

症例  
ライブラリー

## 無尿と乏尿

婦人科手術における  
無尿や乏尿吉永 晃一  
YOSHINAGA, Koichi自治医科大学  
麻酔科学・  
集中治療医学講座

## ■症 例

55歳の女性。身長 155cm, 体重 75kg。子宮体癌 IA 期に対する腹腔鏡下子宮全摘術 / 両側付属器摘出術が予定された。子宮内膜症の既往から骨盤内癒着が想定された。既往に高血圧症があり、カルシウム拮抗薬とアンギオテンシン II 受容体拮抗薬 (ARB) を内服していた。術前の血圧は 135/78 mmHg と良好にコントロールされていた。腎機能は血清クレアチニン (Cr) 1.10mg/dL, 推算糸球体濾過量 (eGFR) 41 mL/min/1.73m<sup>2</sup> であった。

## ■麻酔経過

プロポフォール、フェンタニル、レミフェンタニル、ロクロニウムによる全静脈麻酔 (TIVA) で行った。腹腔鏡ポート挿入後、気腹圧 12 mmHg で気腹開始し、頭低位とした。プロポフォール目標濃度調節静注 target controlled infusion (TCI) 2.5 μg/mL, レミフェンタニル 0.3 μg/kg/min 投与下で心拍数 65 bpm, 血圧 87/52 (平均 61) mmHg であった。術前の予想どおり、骨盤内は高度に癒着しており剥離に難渋している。肥満の影響が視野が不良で、術者の指示で気腹圧は 15 mmHg に上げられた。手術開始 2 時間後の時点で、膀胱留置カテーテルからの尿量が 30 mL と少ないことを外回り看護師から指摘された。ここまでの輸液量は晶質液 900 mL である。

さて、あなたならどうする？

## 腹腔鏡下手術と尿量減少

腹腔鏡下手術およびロボット支援下手術中の乏尿は、臨床で頻繁に遭遇する。患者集団や術式、または腎障害の定義により異なるものの、腹腔鏡下手術における急性腎障害 acute kidney injury (AKI) の発生率は 3.4 ~ 8.8% と報告<sup>1,2)</sup>されている。

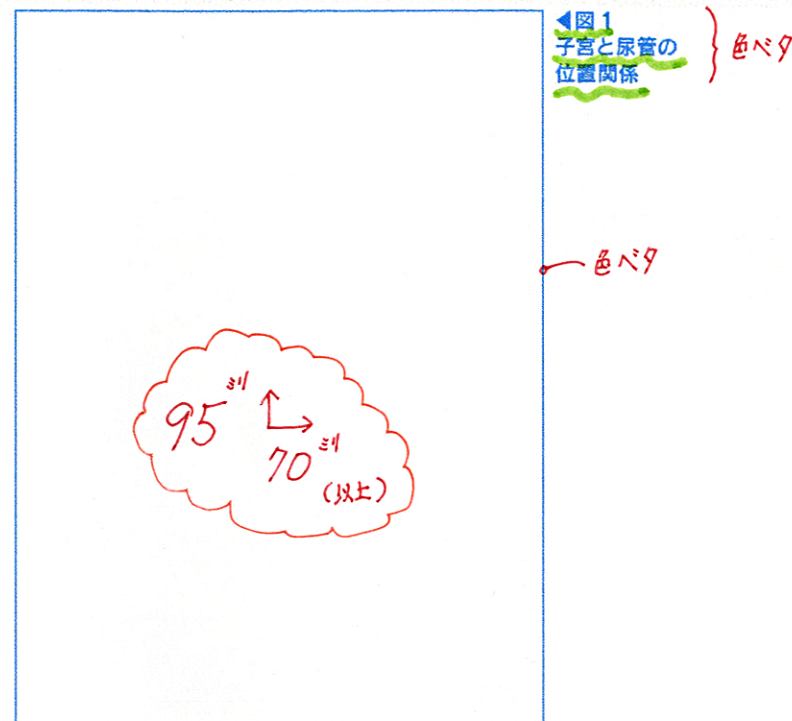
腹腔鏡下手術における AKI の機序を考えるうえで、気腹が腎血流に与える影響が最も重要となる。通常、気腹圧は 8 ~ 15 mmHg 程度で維持されるが、腹腔内圧上昇は心臓への静脈還流を阻害し、心拍出量を減少させ、その結果、腎血流量は減少し得る。また、気腹による腹腔内圧上昇の結果、腎内血流配分が糸球体の大半が存在する腎皮質から傍髄質へシフトし、結果として糸球体濾過量が減少することも示唆されている<sup>2)</sup>。また腹腔鏡下手術は開腹手術と比較して低侵襲であるとされているが、内因性カテコールアミンやコルチゾールなどのストレスホルモンの上昇をきたすことは変わりがない。交感神経系やレニン-アンギオテンシン系の活性化に加えて抗利尿ホルモンの血中濃度が上昇し、ナトリウムや水再吸収を促進して乏尿が助長される<sup>3)</sup>。

