

TAVI | テクニカル ハンドブック

改訂 **2** 版

多田憲生

仙台厚生病院循環器内科

2 版の序

TAVI テクニカルハンドブック初版を刊行してから数年が経過した。私にとって初めての単独執筆による書籍であったが、これまで多くの読者の方々から感想やご意見をいただく機会に恵まれた。なかでも面識のない医療従事者の方々が本書を手に取り、日常診療や手技の参考として活用してくださっていると伺うたびに、書籍が持つ影響力の大きさを実感する。本書が、私自身が長年追求してきた「TAVI の標準化」に少なからず貢献できているのであれば、著者としてこれほど嬉しいことはない。

一方で、TAVI の進歩は極めて速い。わずか数年の間にも新たなデバイスが登場し、新しい手技や治療戦略が日常診療に取り入れられていく。さらに、私自身の経験の蓄積とともに、手技に対する考え方や重視するポイントも少しずつ変化してきた。その結果、初版刊行時には十分と考えていた内容にも、改めて補足や修正を加えるべき点が少なくないことに気づかされた。今回改訂版の出版を決意した最大の理由は、まさにそこにある。

ところで、私が SHD インターベンションに携わるなかで、常に大切にしている考え方がある。それは、心臓を三次元構造として捉えることである。

外科手術では術者が実際に心臓を目の前にして操作するため、もともと三次元的な理解が前提となっている。一方、カテーテルインターベンションでは透視、CT、心エコーといった画像情報を通じて心臓の構造を理解し、デバイスを操作する。私たちが日常的に目にしている画像は二次元であるが、実際の心臓には軸があり、奥行きがあり、複雑な立体構造が存在する。そのため術者には、得られた情報を頭の中で三次元化し、解剖学的構造やカテーテルの位置関係を正確に把握する能力が求められる。

しかし、単に多くの画像情報を集めればよいわけではない。CT や心エコーには三次元再構築の技術が存在するが、最終的に私たちが勝負する舞台は二次元の透視画面下であり、限られた情報から三次元立体構造をイメージし、デバイスの挙動を予測しながら操作する力こそが重要であると私は考えている。

左室を LAO cranial で観察すること、大動脈弁を perpendicular view だけでなく en face view で評価すること、自己拡張型 TAVI を cusp-overlap view と LAO view を切り替えながら展開する、deep RAO view や L 分離 cusp-overlap view まで駆使すること——これらはすべて、透視角度の意味を理解し、その画像がどのような三次元情報を表現しているのかを意識するための工夫である。本書では、それぞれの手技やテクニックを紹介するだけでなく、その背景にある解剖学的な考え方や画像の捉え方についてもできる限り解説したつもりである。

私が長年追求してきた「TAVI の標準化」とは、単に手順を統一することではない。同じ画像を見たときに同じ解剖学的構造を認識し、同じ現象を理解し、そして同じようにカテーテル操作を考えられることである。その共通言語を築くことこそが、私の考える標準化である。

本書が、TAVI に携わるすべての医療従事者にとって日常診療の一助となり、より安全で再現性の高い治療につながることを願っている。

2026 年 7 月

多田 憲生

術前評価

第

1

章

1

アクセス評価①：総腸骨動脈から大腿動脈

要点

- ✓ 術前評価は経大腿動脈アプローチ（transfemoral approach：TF）が可能かどうかから始まる
- ✓ 推奨血管径を満たしていても柔らかい病変はたいてい通過可能
- ✓ 全周性の石灰化が連続している腸骨動脈は避けた方がよい

さあ TAVI（transcatheter aortic valve implantation，経カテーテル大動脈弁留置術）するぞ、となって CT を撮影したら、まずは経大腿動脈アプローチ（transfemoral approach：TF）が可能かどうかを評価しましょう。TF に勝るアプローチはありません。しかし適さない症例に TF を強行したら合併症の振り返りに遭います。そのような症例は alternative approach にまわさないといけません。その境界線をしっかりと見定めることがとても大切です。

まず、総腸骨動脈から大腿動脈まで大口径シースが入るために必要な最小血管径を満たしているかを確認しましょう。TAVI 弁とそのサイズによってシースサイズは決まり、最小血管径が規定されます

1-1-1 .

