

<特集「心臓カテーテル治療の最前線」>

## 心房中隔欠損・卵円孔開存閉鎖術及び左心耳閉鎖術

中村 猛\*, 的場 聖明

京都府立医科大学大学院医学研究科循環器内科学

### Transcatheter Closure of Atrial Septal Defect, Patent Foramen Ovale, and Left Atrial Appendage

Takeshi Nakamura and Satoaki Matoba

*Department of Cardiovascular Medicine,  
Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science*

#### 抄 録

成人で発見される先天性心疾患で最も多い心房中隔欠損症の治療は長らく外科的閉鎖術が行われていた。しかしながら近年では形態的に閉鎖可能な二次孔欠損においては外科手術と同等の効果が得られ低侵襲であるカテーテル閉鎖術が第一選択となっている。この心房中隔欠損症のカテーテル閉鎖術とほぼ同等の手技で卵円孔開存の閉鎖が可能である。卵円孔開存は潜因性脳塞栓症に対する脳梗塞の二次予防として行われるものである。同じく脳梗塞予防目的のカテーテル閉鎖術が左心耳閉鎖術である。心房細動における脳塞栓症の予防としては抗凝固薬が第一選択であるが、出血性リスクが高い場合、左心耳のカテーテル閉鎖術が考慮される。

キーワード：構造的な心疾患、経カテーテル的閉鎖術、予防的介入。

#### Abstract

Atrial Septal Defect (ASD) is the most frequently encountered adult congenital heart disease. The surgical closure under cardiopulmonary bypass circulation has long been standard intervention. However, catheter closure of ASD has been emerging as alternative of surgical closure. Considering the comparative effectiveness with extremely lower complication of catheter closure than surgical closure, catheter closure of ASD is now the method of choice for secundum ASD closure when applicable. Patent foramen ovale (PFO) can be closed by similar method of transcatheter closure of ASD. PFO closure is intended for the secondary prevention of cryptogenic stroke. Transcatheter closure of left atrial appendage (LAA) is also evolving proposed for prevention of embolic stroke. Oral anticoagulant is the standard therapy for the prevention of embolic stroke in the patients with atrial fibrillation. Transcatheter LAA closure might be considerable alternative in case of substantial bleeding risk was estimated.

**Key Words:** Structure heart disease, Transcatheter closure, Preventive intervention.

---

令和2年3月21日受付 令和2年3月22日受理

\*連絡先 中村 猛 〒604-0963 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地

tnak@koto.kpu-m.ac.jp

doi:10.32206/jkpum.129.04.255

## はじめに

心内の構造異常もしくは正常構造物を閉鎖するこれら3つのカテーテル閉鎖術は互いに深い関連がある(図1)。心房中隔欠損閉鎖術と卵円孔開存閉鎖術は手技がほぼ同一である。また卵円孔開存閉鎖術と左心耳閉鎖術は手技の目的とするところ(脳梗塞の予防)が同一である。そのためこの項にてまとめて概説する。

### 心房中隔欠損閉鎖術(ASD閉鎖術)

#### 1. 概要

心房中隔欠損症(ASD)は成人では最も頻度の高い先天性心疾患である。比較的無症状の時期も長いがASDは放置すると右心容量負荷から肺高血圧を来すため、ほぼ全例で予後改善目的として治療を行う必要がある<sup>1)</sup>。また症状改善目的でのカテーテル治療にはその低侵襲性から年齢に上限はない。(当院で実際に治療を行った最高齢は88才で、治療を実施した全体の8.5%は80才以上である。)

