

臨床トピックス

小児泌尿器科の腹腔鏡手術とロボット支援手術

林 祐太郎* 水野 健太郎* 西尾 英紀*

内容紹介

小児泌尿器科は泌尿器科疾患を患う新生児、幼小児から学童に至るまでの診断から治療を担当している。とくに尿路・生殖器の先天性の疾患の形成術や再建術を中心に行っている。かつては開放手術が中心であったが、21世紀になって内視鏡を用いた低侵襲の手術が普及し、様々な小児泌尿器科疾患が腹腔鏡手術で対応できるようになった。さらに最近では手術支援ロボットの導入により、先天性水腎症や膀胱尿管逆流に対してロボット支援術に着手する施設が登場した。その特徴を示すとともに今後の方向性について概説する。

はじめに

小児泌尿器科では腎・尿路・生殖器の先天異常に対する診断と治療が行われる。尿が膀胱までうまく流れずに腎で滞留し腎機能障害に陥る“先天性水腎症”¹⁾、尿が腎に逆戻りして感染を引き起こす“膀胱尿管逆流”²⁾、精巣が陰囊まで下がらないため不妊症になる“停留精巣”³⁾、尿道と陰茎が未完成のため排尿・性活動に支障を来す“尿道下裂”⁴⁾が代表的な四疾患である。これらの疾患は先天性疾患であるため多くは小児期に診断されるが、疾患や症例によっては小児期には無症状で経過し診断に至らず思春期・成人期になって

発見される場合も少なくない。

これらの小児泌尿器科の主要四疾患の治療方法は手術である。小児泌尿器科手術は20世紀にはどの疾患も開放手術が中心であったが、20世紀終盤に停留精巣の中で触診でも画像診断でも局在を明らかにすることができない非触知精巣に対して、腹腔鏡視が行われて以降、今世紀に入って先天性水腎症や膀胱尿管逆流に対して腹腔鏡手術が普及し、現在では腹腔鏡手術が行われない小児泌尿器科主要疾患は尿道下裂のみになっている。

名古屋市立大学小児泌尿器科チームでは、本邦でも早い時期から侵襲の少ない腹腔鏡手術に積極的に取り組み、厚生労働省が定める“先進医療A”の膀胱尿管逆流防止術を東海地区で初めて導入した。さらに小児に対するロボット支援手術を本邦で初めて成功させた。以降、術後腎機能・排尿機能の回復への影響を開腹手術との比較で評価し、患児に優しい手術として世界に向けて発信し続けている。成人の様々な癌に対するロボット支援手術（ダヴィンチ[®] サージカルシステム使用）が普及する中で、小児医療にロボット手術がどのように貢献できるのかを概説する。

I. 小児泌尿器科領域での腹腔鏡手術

1. 小児泌尿器科腹腔鏡手術の歴史

内視鏡外科領域で胆嚢摘除術などに導入された腹腔鏡手術は、その他の多くの臓器にも普及した。泌尿器科臓器では副腎腫瘍や腎がん、前立腺がんを導入された。成人における腹腔鏡の経験は、これまで開放手術で対応されていた小児泌尿器科領域の先天性疾患に応用されるに及んだ。成人の開放手術においては皮膚切開の長さはその後殆ど変化することはないが、幼