最小血管径に満たない場合は、その部位の性状をみましょう。狭窄病変ではなく血管性状は良好で、ただ血管径が足りないような時があります。一般的に総腸骨動脈から大腿動脈の間では、外腸骨動脈が

1-1-1 TAVI 弁に該当するシースサイズ、最小血管径

SAPIEN3	20 mm	23 mm	26 mm	29 mm	
E シースサイズ	14 Fr	14 Fr	14 Fr	16 Fr	
最小血管径	5.5 mm	5.5 mm	5.5 mm	6.0 mm	
Evolut	23 mm	26 mm	29 mm	34 mm	
インラインシースサイズ	14 Fr	14 Fr	14 Fr	18 Fr	
最小血管径	5.0 mm	5.0 mm	5.0 mm	6.0 mm	
アウターシースサイズ	18 Fr	18 Fr	18 Fr	22 Fr	
最小血管径	6.0 mm	6.0 mm	6.0 mm	7.3 mm	
Navitor Vision	23 mm	25 mm	27 mm	29 mm	35 mm
インテグレートシースサイズ	14 Fr	14 Fr	15 Fr	15 Fr	15 Fr
最小血管径	5.0 mm	5.0 mm	5.5 mm	5.5 mm	5.5 mm
アウターシースサイズ	18 Fr	18 Fr	20 Fr	20 Fr	20 Fr
最小血管径	6.0 mm	6.0 mm	7.0 mm	7.0 mm	7.0 mm

基本手技

第 2 章

1 大腿動脈穿刺からクロージャーデバイス

要点 ✓ クロージャーデバイスのフットを血管前壁に当てる

クロージャーデバイス（パークローズ ProGlide）は、低侵襲かつ短時間に大口径シース挿入部の止血処置が行えるため、是非習得してください。

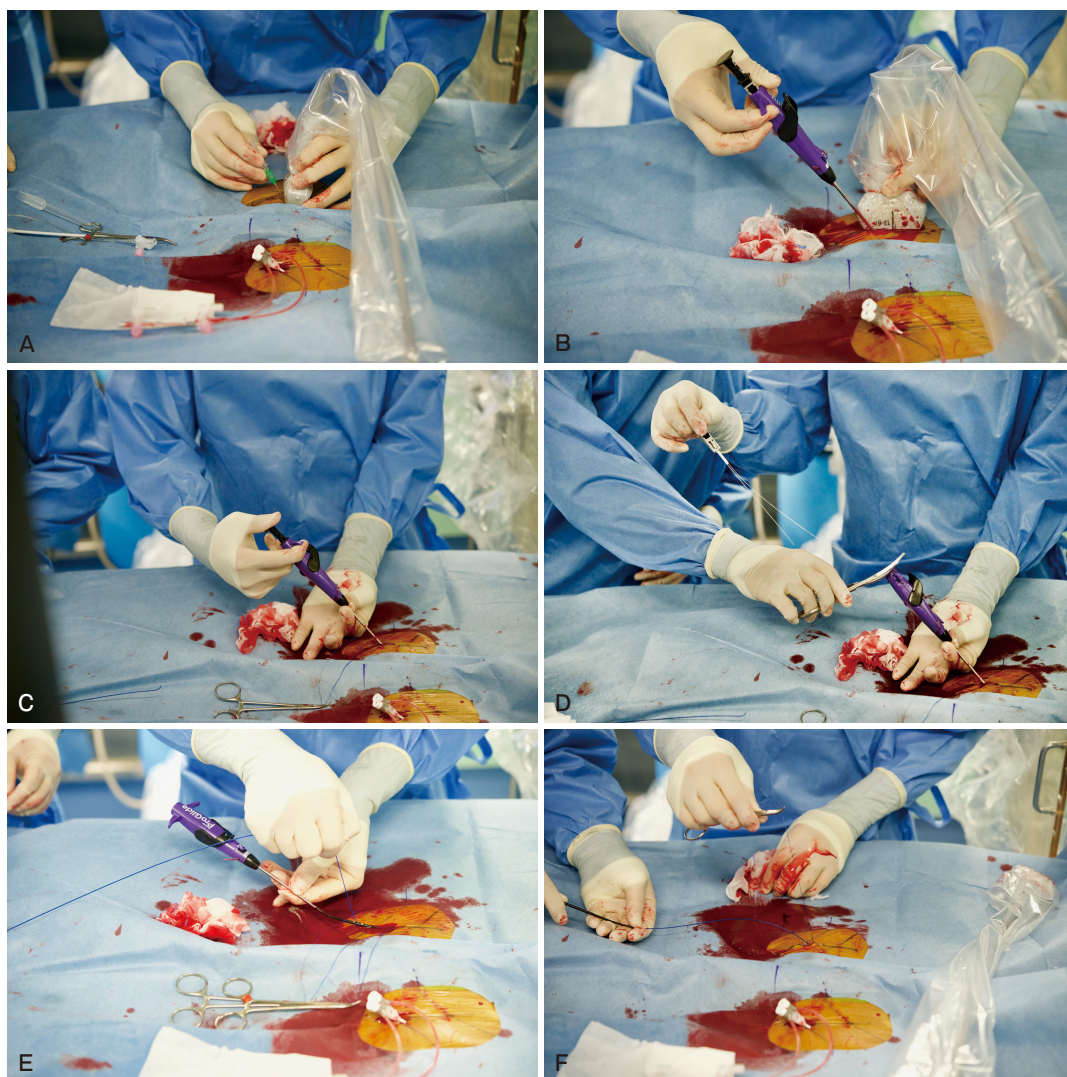
穿刺点を決定したら、X線透視をみてCTで決めた穿刺点と照らし合わせ、エコーガイド下で穿刺します **2-1-1A**。ワイヤーが入ったら、刺入点がわかるようにX線透視記録をしてください **2-1-2A**。これは、後々クロージャーデバイスで糸をかける時や、バルーン、ステントの処理が必要になった時に穿刺点がX線透視上で確認できるので役に立ちます。次に8Fr程度のシースで一度血管を上げた後に、パークローズ ProGlide を挿入します。ガイドワイヤーポートが穿刺点の手前にきたら、ワイヤーを抜去して、パークローズ ProGlide をさらに進めましょう。プロキシマルマーカータッチから動脈性の血流が出たら、1番のレバーを倒すとフットが展開されます。フットが展開されたら、フットが血管前壁に当たるところまでデバイスを引いてください。ここで、“血管後壁を引っかけずに血管前壁だけフットが接触している”ことを複数の方法で確認しましょう。これが、パークローズ ProGlide の中で、最重要ポイントです。