#### 2. 閉鎖適応

右心負荷のある二次孔欠損ASDがカテーテル閉鎖の適応であり、肺体血流比(Qp/Qs)の多寡は閉鎖適応判断基準ではない<sup>2)</sup>。右心負荷は多くの場合心エコーでの右心系の拡大をもって判断する。基本的には成人で発見されるASDは無症状であろうともほぼ全例に右心負荷を認め、従って経皮的閉鎖の適応がある。治療により予後改善が得られるためである。成人でASDが発見された場合少なくともカテーテル閉鎖という治療方法があることを患者に説明し、閉鎖の適応の有無を全例検討すべきである。相対的には経皮的閉鎖手技の安全性も閉鎖適応を考慮する重要な要素である。その判断は経食道超音波による、欠損孔とその周囲縁の詳細な解剖学的評価に基づくが、実際にカテーテルによる閉鎖術を実施している施設でないとは困難であると思われる。従って、実臨床では成人心房中隔欠損症は「発見し次第、(年齢、症状の有無を問わず)カテーテル閉鎖適応検討目的で実施施設へ紹介すること」が現在の正しい診療

である。

現在国内で閉鎖実施施設は77施設であり、日本先天性心疾患インターベンション学会のホームページで確認可能である。(http://www.jpcc-meeting.org/cathe/asd/inst2019.shtml)

京都府内では当院と京都大学附属病院で実施可能であり、当院は京都府内での最初の実施施設(2011年9月から実施)であり、成人の単一術者(筆者)としての累積実施経験数は近畿圏で最も多い。(小児も含む症例総数は近畿圏では国立循環器病研究センターが最も多い)

#### 3. 閉鎖栓と手技の実際

現在我が国で使用可能な閉鎖栓は「Amplatzer septal occluder(アボットメディカルジャパン社)」と「Figulla Flex II(日本ライフライン社)」(図2)とがあり、それぞれに特徴があり解剖学的状況等により使い分けられている。

手技の概要は以下の通りである(図3)。右鼠径部から大腿静脈経路にて閉鎖栓を誘導するデリバリーシースを心房中隔欠損を越えて挿入する。左房内で閉鎖栓の左房側ディスクを開放する。左房側ディスクを開放した閉鎖栓を心房中隔へ引きつけながら、右房側ディスクを開放する。実際はこの際に図3のように左房側ディスクと心房中隔が平行になってくれるようなことは稀であり、右房ディスクを開放する前に左房ディスクが右房側に逸脱しないように様々な手技上の工夫をこらす必要がある。正しい位置に留置できなかった場合は、デリバリーシース内に閉鎖栓を回収して再度やり直すことは可能

