

# 経皮的卵円孔開存(PFO)閉鎖術について

立川綜合病院 循環器内科 医長 那須野 暁光

## 卵円孔開存(PFO)と脳梗塞

原因の特定が困難な脳梗塞(潜在性脳梗塞: Cryptogenic Stroke)にはさまざまな病態が含まれますが、脳塞栓症が強く疑われるものの、明らかな塞栓源を同定できない脳梗塞のことを塞栓源不明脳塞栓症(Embolic Stroke of Undetermined Source; ESUS)と呼び、その中で卵円孔開存(Patent Foramen Ovale; PFO)が関与するものを、卵円孔開存関連脳梗塞(PFO-related stroke)と呼んでいます。

卵円孔(Foramen Ovale)は心房中隔の中央に組織が重なり合うようにできた穴のことで、通常は出生直後に閉鎖しますが、成長後も閉じずに残っている場合があります、この状態をPFOといいます(図1)。成人の3~4人に1人は存在するといわれており、多くの場合は無害で症状もなく、治療の対象にはなりません。



PFO

図1 卵円孔開存

卵円孔周囲の一次中隔と二次中隔が完全に癒合しない場合、フラップ状の一方向弁の形態となり、腹圧をかけた際など右房圧が左房圧を超えた場合に右左短絡を生ずるようになる。

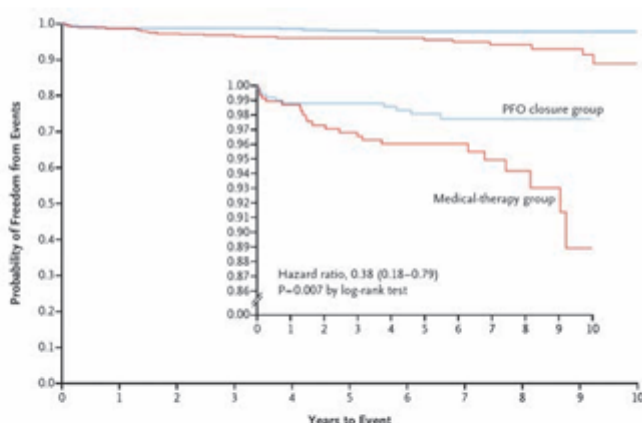


図2 RESPECT研究長期フォローアップデータ

アンブラッツァー PFO閉鎖栓を用いたPFO閉鎖術は、薬物療法と比較し奇異性脳塞栓(原因不明の脳梗塞発症)再発予防効果が優れていることが証明された。

しかしながら、PFOが脳梗塞や一過性脳虚血発作の原因となることがまれにあります。静脈系に生じた血栓が、咳、排便などをきっかけに一過性に静脈圧が上昇した際に、PFOを介して右心房から左心房、動脈系の血管に流れ、塞栓症を発症するというものです。一般的に短絡路を介して静脈系の塞栓子が動脈系に流れ、塞栓症を生じる病態を奇異性塞栓症(Paradoxical Embolism)と呼びますが、卵円孔開存関連脳梗塞は奇異性塞栓症最多の原因であり、比較的若い人(40歳前後)に多い傾向があります。

これまでは卵円孔開存関連脳梗塞に対する治療法は確立しておらず、アスピリン内服などの薬物療法がおこなわれていましたが、2017年に経皮的PFO閉鎖術が薬物療法に比して脳梗塞再発を大きく低減することがわかり<sup>1)</sup>、2019年12月から本邦でも保険適応となりました(図2)。

## PFO閉鎖栓デバイス

閉鎖栓デバイスは医療用の布で覆われた金属性メッシュで作られた2枚のディスクで構成されており、カテーテルを用いてこの2枚のディスクを、それぞれ左心房側、右心房側の心房中隔に展開し、卵円孔を挟み込むようにして閉鎖するというものです。手技時間は1~2時間程度で、経過が順調であれば24時間以内の退院も可能とされています(図3)。

## 経皮的PFO閉鎖術の適応

経皮的PFO閉鎖術は、病歴、頭部CT、MRIなどから脳塞栓症が疑われるものの、胸部CT、頸動脈エコー、心エコー、長時間心電図などで、発作性心房細動や高リスク塞栓源心疾患、頸動脈、大動脈の粥状硬化性病

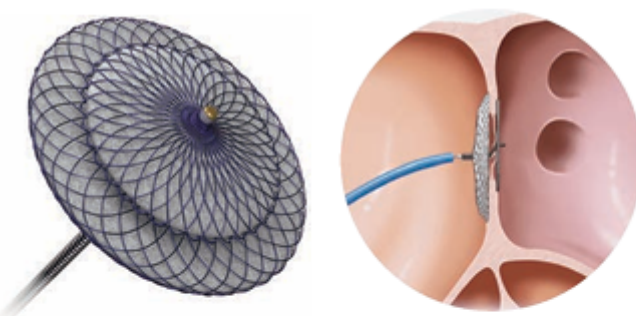


図3 アンブラッツァー PFO閉鎖栓

2枚のディスクからなり、それぞれ左心房側、右心房側の心房中隔に展開し、卵円孔を挟み込むようにして閉鎖する。

変など明らかな塞栓源を認めず、モダリティにてPFOが認められた場合に適応が検討されます。脳梗塞発症にPFOがどの程度寄与しているかを予測するツールにRoPE (Risk of Paradoxical Embolism) スコアがあり(図4)、RoPE スコアが高値であるほど、PFOの脳梗塞発症への寄与は高いとされています<sup>2)</sup>。経皮的PFO閉鎖術の適応決定は神経内科、脳神経外科、循環器内科で構成されるブレインハートチームにより行われます。