Tips 血管後壁を引っかけずに血管前壁だけフットが接触していることを確認する方法

- パークローズ ProGlide を引いて止まる感触：ヌルッと止まる感じはどこか引っかかっていることが多い。カツッと止まる感触が正しい。
- 透視上で、ワイヤーの刺入点とフットが一致している **2-1-2**。
- エコーでフットが血管前面にかかっていることを確認する **2-1-1B** **2-1-4**。

是非エコーでクロージャーデバイスの“フット”を確認する手技を習得してください **2-1-4**。穿刺点の血管前面にフットがかかっていること、後面を引っかけていないことをエコーで視覚的に確認することができるので、不成功率を下げることができます¹⁾。

血管前面にフットがかかっていることを確認したら、2番のブランジャーを打ちこみます。この時、**2-1-1C** のように左手でデバイスを引きながら、ブランジャーを打ち込んでください。この所作がな



2-1-1

いとブランジャーを打ち込む時にデバイス全体が中にグッと押し込まれて血管前面からフットが逃げてしまいます。

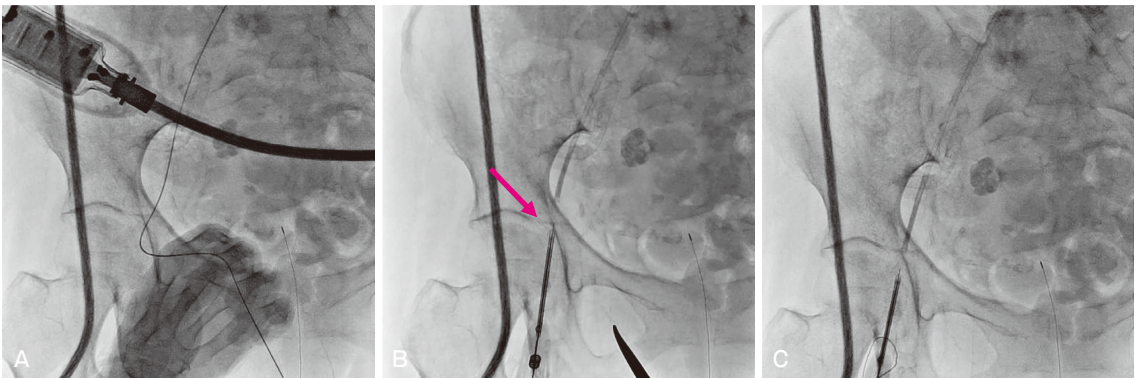
ブランジャーを打ち込んだら3番のブランジャーを引きましょう。ブランジャーを引いていくとノットが進んでいきます。ブランジャーがピンと張るまで引くとノットは皮下に入っていきます。

