点で一旦手技を終了させ、他の治療法について再度検討するほうが望ましかった。

②大動脈経由、左室側でのカテーテル手技について

治療手技については一般的な操作が行われていたと判断され、手技の時間的経過から見ても大動脈を通してカテーテルを左室内に挿入した手技には問題は確認できない。また、カテーテルアブレーションによる心筋焼灼は大動脈弁を通して左室内にて行われたと判断する。大動脈弁の損傷については、通常の手技が行われたが、閉塞性肥大型心筋症で左室流出路の内腔が狭かったため、カテーテルが操作しにくかったことや、物理的な狭窄により普通では起こらないようなカテーテル先端の動きが招来され、大動脈弁を損傷させた可能性が考えられる。

ウ 血圧低下、急変について

①カテーテルアブレーション手技中に発生した血圧低下の原因について

血圧低下と房室ブロック作成の時間的關係について、明確な説明は不可能である。

大動脈弁の損傷について結果を知った上で評価すると、通電により迷走神経緊張状態がもたらされた可能性も否定できないが、血圧が低下した時点ですでに損傷が生じていたと考えられ、血圧の低下と大動脈弁損傷との関連は疑われる。

②ICUにて急変した理由について

カテーテルアブレーション時の大動脈造影所見から、同手技により大動脈弁閉鎖不全が悪化した判断として以下の2つの可能性が考えられる。

・脱水の進行の可能性

弁の障害により血圧が低下した後、硫酸アトロピンやペーシングレートの上昇のみならず、点滴量を増量し左室充満圧の維持が招来され、左室流出路狭窄と僧帽弁閉鎖不全が改善されたことが血圧の回復に貢献した。しかし ICU 入室後、CTにて心不全の所見があったため、点滴量は絞られ水分バランスは脱水となり、流出路狭窄と僧帽弁閉鎖不全の悪化、大動脈弁の逆流がそれに加わり、さらに僧帽弁閉鎖不全による逆流が増悪し臨界点を超えて突然、大動脈方向に血液が駆出されなくなった。

・大動脈弁閉鎖不全の増悪の可能性

発生当初、大動脈弁閉鎖不全は中等度にとどまっておき、顕著な血行動態悪化を来すようなものではなかったが、約7時間の経過でそれが高度に進行し、一気に顕在化（血行動態が破綻）した。大動脈弁閉鎖不全進行により左室拡張期圧が上昇し僧帽弁閉鎖不全を悪化させ、流出路狭窄があるため左室からの血流はほとんど左房方向へ駆出され、ショック状態になった。

上記のごとく、ICU入室後に急変した原因について結果を知った上で考察しても、急変前に詳細な検討がなされていないため、その機序を明確に説明することは困難である。しかしながら、カテーテルアブレーション時に大動脈弁の逆流が悪化したと判断され、この事態が認識されていれば、早い段階でのより精密な検査（大動脈造影検査、食道超音波検査、スワングアンツカテーテルによる血行動態監視など）や心臓血管外科へのコンサルト（集学的治療）が行われ、救命できた可能性はあったと思われる。ただし、【大動脈弁閉鎖不全の増悪】の場合は大動脈弁逆流の悪化とその時期を正確に予測することは困難であり、救命はより困難であったと予測される。

(3) 患者管理について

ア ICUへの入室

カテーテルアブレーション時の血圧低下に伴う症状が回復したにもかかわらず、その後の合併症の発生あるいは増悪リスクを予測し、ICUへ入室した判断は適切であった。

ICUでの経過記録では、カテーテルアブレーション当日血圧が徐々に低下し推移しているが、ドクターコールの条件（収縮期血圧 75 mmHg 以下）には抵触せず、尿の排泄量も良好であり循環動態低下とは判断されず標準的な対応である。ただし、経過記録に血圧 68/41 mmHg という記載があり、本事象は看護師から主治医へ報告されている。この時点で、何らかの異常が生じている可能性を考慮し、心臓超音波検査などが施行されることが望ましかった。

イ 急変後の対応

ICUで集中的に管理されていたため、急変した状態の把握と主治医への連絡は迅速に適切に行われた。また、救命救急処置についても必要な処置が遅滞なく施行されている。

ウ 緊急手術について

患者が閉塞性肥大型心筋症を合併していることを考えると、大動脈弁置換と僧帽弁置換を行って左室流出路狭窄を解除し、僧帽弁逆流を無くするという方法が確実であったと考える。

ただし、今回緊急手術を行った時点ではかなり重篤な状態であったのでどのような治療を行ってもこの段階では救命できなかったと考えられる。手術以外に救命する方法はないので、この時点での外科的手術の適用については問題ないとする。