一方で、麻酔薬による末梢血管拡張、術前からの脱水、術中出血などは腎灌流圧の低下に直結し、術後 AKI リスクが上昇する。大規模観察研究<sup>4)</sup>では平均動脈圧 55 mmHg 未満の時間がごく短時間でも AKI と関連することが示されており、腹腔鏡下手術においてもできるだけ低血圧を回避することはきわめて重要である。

## 考えられる対処法

腹腔鏡下手術中の乏尿や腎障害の原因としては腎前性である可能性が高いので、適切なボリューム・血行動態管理を行うことが最も重要である。具体的には血管内容量減少を是正しつつ、適切な腎灌流圧を維持することになるが、この「適切」の指標が難しい。低リスク患者の婦人





科手術であれば、全身麻酔中は標準モニタリングのみで観血的動脈圧測定は施行せず、末梢静脈路も 1 本で管理するという症例も多いだろう。

術中輸液は、術前からの脱水や不感蒸泄、間質への水分移行を踏まえた維持量の輸液に加え、

術中の水分喪失量に応じて適宜細胞外液をボラス投与するというやり方が一般的である。輸液反応性の指標は、動脈圧波形の脈圧変動 pulse pressure variation (PPV) や 1 回拍出量変動 stroke volume variation (SVV) が有用となる。動脈ラインがない症例でも、パルスオキシメータ波形から算出した脈波変動指標 pleth variability index (PVI) も参考になる。

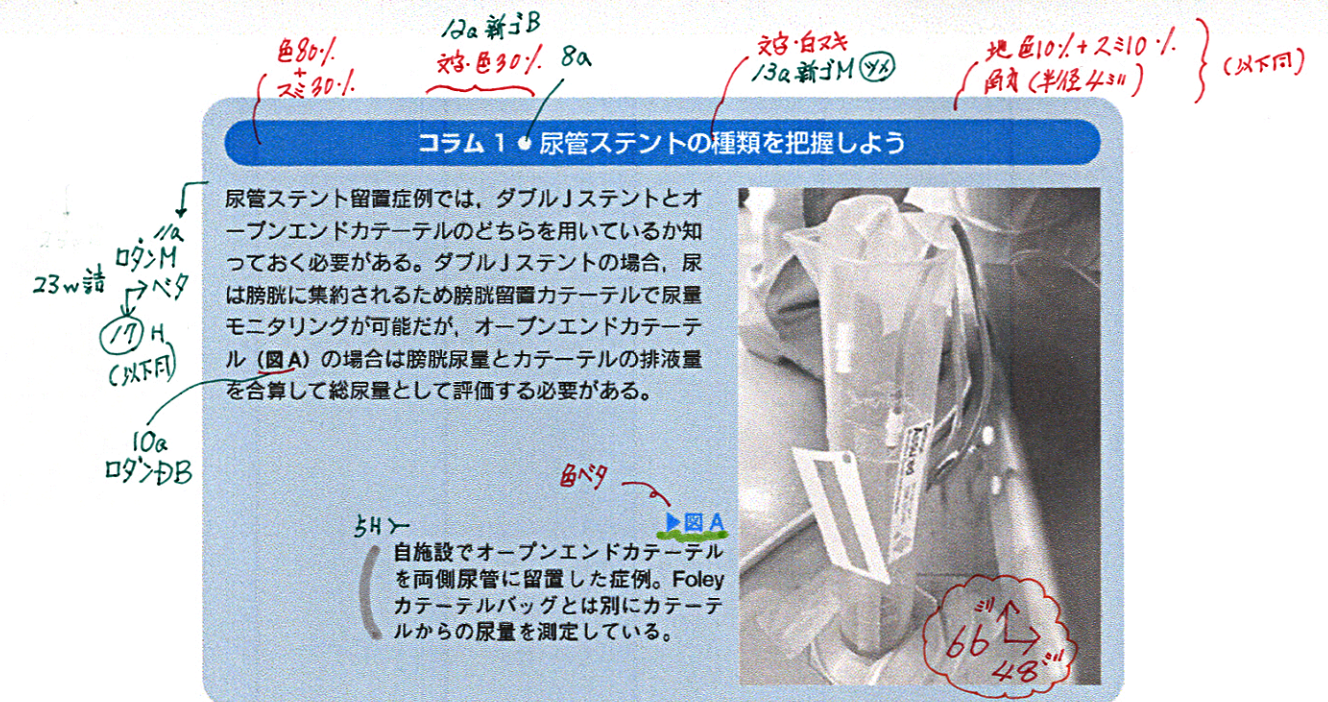
一方で、過度な術中輸液は術後の腎静脈圧の上昇につながり、むしろ腎灌流圧の低下をきたし AKI のリスクとなるので避けるべきである。腎灌流圧の維持という観点から、術中の平均動脈圧を維持するよう管理することで AKI の発生率が低下する可能性がランダム化比較試験でも示されている<sup>5)</sup>。こういった観点から、AKI の高リスク症例では積極的に観血的動脈圧モニタリングを活用するのもよいと思われる。