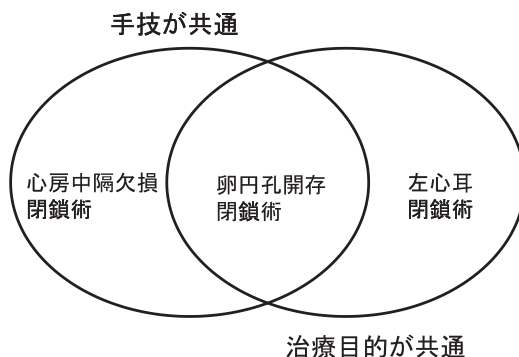


図1 3つの治療法の類似点と位置づけ

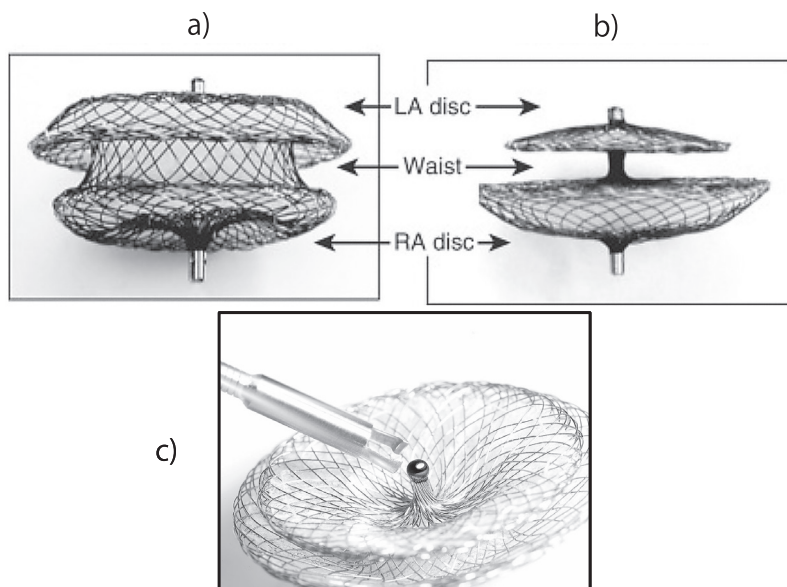


図2 a) Amplatzer Septal Occluder  
b) Amplatzer PFO Occluder  
c) Figulla Flex II

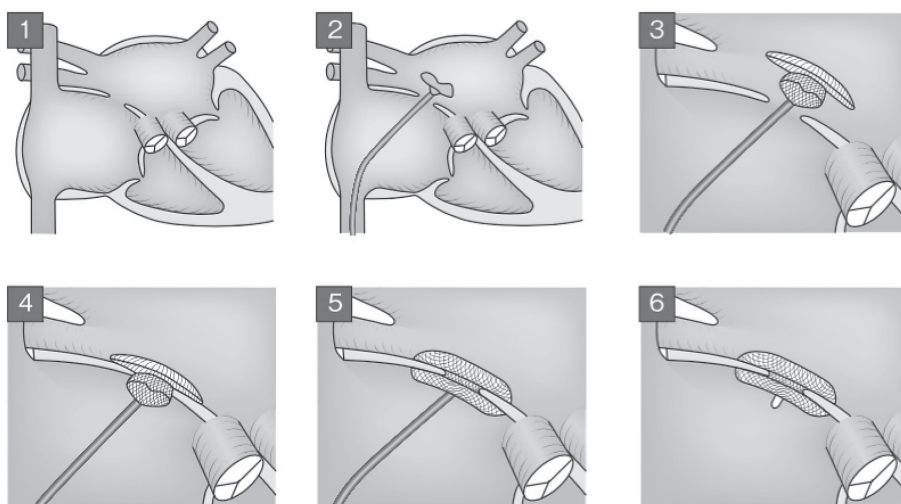


図3 心房中隔欠損閉鎖術の概要

である。正しい位置に留置ができたなら、閉鎖栓と閉鎖栓をシース内から押し出すために接続していたケーブルを切り離し、閉鎖栓のみを心内に留置する。

以上のカテーテル手技のみであれば、鼠径部の局所麻酔で手技は可能である。しかしながら

透視画像のみでは、閉鎖栓が正しい位置に留置されているか判断することは不可能であるため、経食道超音波を挿入してそのモニター下に留置術を行う。従って比較的長時間（1時間程度）の経食道超音波の挿入が必要であるため他施設では全身麻酔で行われることが多い。しか

しながら当院では従来より嚴重なモニター下、安全で適切な深度の鎮静を実施することにより局所麻酔で閉鎖術を行っている<sup>3)</sup>。鎮静と経食道超音波挿入におおよそ30分、手技1時間（閉鎖前の血行動態検査を含む）程度で終了し、翌日には歩行可能、翌々日には退院可能である。

#### 4. 術後の抗血栓療法

閉鎖栓が内皮化されるのにおおよそ6ヶ月を要するとされており、術後6ヶ月間閉鎖栓への過剰血栓抑制のため抗血小板薬1剤（多くの場合アスピリン）を内服する必要がある。若年患者には頭痛の抑制目的で手技後1ヶ月間は二重抗血小板療法とする場合もある。6ヶ月以降の内服は一切不要である。

#### 5. 高度肺高血圧合併症例の注意点

右心負荷をとともなう成人ASD症例は全て閉鎖適応があることは、先に述べたとおりであり、高度の肺高血圧を合併していても、肺高血圧の主たる原因がASDである限り閉鎖により改善する。しかしながら、稀に肺動脈性高血圧にASDが併存している場合がある。既にEisenmenger化している場合に閉鎖適応がないことは良く知られているが、安静時にEisenmenger化していなくとも運動時に肺動脈圧がさらに高度になったばあい、ASDを介して「右→左」シャントが発生し、酸素化を犠牲にしても体循環血流量を保つという重要な防御機能をASDが担っている場合がある。このようなASDは当然閉鎖禁忌であり、ASD閉鎖適応決定のためのカテーテル検査はこの一点のみの評価目的で行うとって過言でない（肺血管抵抗を評価する）。従ってそもそも肺高血圧が高度でない場合、事前のカテーテル検査は必要ない。

