

「この街」のために。「あなた」のために。

そうこう®

S O U K O U

社会医療法人 壮幸会

行田総合病院

TEL : 048-552-1111

2020年7月号(月刊) 発行：社会医療法人 壮幸会 行田総合病院



2020 / 7月発行 / vol.058

SPECIAL ISSUE ▶

ロボット支援手術「300症例を超えて」

SPECIAL ISSUE ▶

ロボット支援手術「最新手術から標準手術へ」

ダヴィンチによるロボット支援手術

300症例を超えて



副院長・泌尿器科部長

林 暁



●行田総合病院の泌尿器科

2017年5月に手術支援用ロボット「ダヴィンチ」を導入しました。当初は保険診療が最初に認められた前立腺がん症例のみでしたが、2018年4月に保険適用範囲が広がったことをきっかけに腎がん部分切除術、膀胱全摘術に対しても導入しました。さらには消化器外科領域でも直腸がん手術が保険適用となり、ダヴィンチによる手術を開始しました。当院ではこうした保険適応の拡がりを見越して、ロボット手術の安全性確保と促進のために術前・術後の検証や定期的なカンファレンスを行ったり、診療科を超えてロボット手術についてのフィードバックや情報を共有しています。ロボット手術は泌尿器科が先行してきましたので、ロボット手術での実績と経験が豊富な泌尿器科の医師が他診療科の医師やチームにも知見を提供し、いち早く質の高い、安全な手術を患者さんに提供しています。2年10カ月で300症例を超えたことは、医師を含め手術室スタッフによる努力の賜物であると感じています。

り層が厚く幅広い診療体制で埼玉県北部の泌尿器科を支援してまいります。

◆

ダヴィンチによる手術を行うためには販売元であるインテュイティブサージカル社のライセンスを取得する必要があります。執刀医師や助手、臨床工学技士、看護師などが参加し、操作を含めたロボット手術に関わる研修を受け、ライセンスを持ったメンバーでチームが構成されます。さらには腹腔鏡手術の実績などが十分にあることをロボット支援手術を行う条件とすることで安全性を確保しています。

●ダヴィンチの特長&実用性

ロボット支援手術のメリットは低侵襲であるということです。機能から受ける恩恵は多々ありますが、そのひとつが「手ぶれの解消」です。従来の腹腔鏡手術では、2Dの内視鏡カメラを持つ人、中心になって執刀する医師、助手など、複数のメンバーが分担して作業します。

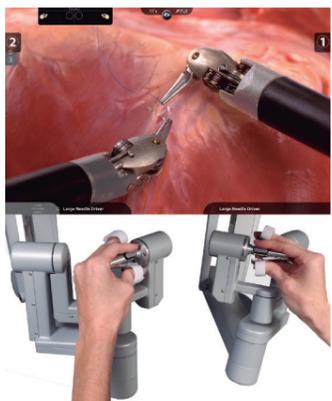
術というより「腹腔鏡手術」が開腹手術に比べて、傷が小さく、出血量も少ない、回復期間も短く、早期に社会復帰できる点です。更に、ロボット手術ではより拡大した視野で精緻な作業ができるので、術後の尿失禁や男性機能の温存といった点でも有利と考えられます。

ダヴィンチのアームに必要な孔の数は、概ね4つです。3D内視鏡カメラと両手の鉗子、アシスタントが手術台の横について作業を行うための孔の合計です。ダヴィンチのアームは4本なので、手術をスムーズに行うために5〜6つの孔を開ける場合もあります。必要な孔の大きさは約1、2cmです。ただし、前立腺がんや腎臓がん等の組織を体内から取り出すために、1、2cm以上の孔が必要となるケースもあります。

医師が同時に動かせるアームは2本ですが、切り換えることで内視鏡カメラや鉗子類を操作することができます。手による通常の腹腔鏡手術でも執刀医は2本の腕で鉗子類を持ち、もう一本は助手に抑えてもらいますので、ロボット支援手術でもその点は同じです。

視野についてはまったく違和感がありません。3D映像では奥行きも把握できるので、ごく自然に扱っ

(写真上)、切る、縫う作業を理想的な方向や角度で行うことができます。また患



鉗子などの長い棒状の器具をお腹の中に入れて、モニター画面を見ながら協働で手術しますが、時に人が持つカメラや器具が震えて手ぶれが起るといった課題がありました。一方、ダヴィンチには3D(立体視)内視鏡カメラが導入されています。カメラや鉗子などのアームは手ぶれすることなく、数時間に及び手術であってもカメラや鉗子を持つ手が疲れることもありません。手術がやりやすく、正確性が高くなります。