—Key words—

小児泌尿器科, 腹腔鏡手術, ロボット支援手術, 先天性水腎症, 膀胱尿管逆流

*Yutaro Hayashi, Kentaro Mizuno, Hidenori Nishio :
名古屋市立大学大学院医学研究科 小児泌尿器科学分野

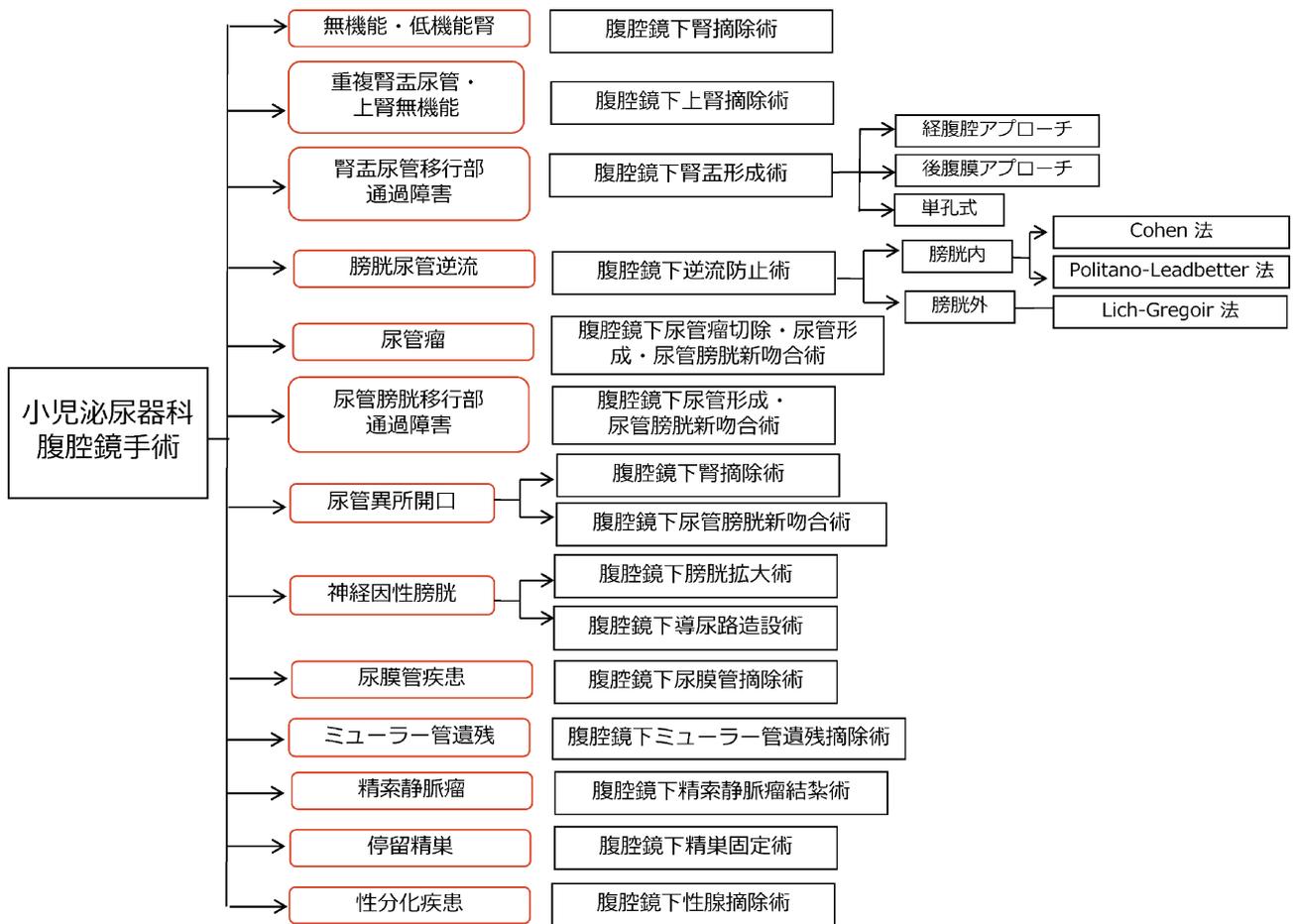


図1 小児泌尿器科領域の腹腔鏡手術

小児では5 cmの皮膚切開創は思春期・成人後には躯幹の成長につれて倍の10 cmほどの長さになる。その意味で、孔としての創で手術が完了する腹腔鏡手術は、将来の創の長さの増大が最小限ですむため、幼小児にとっては願ってもない治療手段であった。さらに小児泌尿器科領域では手術治療の対象疾患の殆どが先天性疾患で、これらの手術は体内の局所病変の再建手術・形成術であるため、臓器摘出のために創部を延長切開する必要がない。このように小児泌尿器科領域において腹腔鏡手術は打って付けのものになるはずであった。

しかし腹腔鏡技術の習得にはラーニングカーブがあり相応の修練期間が必要なことに加え、従来から小児泌尿器科医の努力により最小限の皮膚切開で開放手術が達成されていたために、わが国では小児泌尿器科領域の腹腔鏡手術は欧米のように普及しなかった。ところが2012年に先天性水腎症（腎盂尿管移行部通過障害）に対する腹腔鏡下腎盂形成術が保険収載されるに至り、現在までに急速に普及してきた。