(4) 事前リスク把握、および手技についての説明と同意取得（インフォームドコンセント）およびその保存について

カテーテルアブレーション施行前に3回の家族を交えた説明がなされていることは通常よりも

丁寧な対応と言える。カテーテルアブレーション時の判断として、経大動脈的にアブレーションカテーテルを逆行性に挿入し、左側からのアプローチに変更するという医療行為は妥当だとしても、そのようなアプローチを行う可能性について、合併症が生じることが充分説明されていなかった。患者家族からは「簡便な手技である」と聞かされていたとの訴えがありかつ、主治医も比較的簡単な手技であると説明しており、本手技のリスクが充分認識されていなかった。手術適応となる可能性のある閉塞性肥大型心筋症の存在と年齢を考慮し、左側からのアプローチへ移行する可能性とリスクが高いことなどについて十分な説明がなされ、患者と家族が判断する際の情報となることが望ましかった。

(5) 手技者の経験について

主治医はカテーテルアブレーションに関する一般的術者として十分な技量を有し、同病院のシステムについても熟知していた。

(6) チーム医療について

ア 治療法決定について

最近の治療方針決定の傾向としては循環器内科、心臓血管外科やコメディカルスタッフが参画する **Heart Team Approach** が推奨されている。心臓血管外科医などを交えた治療方針の多面的検討がなされていればより安全な方法として望ましかった。

イ カテーテルアブレーション中の対応について

早期から心臓超音波検査記録をエコー専門の医師または技師に依頼し、異なる着眼点から病態を評価することが望ましい方法であった。

3. 再発防止策および改善すべき事項の提言

1) アブレーションカテーテルによる大動脈損傷について

アブレーションカテーテルによる大動脈損傷の多くは大動脈弁閉鎖不全として発見される。その頻度は1%程度と低く、発生しても軽症な状態に留まるとされている。

今回、主治医が大動脈弁閉鎖不全による患者の死亡を想定していなかったとしても、やむを得ない側面はあるが、これらは全て心機能や心臓形態が正常な患者における検討であり、本事例のような閉塞性肥大型心筋症などの重症心疾患において発生した場合のリスクは不明だが、より重篤化しやすいことは想像できる。本事例から学ぶべきは一般的に軽症に終わる合併症でも、重症な基礎心疾患に生じた場合は一気に重症化する危険性を予測し、あらゆる合併症の可能性を念頭に置いて、より早期で正確な診断と集学的治療を検討することであろう。

2) 院内の連携体制

(1) 病状説明

本事例の医療行為が通常に比べて大きく逸脱したものでなかったが、患者と家族が本治療法を選択する上で十分な情報が提供されていなかった。また、主治医の診療録への記載が不十分であったことが、患者と主治医の間で取り交わされた診療契約の実態が把握できない最大の原因となっている。病院が準備したカテーテルアブレーションに関する説明書は基本的事項の記載に限定されており、説明者（主治医）が補足すべき項目が多く残されている。したがって、具体的な合併症の内容やその発生率などを網羅した説明書を作成されたい。

(2) チーム医療のあり方について

ICU では多様な職種の医療従事者が協力して高度な医療を提供できる環境にあり、不整脈専門医のみでなく、例えば心臓超音波検査の専門医あるいは技師、心臓外科医などから構成されるチーム医療が展開されれば異なる着眼点からの考察がなされ、より早期に正確な診断と、それに依拠した治療が可能であったかもしれない。本事例においては、より集学的な医療が提供されることが望ましく、ICU におけるチーム医療の推進について、その環境や制度を整備するよう提言するものである。

(3) 手技的問題について

大動脈弁を通しての左室中隔基部へのカテーテルアブレーション手技は以前より報告されているが、閉塞性肥大型心筋症に対して同手技が行われたという報告は調査委員会が知る限り報告されておらず、この手技のリスクが閉塞性肥大型心筋症にとって特に高いかどうかは不明である。しかし、カルテ記載、事後調査報告から推定すると、閉塞性肥大型心筋症に対して大動脈弁を通してカテーテルを左室内に挿入する場合、非常にまれな合併症ではあるが、左室流出路の狭窄が大動脈弁の損傷に影響を与えた可能性があり、相当経験のある術者でも起こり得る事例のため、今後、閉塞性肥大型心筋症に対して今回と同様の手技が行われる際の警鐘とすべく本事例に関わる

情報を広く共有する方策を検討されたい。

(参 考)

○地域評価委員会委員（7名）

評価委員長	日本循環器学会
臨床評価医	日本心臓血管外科学会
臨床評価医	日本循環器学会
解剖立会医	日本病理学会
医療安全担当	医師
医療安全担当	看護師
有識者	弁護士

○評価の経緯

地域評価委員会を3回開催し、適宜、電子媒体にて意見交換を行った。