また、従来からの腹腔鏡手術では、アームの先端が固定された真っ直ぐな棒状の鉗子などを使用していました。可動域・可動方向に制限があるため、自由度の低い中で切る、縫うといった手術を医師は自らの経験とスキルで行ってききました。

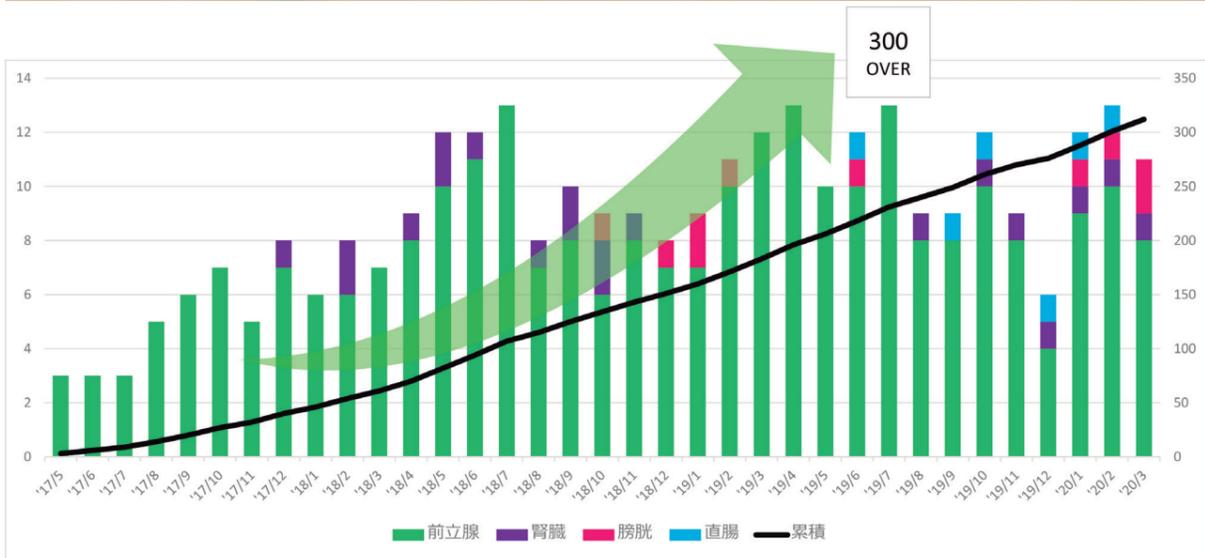
ダヴィンチの場合は、先端の鉗子部に関節があるため(写真上)、切る、縫う作業を理想的な方向や角度で行うことができます。また患

部の細かい手術の時は、カメラをととも接近させて作業できます。例えば、血管に沿って傷つけないよう組織を切っていく場合などは、カメラや鉗子や尖刀等を細かく操作しますが、手ぶれによってカメラや鉗子のズレが発生すると、危険度はそれだけ増してしまいます。

ダヴィンチに搭載されているカメラは手ぶれがなく画像が揺れないので、従来より接近した視界で手術ができます。更にクローズアップ機能で患部を大きく拡大表示したり、モーションスケールを使って、繊細で細かい作業も可能です。モーションスケールは医師の手の動きとダヴィンチの手の動きを1対1のスケールで伝えるのではなく、2対1や3対1、5対1など、細かい動きで操作する調節も可能です。わかりやすく言えば、手元(写真下)で5cm動かしても、ロボットが持った鉗子は1cmしか動かないように比率を調整することでより正確で細かい操作ができるようになります。