2. 小児泌尿器科腹腔鏡手術の現況

小児泌尿器科領域の腹腔鏡手術は腎尿路系、生殖器系それぞれで広く普及している（図1）。

(1) 腹腔鏡下腎摘除術

成人の腎細胞がんに対して腹腔鏡下腎摘除術は既に標準手術となっているが、小児の腎腫瘍の代表である腎芽腫（ウイルス腫瘍）は、診断時にはサイズが腹腔のかなりの部分を占めるほどまで増大していることが多いため、残念ながら腹腔鏡手術の恩恵にあずかることは稀である。腎盂尿管移行部通過障害による水腎症で無機能腎に陥った症例や尿管異所開口で異形成腎の場合に小児に腹腔鏡下腎摘除術は非常に有用である^{5,6)}。腹腔鏡の普及の項でも触れたが、異形成腎は小さいし、水腎症でも無機能に陥った場合は萎縮しているので創部を延長することなくカメラポートなどからそのまま摘出できるからである。

(2) 腹腔鏡下の上腎摘除術・下腎摘除術

重複腎盂尿管の上腎や下腎が無機能に陥っている場合には、無機能のユニットを腹腔鏡下に摘除する。重

複腎盂尿管の上腎所属の尿管が異所開口や尿管瘤の場合でも所属腎の機能が良好な場合には温存し尿管膀胱新吻合術を行う（姉妹尿管は共通鞘のまま新吻合することが多い⁷⁾。

(3) 腹腔鏡下腎盂形成術

腎・尿路の先天性疾患のなかで最も腹腔鏡手術が普及しているのが腎盂尿管移行部通過障害による先天性水腎症である。移行部を切除して腎盂と尿管の連続性を絶ち、お互いの内腔面を広くして端々吻合する dismembered 法と、連続性を維持して移行部の内腔を大きくする non-dismembered 法があり、この操作は開放手術と違いはない⁸⁾。この操作を腹腔内で行う場合と後腹膜腔で行う場合があるが、成功率や合併症率に違いはない。操作孔一つで行う単孔式も採用されている。

(4) 腹腔鏡下膀胱尿管逆流防止術

膀胱尿管逆流に対する腹腔鏡手術には様々な術式があるが、キーポイントの手技は開放手術と共通である。膀胱内操作で粘膜下トンネルを作成する Cohen 法と Politano-Leadbetter 法は厳密な意味では腹腔鏡手術ではなく気膀胱手術である。腹腔手術としては膀胱外で膀胱筋層内に尿管を埋め込む Lich-Gregoir 法が行われる⁹⁾。

(5) 腹腔鏡下尿管形成術

尿管膀胱移行部通過障害による巨大尿管に対しては、気膀胱下で尿管をくりぬき、膀胱内に引き出しそのまま尿管縫縮により尿管形成術を行う。膀胱外（腹腔内）で尿管縫縮を行うことも可能である。尿管瘤の場合はその上蓋を切り取ってから尿管縫縮する。

(6) 腹腔鏡下尿管膀胱新吻合術

尿管異所開口で所属腎の機能が温存に値する場合にはその尿管を開口部より頭側で離断して尿管膀胱新吻合術を行う。尿管膀胱移行部通過障害や尿管瘤は、必要な場合には尿管形成術（尿管縫縮）を行った後に尿管膀胱新吻合術を行う。その術式は前述した腹腔鏡下膀胱尿管逆流防止術と同じである。

(7) 腹腔鏡下膀胱拡大術

神経因性膀胱のため膀胱容量が少なく高圧膀胱の場合、回腸などを利用した膀胱拡大術が腹腔鏡下で行われる。

(8) 腹腔鏡下導尿路造設術

神経因性膀胱で CIC（清潔間欠自己導尿）を行っている患児に対して、虫垂や回腸を利用した導尿路を腹腔鏡下に造設する。臍部あるいは下腹部に導尿チャンネルを作成すれば限られたスペースでも導尿できるた

め患児の QOL が向上する。

(9) 腹腔鏡下尿膜管摘除術

尿膜管疾患（嚢胞や憩室など）を腹腔鏡下に摘除するものである⁴⁾。尿膜管の摘除範囲を可及的下方とするか膀胱頂部までとするかは議論があるが、腹腔鏡下であれば観察範囲が広いのでいずれでも対応可能である¹⁰⁾。