2-1-1D のようにブランジャーがピンと張る前にハサミで糸を切ることで、ノットを体外に出すこともできます。ノットを体外に出すことで、状況によってその糸を切って使わないという選択をとることもできます。

フットが血管前面から少し離れるように少し押してから4番のフットを戻します。

ガイドワイヤーポートが体外に出るまで引いたら、ノットを把持して、ガイドワイヤーポートにワイヤーを挿入しましょう **2-1-1E**。

ワイヤーを残して、デバイスを抜去します。この時、出血が起きますが、 **2-1-1F** のように2本の

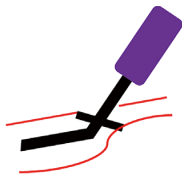
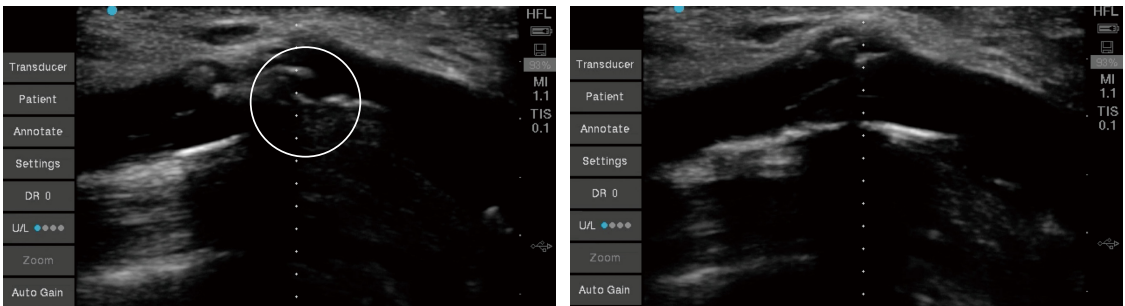


2-1-2

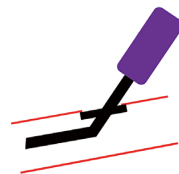
- A) ワイヤーを大腿動脈に挿入した時点で透視記録を行う。
 B) パークローズ ProGlide を穿刺点と考える場所で透視記録を行ったところ、ワイヤーで確認した穿刺点よりもフットの位置が少し近位部だった。
 C) 再度パークローズ ProGlide をセットし直し、ワイヤーとフットが一致する部位にセットしたことを確認した。



2-1-3 パークローズ ProGlide の各部名称



A) フットが血管後壁を引っかけている



B) フットが後壁にかからずに、前壁に当たっている

2-1-4 エコーガイドでクロージャーデバイスの“フット”を確認

血管内エコーで大腿動脈長軸下でクロージャーデバイスを描出する。フットが A から B へと引けて大腿動脈前壁に接触し、かつ後壁を引っかけていないことが確認できる。

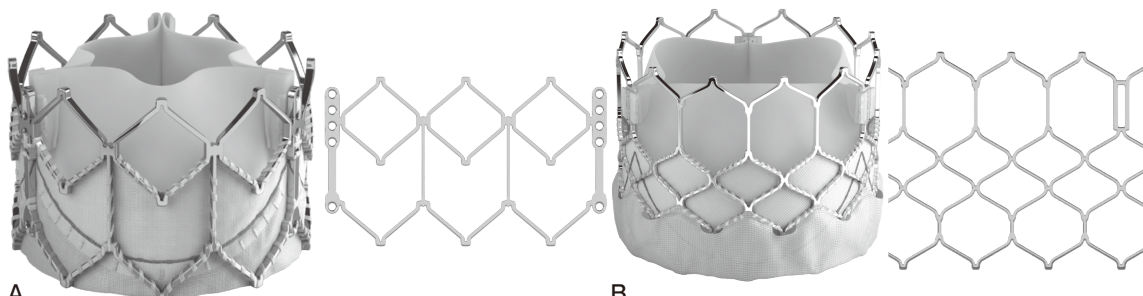
1 SAPIEN3 の構造

要点

- ✓ バルーン拡張型 TAVI 弁
- ✓ 拡げれば拡がるし、拡げなければ拡がらない
- ✓ SAPIEN XT と比較して、縦バーをなくしセル数を増やすことによって柔軟で強度の高いプラットフォームとなった
- ✓ SAPIEN3 Ultra RESILIA になってアウタースカートによる PVL 抑制効果が増した

