

症例  
ライブラリー

## 無尿と乏尿

腹部大動脈瘤  
ステントグラフト内挿術(EVAR)/  
開腹人工血管置換術で尿が出ない望月 凱  
MOCHIZUKI, Gai假屋 太郎  
KARIYA, Taro東京大学医学部附属病院  
麻酔科・痛みセンター

## ■症 例 1

80代の男性。身長160 cm、体重60 kg。腹痛を主訴に当院救急外来を受診し、精査の結果、腹部大動脈瘤切迫破裂と診断され、緊急で腹部大動脈瘤ステントグラフト内挿術(EVAR)施行の方針となった。

既往に発作性心房細動、高血圧症、糖尿病性腎症〔クレアチニン1.6 mg/dL、推算糸球体濾過量(eGFR)34 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>〕がある。

手術中のバイタルサインは安定して経過したが、手術開始から3時間の時点で尿は50 mL程度しか出なかった。

さて、あなたならどうする？

## EVARでの腎機能障害の機序と対応

EVAR術後の急性腎障害(acute kidney injury (AKI))の発症は、死亡率の上昇や入院期間の延長などと直結する重要な予後規定因子とされ、予防に努める必要がある<sup>1,2)</sup>。AKIの発症自体は、患者の既往や造影剤の使用量など、患者や手術自体の影響にも大きく左右され得るが、AKIの予防に関してわれわれ麻酔科医にできることは何だろうか？

EVARにおける腎機能障害の発症機序から、腎前性、腎性、腎後性の三つに分けて考えてみたい。

## ■腎前性

患者要因としては、もともとの腎動脈狭窄の存在が危険因子とされる<sup>3)</sup>。

手術要因としては、ステント圧着のためのバルーンによる一過性の腎血流低下、腎動脈上ステントを有するデバイスの使用<sup>3)</sup>、血栓やカテーテル操作により生じた微小塞栓(コレステロール結晶塞栓症など)による腎障害(腎性の要素も含む)、腎動脈解離などが挙げられる<sup>4)</sup>。術野でのカテーテル操作に目を配り、ステントの展開部位と腎動脈の位置関係に注意すると同時に、腎動脈解離がないか注意深く観察する。また活性化凝固時間(ACT)を定期的にチェックし、手術時間が延長する場合には、血栓が生じないようにヘパリンの追加投与を忘れないようにしたい。微小塞栓により術中から尿量減少を生じることは少ないとされるが、術後1~4週間で進行性に腎機能低下をきたすため、本症が疑われる場合、定期的な腎機能のフォローアップや尿検査を行い、必要に応じて術後も血圧管理や体液管理を行う<sup>2,4)</sup>。

そのほか、EVARの管理に限らないが、周術期血行動態の変動もAKI発症の重要な因子である。血圧管理と体液管理に注意を払い、腎血流を保つようにしたい。特に大動脈瘤破裂症例では著明に循環血液量が減少していることが多く、AKIのリスクが高い。また、EVARで大量出血を経験することは最近あまり多くない印象だが、少し古い報告ではあるものの、定時手術でのEVARで1 Lを超える出血が約10%でみられたという報告<sup>5)</sup>や、全体の8.4%の症例で輸血が必要だったという報告<sup>6)</sup>があり、術中の出血には常に注意が必要である。EVARでの出血・輸血リスクを表1に示した。これらに該当する場合は、事前に輸血を準備するなど、特に注意をしたほうがよいだろう。

## ■腎性

前述の微小塞栓やステントグラフト自体に対する炎症反応、下肢の虚血再灌流により生じるミオグロビンや炎症性物質による腎障害<sup>1)</sup>のほか、AKI発症の主原因の一つとして造影剤腎症

手術因子		大動脈アプローチ方法(カットダウン) シース径が太い 破裂瘤/緊急手術 大動脈瘤径が大きい 複雑な形態のステントの使用	表1 EVARで出血・輸血を行う危険因子 (文献5, 6より、作成) 色ベタ
患者因子		高齢 女性 体重が小さい ASA-PSが高い 慢性閉塞性肺疾患(COPD) 高血圧 AKIの発症/術前のクレアチニン高値 出血性疾患 術前の貧血	表2 CIN発症の危険因子 色ベタ
			患者因子 慢性腎臓病(chronic kidney disease (CKD))、高齢、女性、貧血、糖尿病、慢性心不全、脱水、腎毒性のある薬物の使用、大動脈瘤径
			手術因子 造影剤使用量

contrast nephropathy (CIN)<sup>2)</sup>には常に注意が必要である。

CIN発症の危険因子としては、表2が知られている<sup>7)</sup>。

CINを予防する手段として、ヨード造影剤使用量の低減や代替となる二酸化炭素造影剤の使用などのほか、術前・術後の生理食塩液輸液が有用であるとされるが、他方で輸液による合併症も指摘されている<sup>8)</sup>ため、過剰投与にも注意が必要である。

