

ロボット支援下手術

名古屋掖済会病院

外科部長

医師 山口 直哉

ロボット支援下手術とは

皆さん、ロボット支援下手術についてご存じでしょうか。近年、腹部を始め心臓・肺・泌尿器・婦人科疾患などさまざまな手術において手術支援ロボットの導入がなされてきました。ここでは腹部手術のお話を中心にお伝えします。従来は開腹手術が当たり前でしたが、日本では2、30年前から腹腔鏡下手術が増加の一途をたどりここ10年ほどは胃腸などの消化管に限らず、肝臓・胆嚢・膵臓の難しい手術も腹腔鏡を使用して行われるようになりました。その腹腔鏡下手術も手術機器の進歩とともにここ数年はロボット支援下手術に取って代われようとしています。

手術支援ロボットは2000年に世界で初めてアメリカで開発されました。手術支援ロボットを使用した手術はその安全性が認められ、欧米で徐々にその導入数が増え、日本では遅れながら2012年に前立腺全摘手術で初めて導入が認められました。その後適応手術種が拡大され、現在では一般外科分野では胃癌や直腸癌に対する手術に始まり食道や膵臓手術においても保険適応となりました。当院でも、胃癌や直腸癌の手術のうち80~90%がロボット支援下手術で占めています。

手術支援ロボットについて

さて、手術支援ロボットとはどのようなものでしょうか。一般家庭で使用されるようになった自動掃除機や、発展がめざましい自動車の自動運転のように、AIが認識して人間が指示せずとも自動的に動き手術を遂行させる、といった全自動ロボットを想像される方もいらっしゃるかもしれませんがそうではありません。あくまで操縦は医師が行い、自動で動くことは一切ありません。どちらかといえばヒーロー戦隊ものの巨大ロボットや宇宙船船外活動でのロボットアームに近いでしょうか。腹部に1cmほどの小孔を数カ所開け、そこからロボット用のビデオカメラとアームを体内に挿入して手術を行います。患者さんに挿入するロボットアーム本体とは別にコンソールと呼ばれる操作席があり医師がそこに座りロボットアームを操作します。その操作は近未来的で

直感的に動かすことができ、自分の手を動かすようにロボットアームを動かすことができます。またコンソールで見ることができる映像は非常に高精細で拡大視することができ、かつ 3D 処理されているので、1mm 単位の精緻な動きを施すことができます。これまでの開腹手術・腹腔鏡手術では通常、メスや鉗子といった手術機器は医師の手で直接持って操作するため、人の手の震えがどうしても手術器具の先端に伝わることで想定している操作からわずかなずれを加えてしまうことがしばしばあります。また開腹手術では医師の視力の問題もありますし、腹腔鏡手術では通常 2D 画像ですので遠近感が捉えにくいという欠点がありました。ゲームセンターでクレーンゲームを正面から動かずにやっているのと同じで、奥行きが捉えにくいのが皆さんにも想像に易いものと思います。手術支援ロボットはそのような、人間の手の震え・2D 画像による遠近感の捉えにくさといった欠点をカバーした理想的な手術器具だと考えられます。そしてそれぞれのキズが小さいため開腹手術のように大きな切開創を伴う手術法に比べて圧倒的に美容的に綺麗に治ります。さらに同じような皮膚切開で手術を行う腹腔鏡で使用する鉗子は長いまっすぐな固いシャフトの先端にハサミやピンセットがついている、いわばマジックハンドのような器具の形状をしているのですが、ロボットアームはアームのところどころに関節が備わっています。この機能により、目的の内臓が他の内臓などで遮蔽されている場合、これまでの腹腔鏡手術では遮蔽物を一旦どかしてからでしか目的物に到達できなかったものが、ロボットを使用すれば遮蔽物の脇からアームを伸ばして途中で関節を曲げて奥の目的物の手術操作をすることができるといったアクロバティックな操作が可能となり、腹腔鏡手術よりも煩雑な操作が必要な手術も可能となりました。

ロボット支援下手術のデメリット

これまでたくさんのロボット支援下手術のメリットをお話ししてきました。一方でデメリットもいくつかあると考えられます。第一に手術を受けるまでの待機時間がやや長くなることです。開腹手術用の手術器具や腹腔鏡器具は比較的安価なため、どこの病院でもおそらくたくさん取りそろえています。手術支援ロボットは数億円する高価な器具ですので当院のような大病院でさえも 1 台しか導入しておりません。大学病院でもせいぜい 1 病院 2 台です。ロボット支援下手術を予定しようと思っても、この 1 台を外科や胸部外科、泌尿器科、産婦人科の患者さんが取り合うこととなりますので、先の方まで予約が埋まっているといった状況が起きてしまう可能性があります。

第二に、イレギュラーな手術操作や手順は未だに開腹手術に軍配が上がるという点です。

また開腹手術よりも手術時間がやや長くなるという欠点があります。たとえるならば通常の箸もしくは長い菜箸で焼き魚の身を骨からさばくことを想像してください。長い菜箸の方が難易度が上がり時間がかかりそうだということが想像されますよね。超高難度といわれる術式や、癒着剥離といったイレギュラーな操作が必要な手術は腹腔鏡手術とロボット支援下手術の適応とされないケースがまだ多く、開腹手術で人間の手で直接操作することが求められるシーンが沢山あるのが現状です。

デメリットとは少し違うのかもしれませんが、第三に、巨大な腫瘍・内臓を摘出する手術には不向きという点です。先ほどロボット支援下手術は 1cm ほどの小孔をいくつかお腹に開けて手術を行うとお伝えしました。最終的には臍部の切開創のみ 4cm ほどに拡張して病変検体を体外に摘出するのですが、だいたいの内臓は柔軟性がありこの切開創から摘出することは可能です。しかしながら直径 5cm を越えるような腫瘍や、肝臓のような変形に乏しい内臓を大きく切除しなければならない場合、摘出するのに大きな皮膚切開が最終的に必要になります。それであれば最初から大きく皮膚切開をして開腹手術を行った方が前述したようにより迅速に手術を遂行することができます。

ロボット支援下手術の展望

これまで海外の 1 社のみが手術支援ロボットを開発販売している独占状態であったためなかなか機器の値段が下がらない状態でした。しかし近年は、国産メーカーを含め数社が独自の手術支援ロボットを開発・販売するようになり、市場競争の原理が働き、値段がどんどん安価になってきていると聞きます。各病院が複数台手術支援ロボットを導入する時代はそう遠くないと思われます。またその機能の進歩も目を見張るほどで、臍に 3cm ほどの孔を開けてそこから数本のロボットアームを腹腔内に挿入してそれぞれを独立して操作することが可能な機種も出てきました。30 年前には 20cm ほど皮膚を切らないとできなかった手術がたった 3cm の皮膚切開で同じことができる時代がきたということです。これら手術器具の進歩は、痛みの軽減や整容性といった患者さんの術後の生活の質を高めるのと同時に、がんや疾患の治癒率の向上にもつながります。

いずれは、SF 映画であるように、AI ロボットが自動的に手術を行ったり、小さな虫ほどの手術ロボットを飲み込んだり臍からねじ込むだけで癌が治る時代がくるかもしれません。そうなったら外科医である私はきっとクビになり路頭に迷ってしまうでしょう。AI 自動手術ロボットの早期開発を望んでいるような望んでいないような複雑な気持ちです。