なおこのようなASDも肺高血圧の薬物治療を数年実施したのちに再評価し閉鎖適応となる場合もある（“treat and repair”と称している）。

#### 6. 現在の大きな問題点

別項で詳述されているが、現在心房細動に対するカテーテル治療すなわち経皮的肺静脈隔離術（以下PVI）がまさに療原の火の如き拡大をみせている。当初は若年で薬剤不能性の症状改善目的に限られていたが、現時点では少なくと

も心不全を伴う低左心機能症例については予後改善効果も示されている。PVIは経心房中隔の手技であるため、閉鎖栓が心房中隔に存在するとその実施が極めて困難となる。従って閉鎖前にPVIを検討すべき症例が存在する。

現在我々は発作性心房細動が明らかに記録されている例や、患者の症状として動悸が主である場合は、それが発作性心房細動でないかを十分検討する期間を設定し心房細動が確認された場合は、原則PVIを先行している。その後6ヶ月間再発がないことを確認の上、ASDの閉鎖を行っている。しかしながらなお、閉鎖後に初めて症候性の心房細動が出現する場合や、PVIを行った後に閉鎖しても遠隔期に心房細動が再発する場合もある。留置後に心房中隔穿刺手技が容易にできるような閉鎖栓の開発も試みられている。

#### 7. 京都府立医大循環器内科における診療の実際について

上述のように、成人ASDは全例カテーテル閉鎖を検討する必要がある。

しかしながら、経食道超音波は少なからず患者への侵襲がありかつ実際に閉鎖のリスクを判断することは閉鎖施設でないとい困難であり、心臓カテーテル検査は高度の肺高血圧を合併していない限り必要でないことは既に述べた。

冠動脈疾患は全く危険因子の異なる疾患であり、そもそもの検査前の冠動脈疾患の存在確率が低ければ閉鎖前の冠動脈造影はほぼ無意味である。我々のおおよそ10年の経験で、新規の冠動脈疾患が見つかった例はない。検査前確率が高かった（冠動脈インターベンションの既往有り）ので冠動脈造影を実施したが有意狭窄はなく、3年後当時全く狭窄の無かった部位で不安定狭心症を発症し再インターベンションを行った症例はある。冠動脈インターベンションの意義を考えさせられる症例ではある。

従って、経食道超音波検査や冠動脈造影を含む心臓カテーテル検査は紹介元で実施して頂く必要は全くなく、経胸壁超音波でASDがある（と疑われる）や否や当院にご紹介頂くことが最も患者さんの利益につながるものと思われる。

ご紹介施設であえて追加の検査を行って頂くとするれば（腎機能に問題なければ）心拍同期造影CTが最も有用である。テストショットで右心系が造影されるタイミングを調整する必要があるが、欠損孔は明瞭に描出され、周囲縁の状態も当院でそれを拝見し経皮閉鎖のリスクを判断する程度には十分描出可能である。CTであれば検査前確率の低い場合の冠動脈疾患の除外にも最適であり、稀ではあるが部分肺静脈還流異常の合併を検出することもできる。

### 卵円孔開存閉鎖術（PFO 閉鎖術）

PFO 閉鎖術は「潜因性脳梗塞」の予防目的で行われる。このPFO 閉鎖術および次項の左心耳閉鎖術はともに脳梗塞予防目的でのカテーテル治療である。今回の特集の別項でも論じられている様々なカテーテル治療については全て「治療」目的の介入である。このような「予防」目的のカテーテル治療というのは心血管領域では全く新しい概念の治療である。