(10) 腹腔鏡下ミューラー管遺残摘除術

前立腺小室などのミューラー管の遺残物を開放手術で摘除する場合、病変が深部にあるため、経腹腔的、経膀胱的、経会陰的のいずれのアプローチであっても到達が容易ではない。腹腔鏡下であれば、前立腺がんの腹腔鏡手術と同じ術野になるため、そのトレーニングを積んだ医師にとっては親しみ深い手術となる。

(11) 腹腔鏡下精索静脈瘤結紮術

精索静脈瘤の根治術には様々なアプローチがある。最近では顕微鏡下の陰嚢部切開による精索静脈瘤結紮術が行われることが多いが、腹腔鏡下精索静脈瘤結紮術も選択肢の一つである。

(12) 腹腔鏡下精巣固定術

停留精巣の中でも非触知精巣に対する最終診断の手段として腹腔鏡は有用である。腹腔鏡で腹腔内に精巣が同定されれば、操作ポートを2本追加することで腹腔鏡下に精巣を陰嚢内に下降・収納・固定することができる^{11,12)}。

(13) 腹腔鏡下性腺摘除術

性分化疾患の性腺の生検を腹腔鏡で行い、性決定に適合しない性腺や機能しない性腺（索状性腺）を摘除するのに、腹腔内の性腺のみならず子宮など内性器の観察が可能な腹腔鏡は非常に有用である^{13,14)}。

II. 小児泌尿器科領域でのロボット手術

1. 小児泌尿器科領域のロボット手術の歴史

米国の海軍における遠隔医療の目的で開発されたロボット手術はまたたく間に欧米に普及した。わが国でも様々な臓器の悪性腫瘍の治療にロボット手術が導入された。とくに生活の欧米化に伴い急増している前立腺がんに対するロボット手術が保険収載されると泌尿器科領域での発展と普及はめざましいものがあつた。膀胱尿管逆流に対する Lich-Gregoir 法による腹腔鏡手術の術野はロボット支援下の前立腺がん全摘除術のそれと共通する部分が多いため、前立腺がんのロボット手術の経験のある術者が着手するのは困難なものではなかった。また腎盂尿管移行部通過障害に対する腹腔鏡下腎盂形成術と体位・術野を同じにするロボット

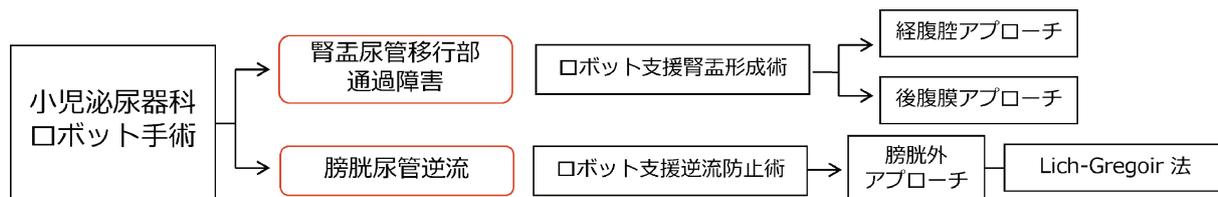


図2 小児泌尿器科領域のロボット手術

支援下腎盂形成術も導入に障害となるものは少なかった。2018年に胃がん、子宮がん、肺がんなどに対するロボット手術が保険収載されたように、小児領域のロボット手術が承認される日が待たれる。

2. 小児泌尿器科領域のロボット手術の現況

小児泌尿器科領域のロボット支援下腹腔鏡手術は、腎尿路系の先天性疾患である腎盂尿管移行部通過障害と膀胱尿管逆流に行われている (図2)。

(1) ロボット支援腎盂形成術

腎盂尿管移行部通過障害による先天性水腎症に対するロボット支援腎盂形成術は、欧米では成人のみならず小児にも普及しているが、わが国では一部で行われている状態にすぎない。腹腔鏡下腎盂形成術と比べて腎盂側と尿管側の端々吻合の時間が有意に短縮されるという利点がある。後腹膜アプローチも可能であるが、操作腔の広さから経腹膜アプローチが中心である¹⁵⁾。

(2) ロボット支援逆流防止術

膀胱尿管逆流に対するロボット支援逆流防止術は気膀胱手術により着手されたが、気膀胱状態の維持が困難なため普及しなかった。しかし Lich-Gregoir 法は腹腔内操作で行われるためロボット支援逆流防止術の良い適応である¹⁶⁾。