泌尿器科の前立腺手術でダヴィンチが多く利用されている理由のひとつは、骨盤の中の狭い領域でも自由度の高い操作が実現できているからです。

患者さんにとって最も大きなメリットは、ロボット手



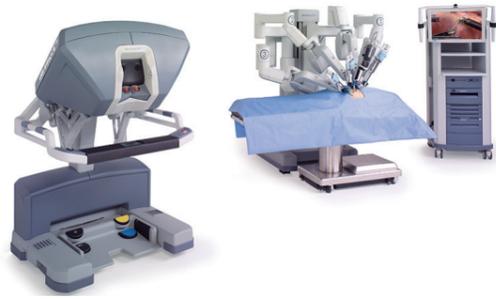
※行田市をはじめ前立腺がん検診【PSA 検査】が各市町村で始まっています。

【PSA 検査】前立腺がんを早期発見するための最も有用な検査です。がんや炎症により前立腺組織が壊れると、PSA が血液中に漏れ出し、増加します。血液検査で PSA 値を調べることによって前立腺がんの可能性を調べます。検診に関する費用等については各市町村へお問合せください。

ができます。ロボットで手術をするといっても同じ手術室内で操作しているので遅延もまったく感じません。

●トラブルなどは？

メーカーによる定期メンテナンスのほか、臨床工技士が術前と術後に必ず点検を行い、セッティングにも立ち会っています。故障等による手術の中断などは一度もありません。精密機械なので故障する可能性はありますが、毎回の点検に細心の注意を払い、予備部品を即座に交換することで大事には至ることはありません。



今後ロボット支援手術は確実に増えます。低侵襲で極めて精度の高いダヴィンチは全ての開腹手術に取って変わるものと確信しています。

●今後、症例は増えていく？

ます。当院は未来を見据え、ロボット支援手術の導入を積極的に進めて行きたいと考えています。

●遠隔手術は、まだ先の未来？

理論的には可能です。ダヴィンチの開発には遠い戦場で負傷した兵士を救うため、戦場から離れた遠隔地からオンラインによって戦地のロボットを操縦し、手術を行うという米軍の発想から進められたという経緯があります。しかし実際にはそう簡単にいきません。通信速度の問題で画像表示にタイムラグが生じる場合があります。わずかな画像の遅れがズレを生じさせ、正確な手術にならない可能性も考えられます。特に重要血管の処置では重篤な経過をもたらすこととなります。また、手術は執刀医だけでなくチームで行うため、息の合ったメンバーでなければうまくいきませんし、セッティングに熟練した臨床工技士が必要となるなど、現段階では遠隔手術が得策であるとは思えません。ただし、5Gやそれ以上のデータ通信量や高速度の普及、安定化によって近い将来、大きな変化をもたらす可能性が高いと感じています。

●進化する可能性も視野に入れて

ダヴィンチに AI を搭載するということは、最終的にロボット支援手術の完全自動化を目指すことに繋がるものと思われます。最近ではディープラーニングによる画像診断技術が向上し、X P、CT、MRI や細胞診などから「がん」の検出も可能となっています。肺がんの診断については人間よりも正確であるとの報告も耳にします。画像解析を習得した AI が手術のナビゲーションをするようになるのはそう遠い未来ではないでしょう。しかし、身体内部の個人差は大きく、重要な血管走行も一様ではありません。内視鏡画像から AI が正確に判断して臓器や血管を切ったり縫合したりするようになるまでは、高度な判断と技術が必要で実現には相当な時間が必要となるでしょう。プロセスを前立腺がんに加え、お話しすると、3D プリンタを利用して骨盤腔モデルを作成し、前立腺剥離、血管処理、尿道吻合など術前シミュレーションを十分に行うこと。それらのデータを蓄積・解析していくことがロボットによる完全自動化手術実現の可能性を高めていくのではないのでしょうか？

ダヴィンチによるロボット支援手術

最新手術から 標準手術へ



泌尿器科副部長

高島 博



手術はそれらの問題がおこりやすく術者にとってもストレスが大きいものでした。

ロボット支援手術では小さな1、2cm程度の孔を6カ所あけるだけで手術が可能であり、開腹手術では術者の目が行き届かないようなところ（前立腺の裏側）まで拡大して見えること、そしてロボットアームが1mm単位の細かさで術者の意図する動きを反映してくれることからおのずと精度の高い手技が可能となります。とくに肥満や骨盤が狭いなどの開腹手術にとっての悪条件があるケースではロボット支援手術のほつが成功しやすいことを実感しています。