#### 1. 概要

卵円孔開存は成人の4人に1人は存在すると言われているので、当然ながらその全てが閉鎖術の対象になるわけではない。胎生循環として肺をバイパスする経路である卵円孔の存在により、下肢などの静脈血栓が時に左心系に迷入し全身の「奇異性」塞栓症を惹起しうる。閉鎖適応はあくまで「二次予防」である。すなわち少なくとも一度脳梗塞（もしくは一過性脳虚血）を発症した患者において、その原因がPFOであると考えられる場合が適応となる。

#### 2. 閉鎖適応

保険診療としての卵円孔開存閉鎖の適応は「奇異性 (paradoxical)」ではなく「潜因性 (cryptogenic)」脳梗塞」である。いわゆる添付文書には以下のようにその適応が記載されている。「潜因性脳梗塞（奇異性脳塞栓症の確診例、又は一過性脳虚血発作（拡散強調画像などの頭部画像で陽性例を含む）の既往があり、卵円孔開存 (PFO) の存在が脳梗塞の発症に関与していると判断された患者のPFOの閉鎖を目的とする経皮的カテーテルPFO 閉鎖器機であり、脳梗

塞の再発リスクを低減する目的で使用される」下肢静脈血栓等の存在が証明される必要は必ずしもない。

「潜因性脳梗塞」の診断は当然ながら循環器内科が診断するのではなく、あくまで脳神経内科（あるいはそれに相当する専門科）によりなされるべきである。ただしその原因がPFOである可能性については、経胸壁超音波検査による末梢静脈からのマイクロバブル注入による心房レベルでの、右→左シャントの検出（図4）や経食道超音波検査でのいわゆる high risk PFO の形態診断には循環器内科の関与が必要である。それらの詳細は本邦のガイドライン<sup>4)</sup>に記載されている。

#### 3. 閉鎖栓と手技の実際

図2にAmplatzer PFO 閉鎖栓を示す。Amplatzer ASD 閉鎖栓に似ているが両ディスクをつなぐ部分は細く（3mm）かつ塞栓抑制の機序としても、解剖学的に要求される形態としても、右房側ディスクが大きくなっている（中隔欠損の閉鎖栓は左房側が大きい）

閉鎖手技はASD 閉鎖の手技とほぼ同一である。ASD 閉鎖の手技の項で述べたように、閉鎖栓留置に際しては左房ディスクの右房側への逸脱がもっとも手技の難渋する部分であるため、物理的にその懸念のないPFO 閉鎖は手技的には容易である。

#### 4. 術後の抗血栓療法

心房中隔欠損の閉鎖栓と同じく、閉鎖栓は6ヶ月で内皮化されるため術後6ヶ月は抗血小板単剤（通常アスピリン）の投与が必要であり、通常閉鎖前から潜因性脳梗塞予防目的で実施されている抗凝固薬との併用となる。6ヶ月後以降は抗血小板薬を中止し、抗凝固薬のみ続行とし、閉鎖1年後には抗凝固薬は中止できることが多いが、その判断に際しては患者毎にリスクを評価する必要がある。