## PFOの存在診断

PFOの存在診断は心エコーで行いますが、短絡血流は通常のカラードプラーのみでは検出が難しい場合が多く、血液と生理食塩水と少量の空気を混ぜて極小の泡(マイクロバブル)を作り、静脈から右心房へ注入しながら、短絡血流の有無を調べるマイクロバブルスタディーが行われます。短絡血流はバルサルバ負荷(息こらえ)や咳払いをしてもらって、右心房の圧を高めることで検出力が高まります。経食道心エコーによるバルサルバ負荷併用マイクロバブルスタディーはPFOの存

在診断のみならず、PFOの形態、右心房内構造物の評価などに極めて有用であり、経皮的PFO閉鎖術の術前には必須の検査ですが、近年はPFO患者様の抬り上げのために、経胸壁心エコーでのバルサルバ負荷併用マイクロバブルスタディーも広く行われています(図5)。経胸壁心エコーではPFOの形態や右心房内構造物などの十分な評価は困難ですが、実施が容易であり、鎮静を必要としないため、バルサルバ負荷を十分かけることができるという利点があります。マイクロバブル注入直後から左心系にバブルが確認できれば、短絡血流ありと判断でき、さらなる精密検査のため、経食道心エコーによるバルサルバ負荷併用マイクロバブルスタディーを追加するということになります。

当院は2022年11月に新潟県内で初めて経皮的PFO閉鎖術の実施施設に認定されました。塞栓源不明の脳塞栓症でPFOの存在が確認されている患者様のみならず、マイクロバブルスタディーなどによるPFOスクリーニングを実施することが望ましいと思われる患者様がいらっしゃいましたら、ご相談いただければと思います。

| 各因子                  | 点数 |
|----------------------|----|
| 高血圧なし                | 1  |
| 糖尿病なし                | 1  |
| 脳梗塞(stroke)・TIAの既往なし | 1  |
| 非喫煙者                 | 1  |
| 画像検査での皮質硬塞           | 1  |
| 年齢(歳)                |    |
| 18-29                | 5  |
| 30-39                | 4  |
| 40-49                | 3  |
| 50-59                | 2  |
| 60-69                | 1  |
| ≥70                  | 0  |

図4 RoPE (Risk of Paradoxical Embolism) スコア

動脈硬化のリスク、画像所見、年齢を項目とし、0~10点の間で加点評価する。RoPEスコアが高値であるほど、PFOの脳梗塞発症への寄与は高いとされ(9~10点の患者の88%はPFOが脳梗塞発症に関与)<sup>2)</sup>、PFO閉鎖術による脳梗塞再発抑制効果も高いことが示されている<sup>3)</sup>。



ブレインハートチーム

神経内科医長  
田中陽平

循環器内科医長  
那須野暁光

脳神経外科医長  
野村俊春

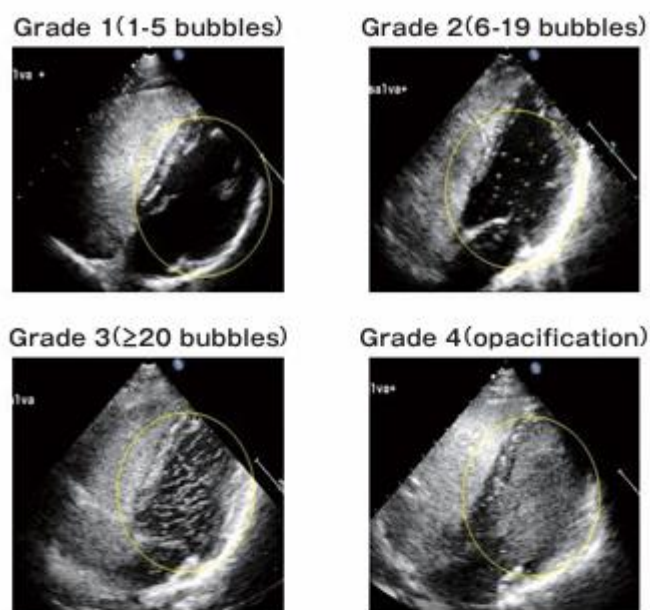


図5 経胸壁心エコーによるバルサルバ負荷併用マイクロバブルスタディー  
経胸壁心エコーは鎮静を必要とせず、十分なバルサルバ負荷の実施が可能。左心系に検出されるバブル量によりGrade 1から4まで分類され、Grade 1 (バブル5個以下) の場合はPFOの存在する可能性は低く、Grade 2 (6~19個、Grade 3 (20個以上)、Grade 4 (心腔全体の描出) の場合にはPFOの存在が強く示唆される<sup>4)</sup>。

## 参考文献

- 1) Saver JL, et al. *N Engl J Med.* 2017; 377: 1022-1082
- 2) Stranbo D, et al. *Stroke.* 2021; 52: 1643-1652
- 3) Kent DM, et al. *Stroke.* 2020; 51: 3119-3123
- 4) 潜在性脳梗塞に対する経皮的卵円孔閉鎖術の手引き(2019年5月)  
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