

主論文の要旨

**Severe Tortuosity of the Distal Descending Thoracic
Aorta Affects the Accuracy of Distal Deployment
During a Thoracic Endovascular Aortic Repair**

〔胸部下行大動脈遠位の高度屈曲は胸部ステントグラフト内挿術に
おける末梢側留置の正確性に影響する〕

名古屋大学大学院医学系研究科 総合医学専攻
病態外科学講座 血管外科学分野

(指導：坂野 比呂志 教授)

佐藤 誠洋

【緒言】

胸部下行大動脈瘤に対するステントグラフト内挿術(Thoracic endovascular aortic repair: TEVAR)において、Type Ib エンドリーク、あるいは意図しない分枝閉塞を起こさないようにするために末梢端の正確な留置が重要となる。しかし、途中の大動脈の屈曲や瘤の形態により、不正確な留置となることをしばしば経験する。本研究では、TEVAR の末梢展開時において、正確な留置に影響を及ぼす解剖学的因子、および手技に伴う因子について検討を行った。

【方法】

2008年10月から2021年5月まで、当科で426例のTEVARを施行した。その手術記録を参照し、腹腔動脈あるいは上腸間膜動脈直上に留置を試みた56例を後向きに検討した。

カルテから患者背景や、手術に関する情報を収集し、3Dワークステーションを用いて術前後のCT画像の解析を行った。解剖学的変数は、大動脈の径や長さをはじめ、大動脈の屈曲度(tortuosity)を評価する指標として、標的血管から150mmの区間における、大弯長、中心線距離、直線距離、およびそれらの比(Greater curve to Straight line ratio: G/S ratio、Centerline to Straight line ratio: C/S ratio)を解析した。末梢留置の正確性は術後のCT画像を解析して評価した。標的血管起始部中樞端からステントグラフト末梢端までの直線距離を計測、10mm以上離れて留置されたことを“Malposition”と定義し、その予測因子となる解剖学的変数を調査した。ステントグラフト末梢端と、大動脈直行面との角度を、ステントグラフト末梢端の傾きとして計測した。G/S ratioに応じて severe tortuosity 群と mild tortuosity 群に分け、それぞれの群における手術成績、臨床成績について比較検討した。

【結果】

ステントグラフトの Malposition は21例で生じた。解剖学的因子として、Malposition を生じた症例では、G/S ratio が有意に高かった(1.118 vs 1.161; P=0.049)。瘤径や、大動脈屈曲の位置、C/S ratio、デバイスの種類や、本数など、他の解剖学的因子、手術因子では有意差を認めなかった。ROC 曲線解析の結果から G/S ratio のカットオフ値を1.15と定義した結果、severe tortuosity 群が21例、mild tortuosity 群が35例となった。severe tortuosity 群では、ステントグラフト末梢端は標的血管から有意に離れて留置されており(10.0[2.5-19.5] mm vs 3.0 [0-8.0] mm; P=0.015)、ステントグラフト末梢端の傾きも有意に大きかった(21.4 [15.8-24.5]度 vs 9.5 [5.5-12.5]度; P<0.01)。追跡期間中央値39.0 (IQR: 16.0-55.0)月で、Type Ib エンドリークあるいは末梢側追加治療の発生率には有意差を認めず(28.6% vs 17.1%; p=0.248)、Kaplan-Meier 解析でも有意差は認めなかった(p=0.264)。

【考察】

TEVAR と大動脈屈曲との関連についてはいくつかの報告があるが、ほとんどが中枢留置部位、すなわち大動脈弓の屈曲に焦点を当てたものであり、遠位下行大動脈に焦点を当てたものはわずかである。Ueda らは、大動脈の曲率解析を行い、エンドリークを有する症例では大動脈の屈曲度指数が高いことを示した。Nakatamari らは同様の屈曲度指数を用いたエンドリーク予測について報告した。しかし、両者の指数においては複雑な数学的計算を必要とするため、臨床例に適用することは困難であった。Belvroy らによるシステマティックレビューでは、上記文献を引用し、Type Ib エンドリークと屈曲度指数に相関があると結論づけられている。このように、大動脈の屈曲は、臨床転帰を悪化させる因子として報告されているが、展開の精度に及ぼす影響について論じた研究はほとんどない。Berezowski らは 3D プリンターで作成した大動脈のモデルを用いて *in vitro* の実験を行い、またその後の研究で、末梢留置が不正確な群では Type Ib エンドリークが多いことを報告した。

本研究では、G/S ratio、C/S ratio についての解析を行った。G/S ratio が Malposition 群で多かったことは、術前 CT を検討する際に、中心線距離だけでなく大弯長を測定することの重要性を示唆している。G/S ratio は比較的単純な変数であり、複雑な計算をしなくても多くの 3D ワークステーションで測定可能である。

他の因子についても検討を行った。大動脈が標的血管近傍で屈曲している症例では、末梢端展開時の調整が困難であるため、成績が悪いと推定されたが、有意差は認められなかった。また、過去の報告にあるようなステントグラフトが展開される方向についても、デバイス間で有意差は認められなかった。

展開の精度に関係する唯一の変数 G/S ratio を用いた比較検討では、高度屈曲群でステントグラフトが標的血管からより離れて、傾いて展開されており、屈曲の程度が正確な留置を妨げていることが示唆された。Type Ib エンドリークや末梢側追加治療などの臨床的な転帰には有意差を認めなかったが、不正確な留置によるシーリング長の短縮は転帰を悪化させるリスクを内包している。より多くの患者を対象としたさらなる研究が必要である。

本研究にはいくつかの限界がある。1 つ目は単一施設の後方視的研究であり、対象患者数が少なかったことである。2 つ目は、複数の外科医が手術を実施しており、手術結果に影響を及ぼす技術的差異が生じた可能性がある。また、複数種のデバイスが使用されたため、デバイス間の差異が生じた可能性がある。

【結論】

胸部下行大動脈遠位の高度屈曲は、ステントグラフト末梢端の不正確な留置や傾きと関連していた。高度屈曲を伴う症例では、ステントグラフト末梢留置時に、より一層の注意が必要である。