#### 5. 京都府立医大循環器内科における診療の実際について

PFO 閉鎖術は2019年12月に保険収載された新しい治療である。2020年2月より当院でも実施を開始したところである。潜因性脳梗塞

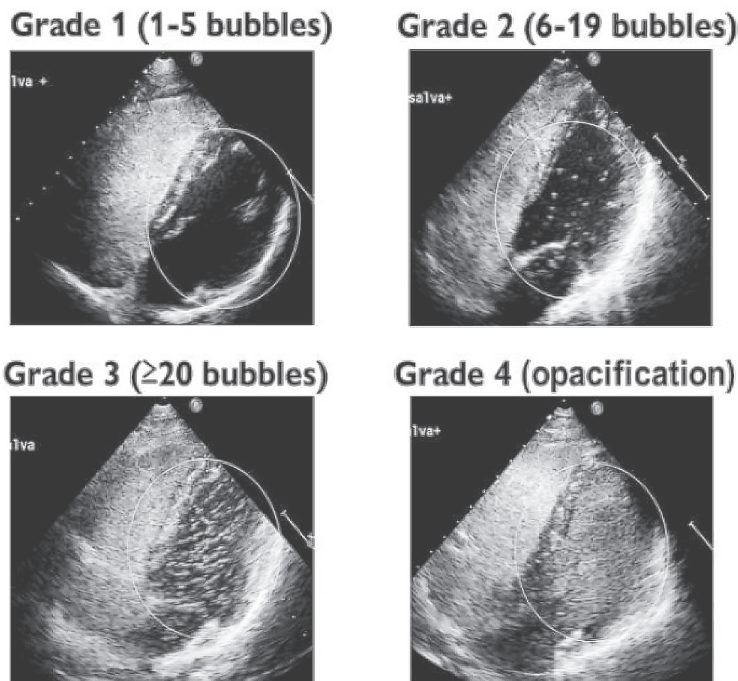


図4 経胸壁心エコーでのマイクロバブルテスト

の診断はあくまで脳神経内科医の診断によるべきものである。PFOの関与に関しては経胸壁及び経食道超音波検査の実施が必要となるため、循環器内科が実施するケースが多いと思われる。両科が緊密に連携し、「ブレインハートチーム」を構築し、適応となる患者を検討することが最も重要である。

### 左心耳閉鎖術

左心耳閉鎖術も卵円孔閉鎖術と同じく「脳塞栓」の予防目的の治療である。ただしこれら二つの治療は、異なる塞栓原からの脳塞栓を予防するという違いがあるのみならず、左心耳閉鎖は「一次予防」でも適応があり、卵円孔閉鎖は「二次予防」にのみ適応があるという点が最も大きな違いである。すなわち卵円孔閉鎖は少なくとも一度は実際に脳塞栓（もしくは一過性脳虚血）が起きてしまった患者を対象に予防を行うものであるが、左心耳閉鎖術は一度も脳塞栓を起こしたことがない人も対象となる。また左心耳は正常構造物であり我々ヒト全員に存在

する。従ってこの治療はこの3つの治療法の中でその適応が最も厳しく論じられるべきである。

#### 1. 疾患概要

非弁膜症性心房細動により心房内に血栓が生じやすくなり、その血栓が塞栓源となる脳塞栓症が発生することはよく知られている。またその血栓のほとんどは左心耳に発生するとされている。したがって脳梗塞の予防目的で古くからワーファリンが用いられてきたが、近年いわゆるDOAC（直接経口抗凝固薬）が広く用いられている。非弁膜症性心房細動による脳塞栓予防にはこのDOACの内服が基本的な治療である<sup>5)</sup>。ただし、抗凝固療法には出血性合併症の可能性が常につきまとう。したがってその適応及び実施後の個別のリスクを後述のスコア等を参考に検討し、患者に説明すべきである。

#### 2. 閉鎖適応

経皮的左心耳閉鎖術の適応は、抗凝固療法による脳塞栓等の予防が必要な患者であり、かつ出血リスクが高い場合である。いわゆる添付文

書上の適応は以下のようにになっている。

「非弁膜症性心房細動患者のうち、以下の3つの項目すべてに該当する左心耳に起因する血栓塞栓症のリスクを低減する目的で使用する」

- ・ CHADS<sub>2</sub> 又は CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-VASc スコアに基づく脳卒中及び全身性塞栓症のリスクが高く、抗凝固療法が推奨される患者
- ・ 短期的（45日間程度）にはワルファリン投与が適応可能と事前に医師により判断されている患者
- ・ 抗凝固療法を長期間実施できない医学的妥当な理由を有する患者（HAS-BLED スコア3点以上の出血リスクが高い患者等）

### 3. 閉鎖栓について

現在我が国で認可されている閉鎖栓は「WATCHMAN 閉鎖栓（ポストン・サイエンティフィック・ジャパン社）」（図5-a）のみであり、経カテーテル的に左心耳の入り口に留置することにより左心耳を閉鎖構造になっている。