Ⅲ. 名古屋市立大学病院での小児泌尿器科疾患に対する腹腔鏡手術・ロボット手術

1. 名古屋市立大学病院での小児腹腔鏡手術の方法と結果

(1) 名古屋市立大学病院での腹腔鏡下腎盂形成術

先天性水腎症に対する腹腔鏡下腎盂形成術は、Petersらによって1995年にはじめて報告された¹⁷⁾。私たちは2000年から成人に、2005年から小児に対する腹腔鏡下腎盂形成術を開始し現在までに62例に施行しており、導入初期から成功率95.5%と欧米諸国からの成績と遜色ない治療成績を報告してきた¹⁸⁾。

本術式は保険収載されており、施設によって経腹膜



図3 腹腔鏡下腎盂形成術 (患側を上にした半側臥位)

アプローチあるいは後腹膜アプローチで行われる。私たちは操作腔が広く、腎盂尿管の切開デザインのしやすさ、および縫合操作の行いやすさ、等の利点がある経腹膜アプローチで行っている。

体位は患側を上にした半側臥位とし、トロカカーは3本 (5 mm)、気腹圧は8~10mmHgで行っている (図3)。鉗子類との干渉を避けるためにも5 mmフレキシブルカメラを使用しており、繊細な操作の際には3 mmの剪刀と持針器を使用している。原則として、右側症例では上行結腸の外側腹膜を切開して後腹膜腔へ到達する後結腸アプローチで、左側は腸間膜を切開して後腹膜腔へ到達する経腸間膜アプローチで行っている。

腎盂尿管移行部を露出したら、腹壁から刺入した2-0吸収糸で拡張した腎盂に支持糸をかけ、切開デザインを行う。交差血管 (crossing vessel) がある場合や、尿管ポリープ、内因性など、通過障害の原因は多岐にわたるため、症例ごとに適切な切開・縫合デザインを行うことが重要である¹⁹⁾。

腎盂と尿管との縫合は6-0モノフィラメント吸収糸を用いた連続縫合で行っている。また、縫合終了前に、

尿管内に尿管ステントを順行性に留置している。留置したステントカテーテルは3～6週間後に内視鏡下に抜去している。

(2) 名古屋市立大学病院での腹腔鏡下膀胱尿管逆流防止術

膀胱尿管逆流 (VUR) に対する手術治療の gold-standard として開放手術が行われてきたが、近年、創部が小さく、体内組織を外気にさらさない腹腔鏡手術が VUR の低侵襲治療として発展してきている。開放手術に準じて、膀胱内到達法 (Cohen 法や Politano-Leadbetter 法)、膀胱外到達法 (Lich-Gregoir 法) が報告されているが、私たちは2009年から膀胱外到達法による腹腔鏡手術を行っている。本術式には術後の血尿や膀胱刺激症状が少なく、尿道カテーテル留置期間も短い利点があり、導入初期の治療成績は85～100%と良好であった²⁰⁾。現在のところ、膀胱外到達法による腹腔鏡下逆流防止術は保険未収載であるが、厚生労働省の先進医療として私たちは国内2番目の施設に承認され、十分な説明と同意のもとに施行している。

腹腔鏡手術に先立ち、膀胱鏡を用いて患側の尿管内にカテーテルを留置しているが、術中に尿管を同定しやすくなり、術後の尿路閉塞の予防にも役立つ。手術体位は、乳幼児では背臥位、年長児では碎石位で行っている。臍とその左右に5mm トロカーを配置し、気腹圧は8～10mmHg、腹腔鏡用鉗子、剪刀、L字フック電極付き吸引管を用いる (図4)。

腹腔内から膀胱背側へ到達し、腹膜を切開し尿管を同定する。尿管周囲には骨盤神経叢から分枝した排尿筋を支配する神経が走行しており、術後の排尿障害を回避するために愛護的な剥離操作を心がけている。尿管周囲を十分に剥離した後、膀胱漿膜・筋層の切開を行い、この切開部に尿管を埋め込むようにして膀胱筋層を左右から縫合する。十分な長さの尿管を筋層でバックアップすること (detrussorhapy) が逆流の消失に必須の条件と考えられる。留置した尿管カテーテルおよび尿道カテーテルは術後1～数日で抜去し、排尿を確認している。私たちは術後3か月で排尿時膀胱尿道造影を行い、逆流の消失を画像検査で確認している。