## ■その後の経過 1

平均血圧が 61 mmHg とやや低めであること、かつ術前からの脱水による血管内容量減少を考慮し、細胞外液補充液 500 mL を急速投与したが血圧上昇に乏しいので、末梢静脈路からノルアドレナリン 0.05  $\mu\text{g/kg/min}$  の投与を開始した。すると平均血圧は 70 ~ 80 mmHg に上昇したが、尿量は増加しないまま手術は終了した。術後の尿量は 5 ~ 10 mL/hr と少なく、術翌日の採血で血清クレアチニン濃度は 2.0 mg/dL と上昇していた。腹部超音波検査で両側の水腎症がみられ、泌尿器科にコンサルトされた。

## 婦人科手術中の尿管損傷

術中の無尿・乏尿の原因として腎後性の要素はまれだが、婦人科手術では尿管損傷による機械的閉塞を常に想起すべきである (図1)。日本産科婦人科内視鏡学会のレジストリ調査<sup>6)</sup>によ



れば、腹腔鏡下子宮全摘術における尿管損傷の頻度は0.35%と報告されており、比較的まれな合併症とされている。一方で、腹腔鏡下手術は開腹手術よりも尿管損傷の頻度が高いとする報告もあり、2023年に報告されたメタ解析では腹腔鏡下手術は開腹手術に比べて尿管損傷のリスクが有意に高かった(オッズ比 2.12, 95% 信頼区間 1.71 ~ 2.62)<sup>7)</sup>。腹腔鏡下手術やロボット支援下手術では、術者が自らの手で直接組織を触ることができず、また子宮や付属器の牽引も制限されることが尿管損傷の発症に関連すると考えられる。尿管の同定を困難にする要因として、子宮内膜症や骨盤内炎症性疾患、過去の骨盤内手術の既往、巨大腫瘍、放射線治療などが挙げられる<sup>8)</sup>。腹腔鏡下手術におけるエネルギーデバイスの使用も尿管損傷の発症にかかわるとされている。

尿管損傷の術中診断は依然として難しく、報告によっては術中発見率が8.6%程度にとどまり、多くが術後に判明するとされる<sup>9)</sup>。ただし、術中に発見された損傷のほうで早期介入により転帰が良好であることも示されている<sup>7)</sup>。

## 尿管損傷の術中検出法

尿管損傷を未然に防ぎ、また術中診断するための手段として術前の尿管ステント留置(コラム1)や術中膀胱鏡検査が行われている。骨盤内の癒着が強く尿管の同定が難しい症例でもステントにより尿管を間接的に触知できるようになる。またステントそのもので尿管が直線化し、解剖学的な偏位が是正され同定しやすくなるという利点がある。術中に尿管を損傷した際には、術野に尿管ステントが一部露出することで診断できるとされている。近年、近赤外線カメラの観察で発光する尿管カテーテル(NIRC™ 蛍光尿管カテーテル)が発売されており、尿管の可視化に有用である。

膀胱鏡検査は、インジゴカルミンの静脈内投与と組み合わせることで尿管損傷の術中診断に用いられる（コラム2）。尿管開口部からの血尿の流出、もしくはインジゴカルミン投与後に色素の流出がないことは、尿管損傷を示唆する。インジゴカルミン静注後、通常3～5分ほどで尿管口からの色素流出がみられるとされているが、腎機能低下症例ではより時間がかかる可



## コラム 2 ● インジゴカルミン投与時のピットフォール

インジゴカルミンはパルスオキシメータの赤色光を吸収光するため、静注後に経皮的末梢動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) は一過性に低下するが、真の低酸素血症ではない<sup>10)</sup>。また、インジゴカルミンには血

