

症例  
ライブラリー

## 無尿と乏尿

7時間時点で3時間の乏尿  
脾臓の手術開始から文書  
スミベタ  
20a  
ロダンB  
↓12a14a ロダンB (22)H (以下同)  
12.5a  
ロダンM  
↓20H  
42w 誌  
12.5a  
ロダンM  
↓20H  
42w 誌  
12.5a  
ロダンM  
↓20H  
42w 誌

■症例 80%+スミベタ (以下同)

77歳の男性。身長168cm、体重61kg。脾臓に対して全身麻酔下に脾臓十二指腸切除術が予定された。既往に高血圧、糖尿病、心筋梗塞があり、平常時の血圧は144/88(平均106)mmHgである。日常生活動作で息切れなどの症状はないが、心臓超音波検査では左室前壁の壁運動異常を認め、左室駆出率(LVEF)は44%である。

手術開始から4時間の尿量は180mLであったが、その後尿流量が低下し、7時間経過した時点において尿量10~15mL/hrの状態が約3時間続いている。この時点での血圧94/54(平均67)mmHg、脈拍数84回/min、出血量200mL、輸液量3200mLである。

さて、あなたならどうする?

## 放置できない乏尿とは

乏尿とは、0.5mL/kg/hr未満の尿量と定義される。周術期に比較的高頻度で生じ、腹部大手術を受ける患者の1/3が乏尿を呈しているとの報告<sup>1)</sup>がある。周術期には、外科的ストレスによって体内の水分を保とうとする反応、すなわち抗利尿ホルモンの分泌やレニン-アンギオテンシン-アルドステロン系の活性化などが生じるため、この尿量が直ちに病的とは限らない。

筆者らが過去に術中の尿量とその後の血清クレアチニン上昇との関係を調査した研究<sup>2)</sup>では、術中の尿量が0.3mL/kg/hrを下回ると、術後急性腎障害(AKI)の発症リスクが上昇していた。手術侵襲によって抗利尿ホルモンが大量に分泌される周術期においては、病的と考えるべき尿量の閾値が異なっている可能性があると考えている。また、乏尿の持続時間も考慮する必要がある。手術中の乏尿の持続時間が長くなるに従ってAKI発症リスクが上昇していくとの報告<sup>3)</sup>がある。

これらのことから、尿量が0.5mL/kg/hrを下回ったら直ちに介入を考える必要はないが、高度な乏尿、そして数時間以上続く乏尿については原因を調べ、適切に対処する必要がある。本症例は、0.3mL/kg/hr未満の乏尿が3時間にわたって続いており、放置できない乏尿と考えるべきであろう。

生理的変化	抗利尿ホルモン分泌亢進 レニン-アンギオテンシン-アルドステロン系活性化
腎前性	血管内容量不足 肝腎症候群 低心拍出量 腎血管の狭窄・閉塞
腎性	急性尿細管壊死 造影剤 横紋筋融解 腫瘍崩壊 溶血
腎後性	尿管の外科的損傷 尿管の閉塞(血餅、結石など) 尿道カテーテルの閉塞・位置異常

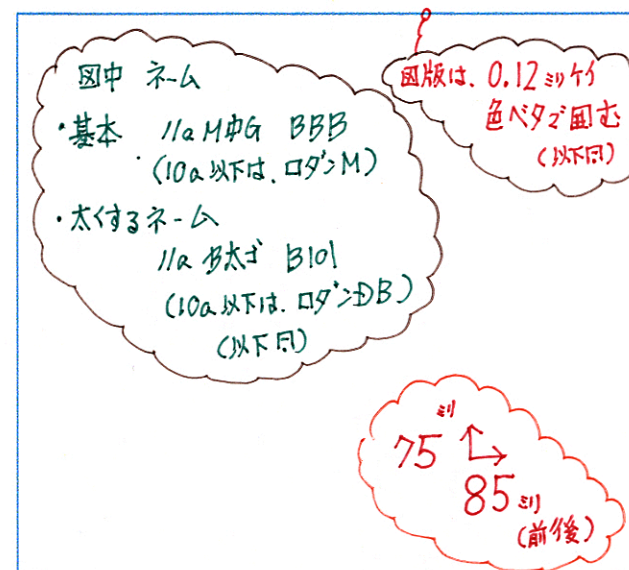
11a ロダンB (22)H (以下同)  
13a  
ロダンB (22)H (以下同)  
13a  
ロダンB (22)H (以下同)  
13a  
ロダンB (22)H (以下同)表1  
周術期乏尿の原因表中 ケイ 指定外  
0.25a ケイ・白又キ  
(以下同)12.5a  
ロダンM  
↓20H  
42w 誌(以下同) 70a  
ロダンB  
↓20H  
42w 誌(以下同) 70a  
ロダンB  
↓20H  
42w 誌(以下同) 70a  
ロダンB  
↓20H  
42w 誌

