●症例報告●

IMPEDEを用いて右内腸骨動脈を塞栓しEVARを施行した1例

比嘉章太郎, 永野 貴昭, 上門あきの, 安藤 美月, 山城 聡

要 旨：本年2月より新しい塞栓物質としてShape memory polymerを用いたIMPEDEが認可されたため、その初期経験を報告する。症例は82歳男性。右内腸骨動脈瘤に対してEVARに先がけIMPEDE（IMP-10）を用いて上殿動脈・下殿動脈をそれぞれ塞栓した。血栓形成遅延を予防するため、塞栓確認造影のタイミング・回数を検討する必要があるが、術後CTではアーチファクトが少なく、エンドリークの評価がしやすいことから、IMPEDEは今後期待される塞栓物質である。（J Jpn Coll Angiol 2020; 60: 167–170）

Key words: IMPEDE, Shape memory polymer, Internal iliac artery embolization

受付：2020年4月27日 受理：2020年7月27日 公開：2020年9月10日

序 言

胸部大動脈瘤および腹部・腸骨動脈瘤に対するステントグラフト内挿術の際に、ランディングゾーン延長・タイプ2エンドリーク予防目的に頸部分枝動脈・腹部分枝動脈への塞栓治療を併施する症例は15%にも及ぶと報告されている¹⁾。これまで塞栓物質として、プラグやコイルなどが一般的であり、安定した成績を収めている。しかしプラグでは再疎通が多いとの報告^{2,3)}や、コイル塞栓ではコイルの本数を使用するため、コストの問題が生じている⁴⁾。新たな塞栓物質として近年注目されているShape memory polymer（SMP）は、高い生体適合性、体温により膨張するという特性を備えた塞栓物質であり、欧米では既に塞栓治療のため臨床現場で導入されている。

2020年2月より使用可能となったIMPEDE（Shape Memory Medical, Inc. California, USA）は、SMPを用いた本邦初のデバイスである。IMPEDEは高い塞栓効果が報告⁵⁾されており、生体組織に置き換わる性質からその長期成績も期待できる新たな塞栓デバイスと考えられる。今回、IMPEDEを用いて内腸骨動脈塞栓術の初期経験を報告する。

症 例

症 例：82歳，男性

琉球大学大学院医学研究科胸部心臓血管外科学講座
doi: 10.7133/jca.20-00017

主 訴：右内腸骨動脈瘤

現病歴：5年前に左内腸骨動脈瘤に対して当院にて腸骨動脈ステントグラフト内挿術+左内腸骨動脈コイル塞栓施行歴のある男性。当時より、右内腸骨動脈瘤も認めていたが、瘤径から定期CTフォローとなっていた。経過で右内腸骨動脈瘤の瘤径拡大を認めたため、手術適応となった。

既往歴：狭心症に対して冠動脈形成術、高血圧・脂質異常症にて内服加療中。

嗜好：喫煙歴なし

入院時現症：身長：161 cm，体重：78 kg，血圧：130/60 mmHg，脈拍：60/min

血液検査：肝腎機能に異常は認めなかった。

造影CT検査所見（Fig. 1）：最大径31 mmの右内腸骨動脈瘤で、前回術後は24 mmであり拡大傾向を認めた。塞栓ターゲットである上殿動脈径は8.2 mm，下殿動脈径は7.3 mmであった。

左内腸骨動脈瘤に対してEVAR+コイル塞栓後であり、エンドリークを認めず瘤径は不変であった。

手術所見（Fig. 2）：手術は全身麻酔下に施行。まず、IMPEDE（Shape Memory Medical, Inc. California, USA）を使用し、左大腿動脈経皮的アプローチで、右上殿・下殿動脈のプラグ塞栓を行った。ヘパリン2,000単位静注後6 Fr シースを挿入し、ラジフォーカスガイドワイヤーを用いて5 Fr IMAGERII カテーテルを右内腸骨動脈へ留置し、選択的造影を行った。ラジフォーカスガイドワイヤーで上殿動脈へ選択的カニューレション後に、ガイドワイヤーをRosen Curved ガイドワイヤー（COOK Medi-

Figure 1 Contrast-enhanced computed tomography 5 years after EVAR

A: 3D-CT angiography at admission. B: In the early phase, right internal iliac artery aneurysm (31 mm in diameter) was revealed (arrow). C: Right internal iliac artery aneurysm (24 mm in diameter) 5 years before (arrow).

Figure 2 A: Selective angiogram of the right internal iliac artery before embolization (black arrow: superior gluteal artery, white arrow: inferior gluteal artery). B: Selective angiogram of the right internal iliac artery after embolization recognized delayed contrast (black arrow: superior gluteal artery, white arrow: inferior gluteal artery, red arrows: Shape memory polymer). C: Final angiogram after EVAR revealed no retrograde endoleakage from the right internal iliac artery.