当科では2017年5月からロボット支援手術を導入し、2020年5月まで前立腺全摘除術を282件行っています。幸い大量出血をきたし輸血が必要になったケースや直腸損傷をきたしたケースはありません。術後の尿もれも個人差はありますがほとんどの患者さんがほぼ半年から1年以内に改善し、尿もれがあっても一日一枚尿パッドを必要とする程度で済んでいます。以前の開腹手術ではがんは治ったけれども術後1年経っても重度の尿もれが続くという患者さんがたまにいらっしゃいました。ロボット支援手術開始当初は大腸・直腸がんなど下部開腹手術を行っていた患者さんにはロボット支援手術は適応外と判断し開腹手術にするか手術以外の治療を

手術医療の世界において手術機器の開発は日進月歩であり、そのなかでも革新的といえる機器が手術支援ロボットです。現在世界でも最も普及している手術支援ロボットがダヴィンチサージカルシステム、通称『ダヴィンチ』です。医療を提供するうえで重要なことは医療の質の向上です。それにより患者さんの満足度が高くなり、地域医療を担う病院として信頼度も高くなります。外科領域では手術の質の向上が求められます。「より安全に、より確実に」そういった質の高い手術を可能にしてくれるのがこのダヴィンチです。当院にはそのダヴィンチがあり、泌尿器科医、麻酔科医、手術室看護師、臨床工学技士がチーム一丸となってロボット手術を行っています。

ダヴィンチは、手術のなかでも腹腔鏡手術や胸腔鏡手術などの内視鏡下手術を支援してくれるロボットです。ただし、ロボットがひとりだけで動いて自動的に手術が行われるわけではありません。術者がロボットを操作することによって手術が可能になります。

ダヴィンチの利点は以下の通りです。体内を専用の内視鏡で見るとその画像が術者にとって奥行きのある三次元映像でかつ10倍もの拡大像が得られる点、ロボットの腕の先端部分がくねくねと自由に曲げられる点、そして手ブレ防止機能がある点などがあげられます。それによって従来の内視鏡下手術における技術的難点が克服され、行っていました。しかし、そういった患者さんであってもロボット支援手術を希望されることが少なくなく、最近では小切開による開腹手術でロボット支援手術が可能とな状況を作成し手術の核心である前立腺摘除と膀胱尿道吻合はロボット支援下に行つというハイブリッド手術を行っています。多少時間はかかりますが開腹手術だけでは目や手が届きにくい骨盤内の深いところで確実性の高い手術が可能となり術後経過も良く、満足度の高い結果が得られています。

●腎臓がんに対するロボット支援手術

腎臓がんの標準治療は、がんの広がりに関係なく手術によるがんの摘出です。腎臓がんは放射線治療や抗がん剤は有効ではないからです。7cmを超えるような大きながんでは、根治のためにはがんを含め腎臓を全部摘出する手術（腎摘術）が最も確実で有効です。一方、転移していない比較的小さいがん（とくに4cm以下）では、がんの部分だけを切除する手術（腎部分切除術）でも腎摘術でもがんが治る確率が変わらないという研究が報告され、小さな状態でみつかった腎臓がんに対してはまず腎部分切除術を試みる方針となりました（がんの位置や大きさによって困難なケースもあります）。がんのみ

術者が思い描くイメージどおりの手術が可能となります。とくに狭い空間で細い神経や血管を温存したり、縫い合わせたりといった細かな手技が要求される場面では人間の手で行つよりも速く正確に安全に遂行できます。

●前立腺がんに対するロボット支援手術

前立腺がんが見つかり転移していない場合に、根治目的で前立腺を摘出することをロボットを駆使して行う手術です。それだけでなく膀胱と尿道を吻合する尿路再建という作業があります。手術で求められることは前立腺がんの根治だけでなく術後重度の尿もれをおこさないこと、さらに希望があれば勃起機能を維持できるようにすることです。すべてが達成できれば大成功と言えます。

以前は前立腺摘出といえば下腹部を大きく切開して行う開腹手術が一般的でした。前立腺は骨盤内の最深部に位置し周囲には血管が豊富であるため、開腹手術では大出血や直腸損傷の問題、また、尿道や神経を温存しにくいことから排尿機能や性機能が損なわれやすいなどの問題がありました。とくに肥満患者や骨盤が狭い患者の開腹

の切除が難しくなければ、正常組織を残すこととなるべく腎機能を損わないように、将来の腎不全、透析のリスクを減らすことを目指します。特にともとも腎機能が悪い場合はなるべく腎部分切除術でがんを治すことを試みます。ただし、腎部分切除術は腎摘術に比べると技術的な難度は高くなります。確実な腫瘍切除とその後の修復という作業を高精度で行わないとがんを根治できないだけでなく合併症（後出血や腎外への尿漏）が生じ、経過によっては腎摘除術を追加しないといけない事態になるからです。