図1  
乏尿の初期対応  
PPV: 脈圧変動  
SVW: 1回拍出量変動

11a M中G BBB  
↓  
14a (以下同)

## 尿量減少の原因と鑑別診断: 尿道閉塞を見落とさない

尿量が減る原因は、腎血流が減少することによる腎前性、腎臓自体がダメージを受ける腎性、腎臓で作られた尿の排出経路に問題が生じる腎後性の三つに分けられる(表1)。周術期の乏尿の原因としては腎前性が最も多いが、鑑別診断を考える際はまず腎後性の原因、特に尿道カテーテルの閉塞を鑑別することが重要である。尿がまったく出ない、あるいは急になくなった場合は、常に腎後性の可能性を念頭に置く必要がある。

腎後性ではなさそうだとすれば、次に腎前性の乏尿を念頭に置いて腎血流の維持を図る。ここで注意すべきなのは、「乏尿=血管内容量不足」ではないということだ。本症例ではLVEF 44%と、心機能低下を認める患者に対してすでに3200mLの輸液が投与されていることから、安易な輸液負荷は心不全や肺鬱うっ血を助長する可能性がある。「とりあえず輸液する」ではなく、輸液負荷をする前に、本当に血管内容量不足なのかを立ち止まって考える必要がある。

## 尿量減少への対応: 血管内容量と血圧・組織灌流の適正化

乏尿患者への対応では、血管内容量が適正かどうかを評価し、輸液により心拍出量が増える(=輸液反応性がある)と見込まれる患者にのみ輸液すること、そして、血圧や心拍出量を指標にして組織灌流を適正化することが重要である(図1)。

## ■血管内容量の適正化

輸液により心拍出量や1回心拍出量が増えることを、輸液反応性があるという。250mLの輸液を10分間で投与し、1回心拍出量が10%以上増加すれば「輸液反応性あり」と判定する、という定義が広く用いられている<sup>4)</sup>。輸液の目的は血管内容量減少による組織灌流の低下を防ぐことであるから、輸液反応性があるときのみ輸液をするという考え方は理にかなっている。術中に輸液反応性の有無を予測する方法には、呼吸・循環相互作用にもとづくものと、ミニ輸液チャレンジがある。

呼吸・循環相互作用とは、陽圧換気による胸腔内圧の変動に伴って左室の前負荷および後負荷が変動し、これにより1回心拍出量も変動することを指す。この呼吸・循環相互作用にもとづいて輸液反応性を予測する指標として、脈圧変動 pulse pressure variation (PPV)、1回

溝田 敏幸  
MIZOTA, Toshiyuki  
京都大学医学部附属病院  
手術部



拍出量変動 stroke volume variation (SVV) などが知られており、いずれも変動が大きいほど輸液反応性がある可能性が高い。ただし、この指標は陽圧換気が規則的に胸腔内圧を変化させることを前提としているため、自発呼吸、1回換気量、不整脈など多くの要因によって値が影響を受けることに注意が必要である。

ミニ輸液チャレンジは、100 mL の輸液を3分間で投与した際の1回心拍出量の変化からそれ以降の輸液負荷への反応性を予測する方法で、良好な予測性が報告されている<sup>5)</sup>。

#### ■ 組織灌流の適正化

乏尿患者では腎血流を維持することが重要であり、そのためには血圧や心拍出量を指標として組織灌流を適正化する必要がある。

術中低血圧は、術後 AKI との関連が示されている。AKI のリスクは平均血圧が 65 mmHg を下回るところから徐々に上昇し、60 mmHg 未満への 10 分以上の曝露で有意に AKI リスクの増加がみられる<sup>6)</sup>。術中低血圧は、AKI 以外にも心筋障害などほかの臓器障害との関連も示されていることから、術中は平均血圧 60 ~ 70 mmHg 以上を維持することが推奨されている<sup>7)</sup>。さらに、慢性高血圧患者など、特定の患者群はより高い平均血圧に維持したほうがよいかもしれない。本症例は、平均血圧 67 mmHg と、一般的に推奨されている血圧はおおむね維持できているが、高血圧があり平常時の平均血圧 (106 mmHg) からは大幅に下がっている。腎血流維持のためにはもう少し高い平均血圧が必要かもしれない。

心拍出量と1回心拍出量は、組織灌流を評価する指標として広く用いられている<sup>8)</sup>。かつては肺動脈カテーテルによる熱希釈法が主流であったが、近年は動脈圧波形分析などより低侵襲な測定技術が普及している。心拍出量や1回心拍出量の目標値を設定して輸液や循環作動薬の投与を行う目標指向型療法 goal-directed therapy (GDT) は AKI を減らすことが報告されており<sup>9)</sup>、これらの指標の適正化も腎血流維持に寄与すると考えられる。