Figure 3 Contrast-enhanced computed tomography revealed no type II endoleakage from the right internal iliac artery. Also, less artifact due to coil was observed in right internal iliac artery compared that left internal iliac artery.

cal, Inc. Indiana. USA) へ交換した。続いて IMAGERII カテーテル (Boston Scientific Corporation, Massachusetts. USA) を 6 Fr Ansel ガイディングシース (COOK Medical, Inc. Indiana. USA) へ交換した。その後 IMPEDE Embolization Plug (IMP-10) を挿入し、0.038 inch の Fixed Core ガイドワイヤー (COOK Medical, Inc. Indiana. USA) を用いてシース内をデリバリした。Anchor coil がシースより出たところで、ガイドワイヤーを固定してアンシースすることにより上殿動脈へ IMPEDE Embolization Plug を留置した。5 分経過したところでガイディングシースより造影したが、留置した Plug の末梢側まで造影された。続いて下殿動脈へアプローチし、同様に IMPEDE Embolization Plug (IMP-10) を挿入、留置した。1 つ目の IMPEDE 留置から 30 分 (下殿動脈へ留置後 15 分) 経過しガイディングシースより造影すると Flow が遅延しており、十分閉塞すると判断した。

右大腿動脈より 6 Fr シースを挿入し、ラジフォーク

スガイドワイヤーを用いて 5 Fr IMAGERII カテーテルを胸部下行大動脈へ留置した。ガイドワイヤーを Rosen Curved ガイドワイヤーへ交換後に 6 Fr シースを 14 Fr DRYSEAL シース (W. L. Gore & Associates, Inc. Delaware. USA) へ交換した。Excluder の脚 (PLC141200J) (W. L. Gore & Associates, Inc. Delaware. USA) を挿入し、大動脈分岐部直下から展開した。最終造影でエンドリークがないことを確認して終了とした。

術後 1 日目より食事、リハビリを開始した。臀筋跛行は認めなかった。術後 3 日目に施行した造影 CT (Fig. 3) で明らかなエンドリークは認めず、術後 5 日目に自宅退院した。

考 察

これまで塞栓物質としてはプラグやコイルなどが一般的であるが、再疎通の報告^{2,3)}や、コイル塞栓ではコストの問題が生じている⁴⁾。

現行デバイスの欠点を補うべく新しく開発された塞栓物質として Shape memory polymer (SMP) がある。Hornらはブタの内頸動脈瘤モデルを作成し、コイルとSMPとで治療した場合を比較し、90日・180日のいずれにおいてもSMPの方が良好な治癒傾向を示していたと報告している⁵⁾。この報告では留置されたSMP全体に結合組織浸潤が見られ、血管の閉塞を引き起こしていた。結合組織沈着と癒痕形成は、術後の再疎通を防ぐための重要なステップであり、長期塞栓効果の観点からSMPを使用するメリットと考えられる。

本邦でもSMPを用いた塞栓物質が本年2月から使用可能となった。IMPEDE (Fig. 4) は現在3つの規格で展開されており、2–10 mmまでの血管径を対象としている。SMP plugの長さは10–15 mmであるが、実際の留置範囲はAnchor coilの長さ含めて2.0–4.5 cmとなるため、Anchor coilの巻き具合を考慮して留置開始位置を決定することが肝要である。

IMPEDEは37°Cの生態環境下において、約5分で最大拡張を得られるとされている。また多孔性の物質に血球成分が付着することにより、凝固カスケードが活性化し血栓を形成し塞栓状態となる。この状態のIMPEDEに対して塞栓効果確認造影の際、プラグ近位部から造影をすると、血流ジェットにより容易にIMPEDE遠位側が造影されてしまう現象が生じた。まだ不完全な塞栓状態へフラッシュすることで、形成されかけた血栓が流され塞栓状態の形成遅延が起こる可能性がある。よってプラグ留置後、塞栓効果確認の際には造影カテーテル位置に工夫が必要であり、内腸骨動脈へのプラグ留置ならばその上流の総腸骨動脈から確認造影をすることが望ましいと考える。また何度も造影すると、そのたびに血流ジェットによりフラッシュをされることになる。血栓形成の遅延やIMPEDEの拡張速度低下にもつながる可能性があるため、確認造影のタイミング・回数をより慎重に決定する必要がある。自験例のように2本以上の動脈へ塞栓を予定する場合には、1つ目のデバイス留置5分後の造影を省略することで、先に留置したIMPEDEの血栓形成を遅延させない工夫が必要であったと反省している。