### 4. 手技の実際

上2項の心房中隔への閉鎖栓留置術と同じく、経皮的に大腿静脈よりアプローチする。本疾患においては、合併のない限り心房中隔をデリバリーシースが通過する構造が存在しないため、心房中隔を穿刺して左房側にアプローチをする必要がある。これはこの部分で一定の合併

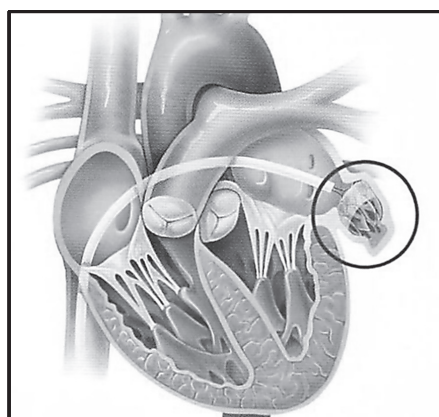
症の可能性が発生することを意味し慎重な操作が必要である。心房中隔を越えてシースを挿入しその中に折りたたんだ閉鎖栓を進め、左心耳入り口に留置する（図5-b）これらは経食道超音波のガイドで行われるため一般的には全身麻酔で行われる。

### 5. 術後の抗血栓療法

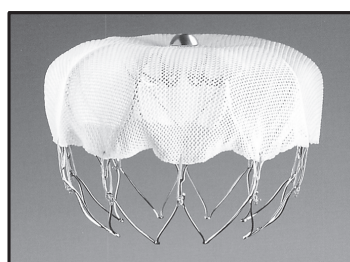
留置後の抗血栓薬は多少複雑である。これは臨床試験がこのようなレジメンで行われたことによる。すなわち留置後45日間はワーファリン（PT-INR 2.0~3.0, 70才以上は2.0~2.6が推奨）とアスピリンの併用、その後6ヶ月まではアスピリンとチエノピリジン系抗血小板薬（クロピドグレルなど）の併用、以降はアスピリン単剤の内服となる。臨床試験では92%が45日後に抗凝固薬が中止可能であり、1年後に抗凝固薬が中止可能であったのは99%以上であると報告されている。

### 6. 京都府立医大循環器内科における診療の実際について

当院は、左心耳閉鎖認定施設である。左心耳閉鎖は「一次予防」で「正常構造物」を閉鎖する手技であり、かつ抗凝固療法という確立された治療法があるため、出血のリスク評価が最も問題となる。添付文書の記載は適応で述べたとおりであるが、実際の運用として、日本循環器



a



b

図5 WATCHMAN 左心耳閉鎖栓と手技概要

学会の適正使用指針のなかで適応となる患者の例として具体的に提示されている。

「以下のうち1つ以上を含む、出血の危険性が高い患者」

- ・ HAS-BLED スコアが3以上の患者
- ・ 転倒に伴う外傷に対して治療を必要とした既往が複数回ある患者
- ・ びまん性脳アミロイド血管症の既往のある患者
- ・ 抗血小板薬の2剤以上の併用が長期（1年以上）にわたって必要な患者
- ・ 出血学術研究協議会（BARC）のタイプ3に該当する大出血の既往を有する患者

これらに該当する非弁膜症性心房細動患者に適応が検討されるものである。

なお、同指針にも述べられているが、機械的人工弁の植え込み患者、凝固能亢進状態の患者、または再発性深部静脈血栓症患者など、非弁膜症性心房細動以外の理由で経口抗凝固薬の長期使用が必要な患者は本治療の適応ではない。

## おわりに

本稿はこれらの新しい治療について、非実施の先生方にいささかなりともご参考になればと思いきなりプラクティカルな観点から記載した。従ってこれらの治療の学術的根拠となったところのいわゆる *pivotal study* の記載は紙幅の都合もあり、あえて省略した。それらを補足する意味でもそれぞれの治療につき優れた、かつ読みやすい *review* 等を以下に挙げておく（全てインターネットにて *free* で全文取得可能である）

ASD 閉鎖について：Akagi T, et al. *Journal of Cardiology*, 65: 17-25, 2015.