#### 判断が難しい場合に役立つモニター

低心機能患者や長時間手術症例などでは、上記のような方法だけでは判断が難しい場合がある。そのような場合は、中心静脈圧測定や心臓超音波検査が一助になり得る。

中心静脈圧は血管内容量や輸液反応性を予測する性能が低く<sup>10)</sup>、中心静脈圧のみに基づく輸液管理は推奨されない。しかし、心充満圧を反映する中心静脈圧の過度な上昇は浮腫形成のリスクが高いことを示唆しており、輸液負荷の際に中心静脈圧を確認することで過剰輸液を予防する効果が期待できる。心臓の形態を直接観察できる心臓超音波検査は、循環動態を把握する強力な診断ツールである。左室の収縮力や血管内容量などの評価は、輸液や血管収縮薬、強心薬など、適切な治療法を判断するのに役立つ。

#### ■ その後の経過

尿道カテーテルの閉塞や屈曲がないことを確認し、腎後性乏尿の可能性を否定した。そこで腎血流維持の方針とし、循環動態評価のためミニ輸液チャレンジを実施した。しかし、1回心拍出量の上昇は軽微であり、輸液反応性は乏しいと判断した。心機能低下があり、すでに 3200 mL の輸液が投与されている状況を考慮すると、これ以上の急速な輸液負荷は心不全のリスクを高めると考え、輸液を維持量に減量した。次に、組織灌流の適正化を図った。現在の平均血圧 (67 mmHg) は、平常時と比較して大幅に低下していたことから、ノルアドレナリン持続静注を開始して平均血圧 75 mmHg 以上を維持したところ、尿量は増加した。

#### キーワード

輸液反応性  
ミニ輸液チャレンジ  
心拍出量  
組織灌流  
心臓超音波

#### ■ まとめ

- 著しい乏尿や長時間続く乏尿では原因検索と対応が必要。
- 急な尿量減少や無尿では、まず腎後性の原因を考慮する。
- 輸液反応性の指標を用いて血管内容量を適正化し、血圧や心拍出量にもとづいて組織灌流を適正化する。
- 判断に迷う場合は、中心静脈圧測定や心臓超音波検査を活用する。  $\leftrightarrow 136.5 \pm 11$

#### ■ さらに学習のために

- 末廣浩一編．術中輸液管理 Key Points. 東京：克誠堂出版，2024.
- 乏尿はやはり輸液との関係が切ってもきれない。輸液反応性、目標指向型療法 (GDT) といった現代の輸液に関する重要な概念がまとめられている本書は参考になると考える。

#### ■ 文献

1. Myles PS, McIlroy DR, Bellomo R, et al. Importance of intraoperative oliguria during major abdominal surgery : findings of the Restrictive versus Liberal Fluid Therapy in Major Abdominal Surgery trial. Br J Anaesth 2019 ; 122 : 726-33.
2. Mizota T, Yamamoto Y, Hamada M, et al. Intraoperative oliguria predicts acute kidney injury after major abdominal surgery. Br J Anaesth 2017 ; 119 : 1127-34.
3. Shiba A, Uchino S, Fujii T, et al. Association between intraoperative oliguria and acute kidney injury after major noncardiac surgery. Anesth Analg 2018 ; 127 : 1229-35.
4. Messina A, Pelaia C, Bruni A, et al. Fluid challenge during anesthesia : a systematic review and meta-analysis. Anesth Analg 2018 ; 127 : 1353-64.
5. Biais M, de Courson H, Lanchon R, et

- al. Mini-fluid challenge of 100 mL of crystalloid predicts fluid responsiveness in the operating room. Anesthesiology 2017 ; 127 : 450-6.
6. Wesslink EM, Kappen TH, Torn HM, et al. Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes : a systematic review. Br J Anaesth 2018 ; 121 : 706-21.
7. Sessler DI, Bloomstone JA, Aronson S, et al. Perioperative Quality Initiative consensus statement on intraoperative blood pressure, risk and outcomes for elective surgery. Br J Anaesth 2019 ; 122 : 563-74.
8. Jessen MK, Vallentin MF, Holmberg MJ, et al. Goal-directed haemodynamic therapy during general anaesthesia for noncardiac surgery : a systematic review and meta-analysis. Br J Anaesth 2022 ; 128 : 416-33.
9. Giglio M, Dalfino L, Puntillo F, et al. Hemodynamic goal-directed therapy and postoperative kidney injury : an updated meta-analysis with trial sequential analysis. Crit Care 2019 ; 23 : 232.
10. Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. Chest 2008 ; 134 : 172-8.