腎部分切除術は以前は開腹手術で行っていました。小さな腎臓がんを切除するために、脇腹に大きな切開（15〜20cm）が必要でした。筋肉がたくさん切断されるがゆえ術後の痛みも相当なものとなります。出血も少なくなく、輸血が必要になることもあり侵襲が大きい手術でした。その腎部分切除術が1、2cm程度の孔を5、6箇所あけて行うロボット支援手術が可能となり2016年から保険適用されました。ダヴィンチの利点を活かして確実な腫瘍切除や血管や尿路の修復作業が可能となり、合併症も起こりにくくなっています。体に対する負担が少ない手術であるがゆえ早期の回復、社会復帰が可能になります。

当科では前立腺のロボット支援手術に続いて2017

年12月から導入し今日に至るまで21名の患者さんに行っています。前立腺がん比べ腎臓がんの頻度は少なく「小さな」がんに限られる手術方法であるため、手術件数は年間5〜10件ほどですが、同手術を受けた患者さんはすべて大きな合併症もなく無事退院されています。術後経過観察の期間はまだ3年未満と短いですが、腎臓がんが再発したり、腎機能が悪化し透析に移行したケースは認められていません。当科でのロボット支援手術での治療成績（がんが根治できる・重篤な合併症がない・腎機能が温存できる）は他施設と比べても遜色はなく、最先端の手術を当科で提供できると考えています。腎部分切除術が

いいか腎摘術がいいか迷うケースは、泌尿器科スタッフ全員で検討したうえで患者さんとも十分相談して最終決定しています。他院でセカンドオピニオンを受けていただいたうで当科で行ったケースもあります。

膀胱がんに対するロボット支援手術

膀胱がんが膀胱の壁に深く進展したり広範に広がり尿道からの内視鏡的切除では切除しきれない場合に、ほかに転移が見あたらない時に限り、根治目的で膀胱全摘術が標準治療となります。膀胱は骨盤内臓器であり開腹手術では前立腺がんの手術と同様、大出血や直腸損傷の問

題がありました。前立腺がんのロボット支援手術の有効性が示され、近年膀胱がん手術にもロボット支援手術が保険適応されるようになったのは必然といっても過言ではありません。

手術の工程は前立腺がん手術に似たところが多いため膀胱を摘出する過程で難しい手技が要求されることはありません。膀胱摘出後は尿路を再建する必要がありますが、ロボット支援手術でどこまで尿路再建を行うか、まだ標準化されているわけではありません。効率的かつ確実に合併症の少ない方法が模索されています。

当科では2018年12月から膀胱がんに対するロボット支援手術を導入し11名の方が受けています。膀胱摘出後の尿路変更術（回腸導管造設術や尿管皮膚ろう造設術）は通常の開腹手術で行っていますが、細かな縫合が必要となる工程のみロボットを活用したハイブリッド手術を行う場合もあります。現時点ではハイブリッド手術で問題となる合併症は認めず経過も良好な結果となっています。尿路変更を含めたすべての工程を開腹せずに体内でロボット支援下に行うことについては、その効率性、有用性についてまだ議論されている段階であり標準化しているわけではありません。今後の他施設の報告や研究結果をもとに当科で導入するかどうか検討していきたいと考えています。

さすらい

現在の手術支援ロボット、『ダヴィンチ』の欠点の一つは、人間の手で感じられる触覚が感じられないことです。しかし、それも術者のトレーニングによりバーチャルな触覚が生まれるといわれています。近い将来、触覚も感じられるロボットが登場すればさらに安全性の高い手術が可能となるでしょう。手術支援ロボットがさらに進化するとともに、今話題のAI（人工知能）やAR（拡張現実）などを活用したロボット支援手術が主流になる日もそう遠くないかもしれません。

そんな日が来たとしてもあくまでロボット支援であり、個体差の大きい人間の体を扱う以上、術者である我々が主導で決断し実行していく状況はまだまだ変わらないようにも思います。手術の質をより高めるためロボットという便利なツールを最大限活かせるよう我々の修練は欠かせないと思っています。