## ■腎後性

EVAR術後に腎後性腎不全を生じることはきわめてまれと考えられるが、ステントが誘因となって動脈周囲に炎症性反応が惹起され、それが進行して増生した線維性組織が尿管閉塞を生じた例や、(EVARではないが)大腿動脈を介したカテーテル治療後に生じた後腹膜血腫が尿管を圧迫した例などの報告がある。

本症例はCKD、高齢、糖尿病といった複数のCIN発症リスクを有しており、周術期の輸液管理が特に重要となる。

## ■本症例の経過

担当麻酔科医は、術中に徐々に血圧低下が進行していることに気づいてはいたものの、漫然とフェニレフリン持続投与量を増やすことで見かけ上の血圧維持を図っているに過ぎなかった。フェニレフリン持続投与量が徐々に増えていることに気づいた麻酔科指導医が手術室に入り、状況を術者に確認したところ、アクセス血管の損傷があり、カットダウンによる血管修復に難渋して、カウント上1700 mLの出血をきたしているとのことであった。さらに、ドレープに吸収された血液量を考慮すると、実際の出血量はそれ以上である可能性が高かった。このような術野の状況に加え、術中乏尿を認めていたことから、麻酔科指導医はすみやかに採血検査を行った。その結果、Hbは8g/dL程度まで低下しており、貧血が進行していたため輸血が開始された。術中の尿量の改善は得られなかったものの、ICU入室後より尿流出が良好となり、術後のクレアチニンの上昇もなく経過した。

EVARでも多量な出血をきたし得ることを再確認する症例であった。引き続き、EVARと対になる、開腹腹部大動脈瘤人工血管置換術における腎機能障害についても考えてみたい。



## ■ 症 例 2

80代の女性。身長160 cm、体重55 kg。約10年前にStanford B型急性大動脈解離を発症し保存加療された。経過観察中に遠位弓部～腎動脈下腹部大動脈にかけて拡大傾向を認めたため手術が計画された。弓部大動脈置換術、胸部大動脈瘤ステントグラフト内挿術（TEVAR）を経て、今回腹部大動脈瘤に対して開腹腹部大動脈瘤人工血管置換術が予定された。

既往に高血圧、CKD（クレアチニン1.6 mg/dL、eGFR 25 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>）、心筋梗塞（経皮的冠動脈インターベンション（PCI）施行後）がある。

手術は腎動脈下遮断で行うことができ、遮断時・遮断解除時含めて術中バイタルサインの大きな変動はなかった。術操作による腎虚血時間はゼロのはずであったが、5時間の手術（そのうち大動脈遮断時間は1時間30分）で尿量は110 mLであった。最終的な出血は2400 mL、輸血は赤血球液（RBC）8単位、新鮮凍結血漿（FFP）6単位、自己血回収装置からの返血500 mLを使用し、in-out バランス+4000 mLで抜管帰室となった。

さて、この経過の何が問題で、どうすべきであっただろうか？

## 開腹大動脈瘤人工血管置換術の手術操作では大動脈遮断を伴う

腎動脈上遮断では直接的な腎血流量の減少により、腎機能障害が引き起こされることは想像に難くないが、腎動脈下遮断でも腎血流量が減少することが報告されている。実際、動脈圧に変化がない状態では、大動脈遮断後に体血管抵抗・腎血管抵抗が上昇し、心拍出量、腎血流量、尿量が減少したという報告がある<sup>9)</sup>。腎血流量減少によりレニン-アンジオテンシン系が賦活化され、アンジオテンシンIIにより腎血管抵抗のさらなる上昇が引き起こされる結果、腎血流量が一層減少するという悪循環に陥る。そして下肢の虚血再灌流により遊離したミオグロビンや炎症性物質などが腎機能を増悪させる可能性が指摘されている。

## 開腹腹部大動脈瘤人工血管置換術における腎機能障害に対する対処法

大動脈遮断に対する腎機能保護にはさまざまな方法が提唱されているが、エビデンスのあるものは少ない。

手術因子として、可能なら腎動脈下遮断を行うこと、開腹ではなく後腹膜アプローチで行うこと、大動脈遮断時間の短縮、冷却灌流液による選択的腎動脈灌流などが腎保護に有用とされる<sup>10)</sup>。そのほか、十分な輸液を行うこと、大動脈遮断・遮断解除前後で血行動態を安定化させることが、腎血流量を保ち、虚血再灌流から腎を保護することに有用であるとされる<sup>11)</sup>。一方、薬物療法としては、マンニトールやドパミンの使用が腎動脈下遮断による腎血流量減少を抑えられるとして古典的に提唱されてきたが、一定の見解は得られていない。