2. 名古屋市立大学病院での小児ロボット手術の方法と結果

(1) 名古屋市立大学病院でのロボット支援腎盂形成術
手術支援ロボット (da Vinci[®] サージカルシステム) の進歩に伴い、腎盂尿管移行部通過障害に対して2002年にはじめてロボット支援腎盂形成術が報告された。



図4 腹腔鏡下膀胱尿管逆流防止術
(乳幼児では背臥位、年長児では碎石位)

わが国では2012年に第1症例が行われ、以後、継続的に行われている。私たちは現在までに34例に施行し、うち小児例は15例であった。ロボット支援腎盂形成術の手術適応は開放手術や腹腔鏡手術と同等である。ただ体重10kg未満の小児では腹腔内が狭く、臓器損傷などの有害事象が発生しやすくなる可能性があるため、手術支援ロボットの使用に注意が必要である。また本術式は保険収載されていない術式であることから、医師主導の臨床試験として医学系研究倫理審査委員会の承認のもと施行している。

手術の方法は腹腔鏡手術と同様であり、ロボットアームの干渉を避けるためにも、私たちは経腹膜アプローチで行っている。トロカーはロボット用に3本 (8mm, 12mm)、助手用の1本 (5mm) の計4本で施行している。気腹圧は8～10mmHgで行い、ロボット本体とドッキング後、腎盂尿管移行部を露出し、切開・縫合デザインを行うのは腹腔鏡手術と同様である (図5)。

腎盂尿管縫合には6-0モノフィラメント吸収糸を使用しているが、ロボット支援手術の特徴である3D画像による拡大視野、自由度の高い鉗子、モーションスケール機能を用いた繊細な運針操作が可能となる (図6)。ロボット支援手術でも尿管ステントは順行性に留置しており、3～6週間後に抜去している。

私たちの施設で施行した、腹腔鏡およびロボット支援腎盂形成術の手術成績を表1に示す。いずれも重篤な合併症は認めず、他の報告と比較しても良好な成績と考えられた²¹⁾。私たちのデータでは、ロボット支援手術の治療成績は腹腔鏡手術と同等であり、かつ腎盂



図5 ロボット支援腎盂形成術

(右が術者が操作するコンソール, 左が操作に従って患者の手術を支援するロボット本体)



図6 ロボット支援腎盂形成術のモニター画面

(ダヴィンチが腎盂と尿管とを6-0吸収糸で吻合しているところ)

尿管の縫合時間や気腹時間が有意に短縮していた。海外における複数の比較対照研究によると、ロボット支援手術は従来の手術と同等以上の治療成績であり、入院期間の短縮や合併症の低減に寄与することが示唆されている²²⁾。腎盂形成術は、術中の適切な腎盂・尿管の切離や確実な縫合操作が求められる術式であり、手術支援ロボットの利点を十分に生かすことができる方法と考えられる。

(2) 名古屋市立大学病院でのロボット支援膀胱尿管逆流防止術

膀胱尿管逆流に対するロボット支援手術は、2005年に初めて報告された²³⁾。当初は膀胱内到達法による報告であったが、その後膀胱容量の小さな小児患者では膀胱内に気腹ガスを保つことが困難で、操作腔が制

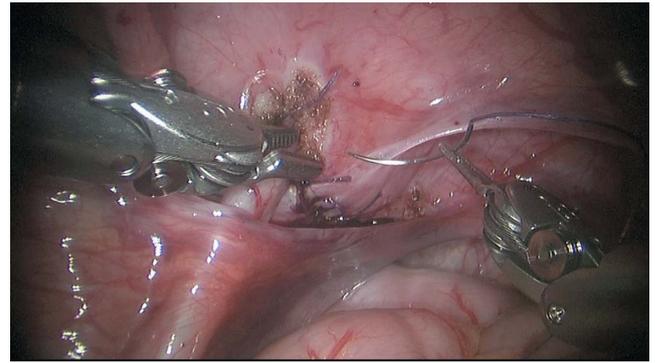


図7 ロボット支援膀胱尿管逆流防止術のモニター画面
(腹腔内から膀胱筋層を開きその中に尿管を埋めて膀胱筋層を閉鎖しているところ)

限されることが判明した。そのため腹腔という大きなスペースを利用できる膀胱外到達法によるロボット支援手術が広く行われるようになり(図7)、私たちの施設でも2013年から本術式を行っている²⁴⁾。腎盂形成術と同じく本術式は保険収載されていないため医師主導の臨床試験として施行している。