PFO 閉鎖について：Ropper AH. *N Engl J Med*, 377: 1093-1095, 2017.

左心耳閉鎖について：Saw J. *J Am Coll Cardiol*, 70: 2976-2978, 2017.

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

## 文 献

- 1) Geva T, Martins JD, Wald RM. Atrial septal defects. *Lancet*, 383: 1921-1932, 2014.
- 2) ESC guidelines for the management of grown-up congenital heart disease. *Eur Heart J*, 31: 2915-2975, 2010.
- 3) Yamano M, Yamano T, Nakamura T, Zen K, Shiraishi H, Shirayama T, Matoba S. Appropriate selection of echocardiographic guidance for transcatheter atrial septal defect closure. *Int J Cardiovasc Imaging* (in press doi: 10.1007/s10554-020-01778-9)
- 4) 日本脳卒中学会, 日本循環器学会, 日本心血管インターベンション治療学会. 潜在性脳梗塞に対する経皮的卵円孔開存閉鎖術の手引き, 2019. [http://www.jsts.gr.jp/img/tebiki\\_seninsei\\_noukousoku.pdf](http://www.jsts.gr.jp/img/tebiki_seninsei_noukousoku.pdf)
- 5) Verheugt FWA, Granger CB. Oral anticoagulants for stroke prevention in atrial fibrillation: current status, special situations, and unmet needs. *Lancet*, 386: 303-310, 2015.



## 著者プロフィール



中村 猛 Takeshi Nakamura

所属・職：京都府立医科大学大学院医学研究科循環器内科学・准教授  
京都府立医科大学附属病院医療安全管理部 副部長

略 歴：1995年4月 京都府立医科大学卒業，第二内科入局  
1996年4月 済生会京都府病院循環器科  
1999年4月 京都府立医科大学循環器内科学大学院  
2003年4月 京都府立与謝の海病院循環器科  
2006年4月 京都府立医科大学循環器内科学 助教  
2009年4月 京都府立医科大学循環器内科学 学内講師  
2019年7月 京都府立医科大学循環器内科 講師  
2020年4月 京都府立医科大学循環器内科 准教授

専門分野：冠動脈疾患及び構造的な心疾患に対するインターベンション治療

最近興味のあること：当院における医療安全体制の構築

主な業績：1. SHD インターベンションハンドブック（分担執筆）医学書院 「心房中隔欠損症（ASD）」の項担当 171頁～192頁 2013.

2. Yanishi K, Nakamura T, Nakanishi N, Yokota I, Zen K, Yamano T, Shiraishi H, Shirayama T, Shiraishi J, Sawada T, Kohno Y, Kitamura M, Furukawa K, Matoba S. A Simple Risk Stratification Model for ST-Elevation Myocardial Infarction (STEMI) from the Combination of Blood Examination Variables: Acute Myocardial Infarction-Kyoto Multi-Center RiskStudy Group. *PLoS One*, **11**: e0166391, 2016.

3. Yamano M, Yamano T, Iwamura Y, Nakamura T, Shiraishi H, Shirayama T, Matoba S. Impact of Left Ventricular Diastolic Property on Left Atrial Function from Simultaneous Left Atrial and Ventricular Three-Dimensional Echocardiographic Volume Measurement. *Am J Cardiol*, **119**:1687-1693, 2017.

4. Kodama N, Nakamura T, Yanishi K, Nakanishi N, Zen K, Yamano T, Shiraishi H, Shirayama T, Shiraishi J, Sawada T, Kohno Y, Kitamura M, Furukawa K, Matoba S. Impact of Door-to-Balloon Time in Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction Who Arrived by Self-Transport -Acute Myocardial Infarction-Kyoto Multi-Center Risk Study Group. *Circ J*, **81**: 1693-1698, 2017.

5. Yamano M, Yamano T, Nakamura T, Zen K, Shiraishi H, Shirayama T, Matoba S. Appropriate selection of echocardiographic guidance for transcatheter atrial septal defect closure. *Int J Cardiovasc Imaging* (in press doi: 10.1007/s10554-020-01778-9), 2020.