カルペリチドは、腎輸入細動脈の拡張やメサングウム細胞の弛緩による糸球体濾過量の増加、腎髄質の血流量増加を引き起こすだけでなく、レニン-アンジオテンシン系の抑制作用も示すことから、大動脈遮断により引き起こされる生理反応に対して有用な薬理作用を示すことが理論的には期待される。実際、開腹人工血管置換術後にクレアチニン上昇の抑制に寄与したという複数の報告がある。しかしながら、いずれも小規模な研究であり、明確な腎保護のエビデンスとしては確立されていない<sup>12)</sup>。

## ■ 本症例の経過

冠疾患集中治療室（CCU）に帰室後、定型治療としてカルペリチドが開始された。術当日はその後尿量は100 mL/日と少なかったが、翌日は1300 mL/日まで増加し、その後も1 mL/kg/hr程度は持続的に得られた。クレアチニン値は術直後1.5 mg/dLであったが、翌日は1.8 mg/dL、翌々日は1.9 mg/dLまで上昇を認めたものの、その後は順調に低下し、最終的には術前値まで戻った状態で退院となった。

十分な輸液を行い、循環動態の変動も最小限に抑えた麻酔管理を行ったつもりではあったが、尿量は十分に得られず、結果的にAKIに陥った症例であった。現時点でエビデンスは限られるものの、術中からマンニトールやカルペリチドを投与するなどの選択肢はあったかもしれない。

## ■ キーワード

腎前性腎不全  
造影剤腎症  
腎血流量  
腎動脈下遮断

## ■ ま と め

- EVARでは直接的な腎動脈血流の遮断は行われないものの、主に腎前性もしくは腎性の要因により腎機能低下をきたし得る。
- EVARでも大量出血をきたし得るため、必要であれば輸血を行う。
- 開腹腹部大動脈瘤人工血管置換術では、腎機能保護のため十分な輸液を行うとともに、術操作に伴う血行動態の変動を最小化するように努める。

## ■ さらに学習のために

● 文献2は、循環器病の関連学会が策定した大動脈疾患に対する診療ガイドラインである。麻酔科の日常診療を行ううえでは必ずしも読破する必要はないが、循環器内科医や心臓血管外科医がどのようなことを考えて手術適応を決め、周術期のリスクを認識しているのか、麻酔科医も知っておく術中の麻酔管理でも役立つ部分があるだろう。大動脈瘤や大動脈解離の部分だけでも読んでおくことをおすすめする。

## ■ 文 献

1. Jhaveri KD, Saratzis AN, Wanchoo R, et al. Endovascular aneurysm repair (EVAR)- and transcatheter aortic valve replacement (TAVR)-associated acute kidney injury. *Kidney Int* 2017 ; 91 : 1312-23.
2. 日本循環器学会, 日本心臓血管外科学会, 日本胸外科学会ほか. 2020年改訂版大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン. 2024年8月更新. ([https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/07/JCS2020\\_Ogino.pdf](https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/07/JCS2020_Ogino.pdf)) (2025年10月1日閲覧)
3. Villa F, Mozzetta G, Esposito D, et al. Results of the Italian collaborators for EVAR registry on acute kidney injury after elective endovascular aortic repair of infrarenal abdominal aortic aneurysm. *J Endovasc Ther* 2025 ; 32 : 2115-26.
4. Kronzon I, Saric M. Cholesterol embolization syndrome. *Circulation* 2010 ; 122 : 631-41.
5. Montán C, Wannberg M, Holst J, et al. Perioperative haemorrhage in endovascular abdominal aneurysm repair affects outcome. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2013 ; 46 : 87-92.
6. Mahmood E, Matyal R, Mueller A, et al. Multifactorial risk index for prediction of intraoperative blood transfusion in endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2018 ; 67 : 778-84.
7. Walsh S.R, Tang T, Gaunt ME, et al. Contrast-induced nephropathy. *J Endovasc Ther* 2007 ; 14 : 92-100.
8. Nijssen EC, Rennenberg RJ, Nelemans PJ, et al. Prophylactic hydration to protect renal function from intravascular iodinated contrast material in patients at high risk of contrast-induced nephropathy (AMACING) : a prospective, randomised, phase 3, controlled, open-label, non-inferiority trial. *Lancet* 2017 ; 389 : 1312-22.
9. Gamulin Z, Forster A, Morel D, et al. Effects of infrarenal aortic cross-clamping on renal hemodynamics in humans. *Anesthesiology* 1984 ; 61 : 394-9.
10. Fernandes M, Majoni M, Garg AX, et al. Systematic review and meta-analysis of preventative strategies for acute kidney injury in patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair. *Ann Vasc Surg* 2021 ; 74 : 419-30.
11. Gelman S. The pathophysiology of aortic cross-clamping and unclamping. *Anesthesiology* 1995 ; 82 : 1026-60.
12. Mitaka C, Kudo T, Jibiki M, et al. Effects of human atrial natriuretic peptide on renal function in patients undergoing abdominal aortic aneurysm repair. *Crit Care Med* 2008 ; 36 : 745-51.