腹腔鏡下膀胱尿管逆流防止術と同様に、手術に先立ち膀胱鏡下で尿管カテーテルを留置しており、臍にカメラ用(12mm)、左右にロボット操作用(8mm)、さらに助手用トロカー(5mm)の4本で手術を行っている。手術方法そのものは腹腔鏡手術と同様であるが、3D拡大画像により、尿管周囲の血管や神経線維を視認しやすくなるため術後の排尿障害の発生率を低減できる可能性がある。同時期に施行した腹腔鏡手術とロボット支援手術の成績を表2に示す。有意差は認めないものの腹腔鏡手術に比べロボット支援手術では手術時間が短縮した。これはロボット支援手術では、膀胱筋層の縫合がより容易となったことが要因と考えられる。手術成績は両術式で同等であり、重篤な合併症なく安全に施行することが可能であった²⁵⁾。

開放手術とロボット支援手術の比較研究はこれまでに4報が報告されており、ロボット支援手術では総手術時間が長い一方、術後疼痛が少なく入院期間が短縮することが報告されている²²⁾。高コストや保険未収載などの課題があるものの、米国では膀胱尿管逆流に対する手術治療のうちロボット支援手術の割合が増加しており、デバイスの進歩に伴い今後さらに普及するものと予測される。

おわりに

現時点では小児先天異常の中でロボット支援手術が

表 1 名古屋市立大学病院における腹腔鏡・ロボット支援腎盂形成術の手術成績

	腹腔鏡手術 (n=30)	ロボット手術 (n=15)	p value
手術時年齢	1 - 13歳	2 - 14歳	—
性別 (男:女)	22 : 8	10 : 5	—
患側 (右:左)	4 : 26	3 : 12	—
再手術症例	0	2 (男 1、女 1)	—
総手術時間 (分)	214.5 ± 34.3	216.9 ± 74.4	N.S
気腹 / コンソール時間 (分)	192.4 ± 34.1	137.7 ± 35.0	p < 0.001
腎盂尿管の 縫合時間 (分)	87.0 ± 14.7	49.7 ± 16.5	p < 0.001
合併症	G1	G1	N.S
成功率 (%)	25 / 26 (96.1)	13 / 14 (92.9)	N.S
2次治療	ロボット手術を行い 治療に成功 (1)	腹痛が改善せず、 尿管ステント留置 (1)	—

表 2 名古屋市立大学病院における腹腔鏡・ロボット支援逆流防止術の手術成績

	腹腔鏡手術 (n=9)	ロボット手術 (n=9)	p value
手術時年齢	1 - 15歳	2 - 25歳	—
性別 (男:女)	6 : 3	4 : 5	0.3428
患側 (片側:両側)	6 : 3	5 : 4	0.6287
VUR grade (尿管)			
I	0 / 13	1 / 15	
II	0 / 13	2 / 15	
III	4 / 13	7 / 15	0.3012
IV	5 / 13	3 / 15	
V	4 / 13	2 / 15	
手術時間 (片側) (分)	192.5 ± 40.5	144.0 ± 40.8	0.1003
(両側) (分)	227.0 ± 39.3	211.5 ± 87.4	0.7237
縫合に要した時間 (分)	46.8 ± 11.1	40.3 ± 12.9	0.2020
出血量 (mL)	4.2 ± 3.7	15.2 ± 31.9	0.2179
成功率 (%)	12 / 13 (92.3)	14 / 15 (93.3)	0.9163

保険収載されている疾患はないため、わが国では残念ながら小児に対するロボット支援手術が普及してはしていない。しかしわが国における最初の小児患者に対するロボット支援手術は腎盂尿管移行部通過障害による小児先天性水腎症に対する腎盂形成術²²⁾と膀胱尿管逆流に対する逆流防止術²⁴⁾であり、泌尿器科疾患に対してであった。現在、開放手術は腹腔鏡手術に推移し

ているが、近い将来に保険収載が得られれば、小児泌尿器科疾患とくに腎・尿路先天異常に対しての手術はロボット支援手術が主流になるだろうと推測される。それまでに私たち小児泌尿器科医としては小児に対して安全で確実なロボット支援手術のシステムが確立できるよう専心したい。