SAPIEN3 はバルーン拡張型 TAVI 弁です。プラットフォームの素材は多くの冠動脈ステントに用いられているコバルトニッケルクロムです。自己拡張能はありませんので、拡げなければ拡がりません。しかし、強度がありますので拡がった形態を維持します。例えば nominal より少ないボリュームで拡げる underfilling で拡張し規定以下の大きさに留置してもその形態を維持しますし、逆に nominal より大きいボリューム (overfilling) で拡張しても、規定以上の大きさに拡張されその形態を維持します。ですので、術者の意図した拡がりを作ることができるともいえます。これに対して、自己拡張型 TAVI 弁は、そのプラットフォームの自己拡張能の分だけしか拡がることができません。

冠動脈ステントのプラットフォームも改良の歴史がありましたが、SAPIEN3 も 1 世代前の SAPIEN XT と比較すると大きな改善があります **3-1-1**。SAPIEN XT には弁尖を縫いつけるために厚い縦方向のバーが 3 本あります。そして、その間にも細い縦バーがあり、縦バーの間にセルが構成されています。



- A**
- ・ステント接合部あり。
 - ・縦バーあり。
 - ・セル数少ない。

- B**
- ・ステント接合部なし。
 - ・縦バーなし。
 - ・セル数多い。

3-1-1 SAPIEN XT (A) と SAPIEN3 (B) のプラットフォーム

応用治療

第 6 章

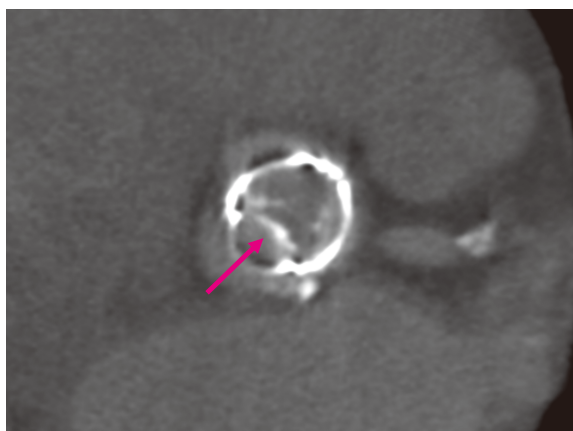
1 TAV in SAV①：適応

要点

- ✓ TAV in SAV は外科生体弁サイズで術後の有効弁口面積（effective orifice area: EOA）が決まる
- ✓ AS は適応を疑うこと。外科生体弁の変性をとらえよう
- ✓ AR はよい適応。transvalvular leakage (TVL) であることを確認しよう

TAV in SAV の適応については、「2020 年改訂版 弁膜症治療のガイドライン」で手術リスクの高い有症候性の重症大動脈弁位人工弁狭窄症または重症大動脈弁位経弁逆流とされています（クラスⅡa, エビデンスレベル C）。要するに AS だけでなく AR も適応ということです。ただし、TAV in SAV は外科人工弁の中に入れるために、もともと入っている外科人工弁が小さいサイズであれば、大きな EOA は期待できないということを知っておいてください。

それを、踏まえて TAV in SAV の適応理由が例えば最大血流速度 4.0 m/s、連続の式による弁口面積 0.8 cm^2 というようなギリギリ重症 AS である場合、“ん？ 外科人工弁のサイズは何だろう？ 小さいサイズだったら、TAV in SAV をしてもちょっとしか良くならないのではないか？”と疑ってください。もしかすると、外科人工弁の prosthesis-patient mismatch (PPM) をみているだけで劣化はしていないこともあります。 ですので、AS の場合は外科生体弁の変性をエコーや CT で確認できるとよいと思います **6-1-1**。



6-1-1



CEP 弁の弁尖に石灰化がみられる。弁尖の変性であり AS の原因となるため TAV in SAV の適応として妥当と考える。