能性がある。また術野にインジゴカルミンの漏出が確認されることで尿管損傷が明らかになることもある。尿管損傷が疑われれば、逆行性尿路造影によるすみやかな診断により尿管ステント留置に移行することが多いが、損傷部の外科的修復が必要になることもある。

## 麻酔科医として何ができるか？

麻酔科医として術中の尿管損傷の発症予防に寄与できることは少ないと思われる。十分な麻酔深度を維持し体動を予防することはもちろん、尿量減少を覚知したら腎前性の要素を除外すべく適切な輸液と血行動態の安定化に務める。それでも乏尿が持続する場合は尿管損傷の可能性を考慮し、骨盤腔の操作に伴う血尿がみられれば直ちに術者に共有する。高リスク症例では術中膀胱鏡検査を行うことを術者に提案してもよいだろう。尿量が少ないからといって安易に利尿薬を投与してはいけない。

## ■その後の経過 2

泌尿器科医により逆行性尿路造影を施行したところ、両側下部尿管に狭窄を認め、エネルギーデバイスによる止血操作での熱損傷が示唆された。幸い両側ダブルJ尿管ステントが留置でき、水腎症は解除され、その後、血清クレアチニン濃度は低下した。保存的加療で軽快したもの、術後6か月間の尿管ステント留置を行い、抜去後問題なく経過した。

## キーワード

高腹腔鏡下子宮全摘  
急性腎障害  
尿管損傷

## ■ ■ ■ まとめ

[illegible]

### ■さらなる学習のために

●日本泌尿器科学会 編. 泌尿器外傷診療ガイドライン 2022 年版. 東京: 医学図書出版, 2022:

CQ14 尿管外傷の受傷機転の特徴と診断に有用な臨床所見，検査所見，画像診断法はどのようなものがあるか？ 61-5.

CQ15 尿管外傷の初期治療法，待機的治療法にはどのようなものがあるか？ 66-9.

泌尿器科外傷のガイドラインではあるが、医原性の尿管損傷について、疫学やリスク因子、臨床徴候や診断モダリティ、治療法などについてわかりやすく解説されている。

## 圖文獻

1. Sim JH, Kang SJ, Bang JY, et al. Comparison of the effects of laparoscopic and open surgery on postoperative acute kidney injury in patients with colorectal cancer : propensity score analysis. *J Clin Med* 2021 ; 10 : 1438.
2. Villa G, Fiorentino M, Cappellini E, et al. Renal implications of pneumoperitoneum in laparoscopic surgery : mechanisms, risk factors, and preventive strategies. *Korean J Anesthesiol* 2024 ; 77 : 575-86.
3. Joris JL, Chiche JD, Canivet JLM, et al. Hemodynamic changes induced by laparoscopy and their endocrine correlates : effects of clonidine. *J Am Coll Cardiol*. 1998 ; 32 : 1389-96.
4. Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, et al. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery : toward an empirical definition of hypotension. *Anesthesiology* 2013 ; 119 : 507-15.
5. Futier E, Lefrant JY, Guinot PG, et al. Effect of individualized vs standard blood pressure management strategies on postoperative organ dysfunction among high-risk patients undergoing major surgery : a randomized clinical trial. *JAMA* 2017 ; 318 : 1346-57.
6. Taniguchi F, Wada-Hiraike O, Hirata T, et al. A nationwide survey on gynecologic endoscopic surgery in Japan, 2014-2016. *J Obstet Gynaecol Res* 2018 ; 44 : 2067-76.
7. Yanagisawa T, Mori K, Quhal F, et al. Iatrogenic ureteric injury during abdominal or pelvic surgery : a meta-analysis. *BJU Int* 2023 ; 131 : 540-52.
8. Chan JK, Morrow J, Manetta A. Prevention of ureteral injuries in gynecologic surgery. *Am J Obstet Gynecol* 2003 ; 188 : 1273-7.
9. Smith AP, Bazinet A, Liberman D. Iatrogenic ureteral injury after gynecological surgery. *Can Urol Assoc J* 2019 ; 13 (6 Suppl4) : S51-5.
10. 仁田原慶一, 岩田人美, 福原尚基ほか. 症例検討 モニタリングをめぐるトラブルとその対処法2 パルスオキシメータ : 術中にインジゴカルミンを静注したら, 急にSpO2が低下した. *LiSA* 2008 ; 15 : 388-92.
11. Gousse AE, Safir MH, Madjar S, et al. Life-threatening anaphylactoid reaction associated with indigo carmine intravenous injection. *Urology* 2000 ; 56 : 508.

$\exists \frac{1}{2} A.D.$