文 献

- 1) 日本小児泌尿器科学会学術委員会編. 小児先天性水腎症 (腎盂尿管移行部通過障害) 診療手引き2016. 日小泌尿会誌. 2016; 25: 1-46.
- 2) 日本小児泌尿器科学会学術委員会編. 小児膀胱尿管逆流 (VUR) 診療手引き2016. 日小泌尿会誌. 2016; 25: 47-94.
- 3) 日本小児泌尿器科学会学術委員会編. 停留精巣診療ガイドライン. 日本小児泌尿器科学会雑誌. 2005; 14: 117-152.
- 4) Hayashi Y, et al: Current concepts in hypospadias surgery. *Int J Urol* 2008; 15: 651-664.
- 5) Nishio H, et al: Laparoscopic nephrectomy for pelvic multicystic dysplastic kidney. *Urology* 2011; 78: 434-436.
- 6) Kojima Y, et al: Laparoscopic nephrectomy for a girl with giant hydronephrosis of a horseshoe kidney. *Int J Urol* 2007; 14: 647-649.
- 7) Iwatsuki S, et al: Detection of ectopic ureteral insertion to vagina with hypoplastic ectopic kidney by three-dimensional computed tomography. *Urology* 2009; 73: 505-506.
- 8) Kojima Y, et al: Laparoscopic dismembered pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in children. *Int J Urol* 2009; 16: 472-476.
- 9) 黒川寛史, 他: 特集 膀胱尿管逆流に対する腹腔鏡下逆流防止術 (膀胱外アプローチ). *臨泌*, 2015; 69: 156-160.
- 10) Kojima Y, et al: Laparoscopic management of urachal cyst in a 9-year-old boy. *Int Urol Nephrol* 2007; 39: 771-774.
- 11) Kojima Y, et al: Laparoscopic orchiectomy and subsequent internal ring closure for extra-abdominal testicular nubbin in children. *Urology* 2009; 73: 515-520.
- 12) Kojima Y, et al: Laparoscopic management of nonpalpable testis: new treatment strategy. *J Endourol* 2011; 25: 635-640.
- 13) Mizuno K, et al: Laparoscopic diagnosis and treatment of a phenotypic girl with a mosaic 45, XO/46, X, idic (Y) mixed gonadal dysgenesis. *J Pediatr Surg* 2009; 44: 1-3.
- 14) Mizuno K, et al: Transumbilical laparoendoscopic single-site gonadectomy for Turner's syndrome with Y-chromosome mosaicism. *J Pediatr Urol* 2012; 8: 39-42.
- 15) 水野健太郎, 他: 小児に対するロボット支援手術. *臨泌*, 2015; 69: 192-199.
- 16) 水野健太郎, 他: 膀胱尿管逆流に対するロボット支援逆流防止術; 術式と手術成績. *臨泌*, 2015; 69: 944-949.
- 17) Peters CA, et al: Pediatric laparoscopic dismembered pyeloplasty. *J Urol* 1995; 153: 1962-1965.
- 18) Kojima Y, et al: Comparison of laparoscopic pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction in adults and children: lessons learned. *J Urol* 2011; 185: 1461-1467.
- 19) Iwatsuki S, et al: Laparoscopic management for fibroepithelial polyp causing ureteropelvic junction obstruction in a child. *Urology* 2010; 76: 146-148.
- 20) Kojima Y, et al: Ureteral Advancement in Patients Undergoing Laparoscopic Extravesical Ureteral Reimplantation for Treatment of Vesicoureteral Reflux. *J Urol* 2012; 188: 582-587.
- 21) Mizuno K, et al: Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty for ureteropelvic junction obstruction: comparison between pediatric and adult patients-Japanese series. *J Robotic Surg*. 2017; 11: 151-157.
- 22) Mizuno K, et al: Robotic surgery in pediatric urology: Current status. *Asian J Endosc Surg*. 2018; 11: 308-317.
- 23) Peters CA, et al: Intravesical robotically assisted bilateral ureteral reimplantation. *J Endourol* 2005; 19: 618-621.
- 24) Hayashi Y, et al: Extravesical robot-assisted laparoscopic ureteral reimplantation for vesicoureteral reflux: initial experiences in Japan with the ureteral advancement technique. *Int J Urol* 2014; 21: 1016-1021.
- 25) 水野健太郎, 他: 泌尿器内視鏡手術のすべて 尿管・膀胱の手術 ロボット支援逆流防止術. *臨泌*, 2018; 72: 147-152.