デバイス留置時にSMP plugがAnchor coil内に捕捉されると、デバイス拡張が不完全になる可能性があるため注意が必要である。そのためAnchor coilが血管内へ出た後は、シースを引くことによりSMP plugを血管内へ留置するが、腸骨動脈の屈曲が強い症例では、シースを引くことで血管の蛇行が矯正され、シース先端やデバイスをデリバリーするために使用したガイドワイヤーが意図せ

Figure 4 A: IMPEDE before expanded shape memory polymer. The IMPEDE is made from a Shape Memory Polymer Plug, a distal pre-shaped helical Anchor Coil comprised of nitinol and platinum (blue arrow), and a proximal platinum marker band (black arrow). B: Fully expanded shape memory polymer (red arrow). (Courtesy of Shape Memory Medical, Inc.)

ず進行することもあるので、その位置関係を適宜確認することが望ましい。

塞栓物質としてコイルを選択した場合、術後施行した造影CTで、コイルのアーチファクトによりエンドリークの判定に難渋することがしばしば経験される。対してIMPEDEに使用されているコイルはあくまでアンカリングのためであり、塞栓部位にはSMP plugが留置されることになる。そのためアーチファクトが少なく術後造影CTでのエンドリークの評価が容易であった。このことは術後評価を行っていく上では特筆すべきことと思われる。

IMPEDEの留置方法は対側から大動脈分岐部を越えてアプローチするバスキュラープラグとはほぼ同様である。デリバリーに使用するカテーテルあるいはガイディングシースも対象血管径10 mmの対象血管径であればどちらも6 Frと同等である。保険償還価格はAMPLAZTERバスキュラープラグと同価格の¥131,000であり、この点に関しても違いはない。コイルと比較しバスキュラープラグがコストの面でも優れているという報告⁴⁾もあることから、IMPEDEも同様にコスト面でも期待される。

IMPEDEは留置位置の再調整ができないことがデメリットであるため、この点に関しては改良が待たれる。留置後に結合組織へ置き換わり、体内に異物として残存するものがAnchor coilだけになることはIMPEDEを使用するメリットであり、今後塞栓物質の選択肢の1つになりえると思われる。

結 語

今回本邦で使用可能となったIMPEDEに関する初期経験を報告した。コイル使用時と確認造影の方法・タイミングを変えるなどの工夫は必要であるが、アーチファクトが少なく術後のエンドリークの評価がしやすいこと、

バスキュラープラグと比較しコストの面でも遜色がない。IMPEDEは塞栓物質の1つとして本邦での使用が期待される。

利益相反

著者および共著者全員に利益相反はない。

文 献

- 1) Bosanquet DC, Wilcox C, Whitehurst L, et al; British Society of Endovascular therapy (BSET): Systematic review and meta-analysis of the effect of internal iliac artery exclusion for patients undergoing EVAR. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2017; **53**: 534–548
- 2) Dixon S, Anthony S, Uberoi R: Unsuccessful embolisation of a right internal iliac artery aneurysm using an amplatzer plug in two cases—learning points. *Eur J Radiol Extra* 2011; **79**: e37–e40
- 3) Dorenberg EJ, Hafsahl G, Andersen R, et al: Recurrent rupture of a hypogastric aneurysm caused by spontaneous recanalization of an amplatzer vascular plug. *J Vasc Interv Radiol* 2006; **17**: 1037–1041
- 4) Wong K, Johnson P, Chen Z, et al: A meta-analysis of comparative outcome and cost-effectiveness of internal iliac artery embolization with vascular plug versus coil. *Cardiovasc Interv Radiol* 2020; **43**: 706–713
- 5) Horn J, Hwang W, Jessen SL, et al: Comparison of shape memory polymer foam versus bare metal coil treatments in an in vivo porcine sidewall aneurysm model. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2017; **105**: 1892–1905

EVAR with Embolization of the Right Internal Iliac Artery Using IMPEDE

Shotaro Higa, Takaaki Nagano, Akino Uejo, Mizuki Ando, and Satoshi Yamashiro

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Graduate School of Medicine, University of the Ryukyus,
Okinawa, Japan

Key words: IMPEDE, Shape memory polymer, Internal iliac artery embolization

IMPEDE using Shape memory polymer was approved as a new embolic material in Japan, February 2020. We report a case of an 82-year-old man who was performed the superior and inferior gluteal arteries embolization with IMPEDE (IMP-10) prior to EVAR. Although it is necessary to examine the timing and frequency of contrast for confirming embolism in order to prevent the delay of thrombus formation, post-operative CT has few artifacts and it is easy to evaluate endoleak. We considered that IMPEDE is useful embolic material.

(*J Jpn Coll Angiol* 2020; **60**: 167–170)

Online publication September 10, 2020