

—特集「千葉北総病院におけるロボット支援手術の過去・現在・未来 (9)」—



ロボット支援手術と臨床工学技士の役割

黒田 潤¹ 鈴木 康友² 山崎 翔大¹山崎 直人¹ 吉田 晶瑛¹¹ 日本医科大学千葉北総病院 ME 部² 日本医科大学千葉北総病院泌尿器科

はじめに

本邦では、2009 年より Da Vinci サージカルシステムによるロボット支援手術が薬事承認された。2009 年の前立腺悪性腫瘍手術の保険収載に続き、2016 年に腎悪性腫瘍手術が保険収載され、泌尿器科領域からロボット支援手術が普及してきている。2018 年以降は消化器外科、女性診療科、呼吸器外科、心臓血管外科領域へその適用が拡大し、今後も多くの診療科での需要拡大が予想される。また、既存の腹腔鏡下手術に対しての加点の観点からも、前立腺がん、腎がん、胃がんなどにおいてロボット支援手術の優位性が証明された術式については随時加点が認められ、今後の増加が見込まれる。

ロボット支援手術の導入と運用にあたっては「担当科医師のみならず、麻酔科医師、看護師、臨床工学技士との緊密な連携が術式以上に必要」と言われている。また、Da Vinci サージカルシステムを用いた手術を行う場合、内視鏡手術用支援機器加算の算定が可能となるが、施設基準として「常勤の臨床工学技士が1名以上配置されていること」および「当該手術に用いる機器の保守管理の計画を添付すること」と明記されており、ロボット支援手術を実施するにあたり、その管理も含めて臨床工学技士は欠かすことのできない職種である。

医療安全の重要性が問われる昨今、複雑・高度化していく医療機器、チーム医療による多職種連携などわれわれ臨床工学技士への期待と果たすべき役割の重要性は増してきている。

本稿では、当院での Da Vinci サージカルシステムの導入、運用、教育、トラブル対応の取り組みについて紹介させていただく。

当院の ME 部

当院は病床数 574 床の 3 次救急を担う大学病院であり、ME 部に所属する臨床工学技士は 26 人、ME 部長

は心臓血管外科部長が兼任している。

主な業務内容は、以下の 5 部門に分かれる。

1. 手術室部門（ロボット支援含む手術室全般業務/人工心肺業務）
2. 血液浄化療法部門
3. ME 機器管理部門
4. 集中治療部門（ICU/CCM）
5. 循環器部門（不整脈診療業務/虚血診療業務）

各部門の必要人員は診療日ごとの症例数に応じて調整され、リーダー業務者が業務配置を調整している。

手術室における臨床工学技士の業務

従来からの手術室業務には、人工心肺、植え込みデバイス、自己血回収業務といった臨床支援と、手術室において必要不可欠な麻酔器や内視鏡装置、電気メスなどの医療機器の点検やトラブル対応、看護師への医療機器適正使用の勉強会の開催、保守管理が含まれる。現状の手術室人員配置は、人工心肺に 2～3 名、手術室業務全般担当者 2 名（うち 1 名がロボット支援業務兼任者）である。現在、タスクシフトによる麻酔補助業務が進行中であり、今後、追加人員の配置が見込まれる。

手術支援ロボット導入期の臨床工学技士の役割

当院では、2020 年 10 月に intuitive surgical 社の Da Vinci X の導入を目標とし、事前に導入チームを発足させた。導入チームによるミーティングは、使用を計画している外科系診療科医師、麻酔科医師、手術室看護師、臨床工学技士、事務部員で定期的に実施され、導入計画、トレーニング計画、マニュアル作成、施設見学、医療材料の準備など各部門での様々な準備の進捗が共有された。

Da Vinci サージカルシステムは、患者にドッキングするペイシェントカート（以下「PC」という）、システム中枢のビジョンカート（以下「VC」という）、医

表1 寸法及び電源仕様 (Da Vinci X カタログを参考に作成)²⁾

	高さ×幅×奥行 (cm)	重量 (kg)	定格電圧 (VAC)	定格電力 (VA)	非常電源
PC	183 ~ 210×92.7×158	545	100 ~ 230 50/60 Hz 自動 検知	1,000 (100 V 使用時 10 A)	5 分
SC	145 ~ 180×96.5×86	280			
VC	193 ~ 223×68.6×92.7	279		1,500 (100 V 使用時 15 A)	該当なし



図1 Da Vinci用 3P コンセントの増設（引きかけ式からロック式への変更）

師の操作するサージョンコンソール（以下「SC」という）の3つのコンポーネントで構成され、光通信ケーブルで接続・同期されているのが大きな特徴である。医師の操作が迅速・正確に伝わること、特に各機器が正確に動作していることを常に相互チェックしていることから、相応の通信速度が必要なためである。

導入期において非常に重要と考えられるのは、前述の3つのコンポーネントが非常に大型で多くの電力を消費することを把握しておくことである（表1）。手術室で利用できる電気容量、搬入経路も含めた耐荷重、保管庫（必要であれば）と使用予定手術室の位置関係など、各部署と緊密に連携していく必要がある。各術式における電源配置図は特に重要で、麻酔科医師、看護師の動線を確認しつつ電力を確保しなければならないため、当院では電源増設と壁コンセントの形状変更が必要となった（図1）。

Da Vinci サージカルシステムはインターネット接続により、リアルタイムでエラーログを確認してもらえる Onsite システムを搭載している。トラブルには、容易に対応可能なリカバブルフォルト（接続不良など）と、ノンリカバブルフォルト（制御系や重大な異常）が存在し、後者では迅速なメーカー確認がオンラインで可能となり有用である。

これらを導入初期の段階で総合的に対処し、安心、安全に Da Vinci を稼働させることが、臨床工学技士に求められる、重要な役割である³⁾。

対応手術室、保管庫の決定と電源配置図の作成

対応可能な手術室の候補として、当時10部屋の内の3部屋が候補に挙げられた。この3部屋は、前述のように麻酔科医師、診療科医師、手術室看護師、臨床工学技士の意向、保管庫との位置関係、緊急手術部屋との関係を吟味して決定し、マニュアルで共有した。また、導入以降の診療科・術式の増加も考慮した（図2, 3）。

ロボット支援手術は術式ごとにロールイン（患者とのドッキング）の位置や角度が異なり、それに伴い周辺機器の配置も変わる。そのため、手術室内の電源配置図を事前に作成し、医師、手術室看護師と共有しておく必要がある。電源配置図がなければ、スムーズなロールインや清潔確保、麻酔科医師・手術室看護師の動線にも支障をきたす可能性がある⁴⁾。

本稿では導入時の前立腺全摘術の電源配置を紹介する。同じ術式であっても、手術室ごとに部屋の大きさ、形状、電源位置、配管設備の位置が異なるため、それぞれの特徴を考慮する必要がある（図4, 5）。

また、機器の周辺は種々のケーブルが集中し、煩雑になりがちである。当院では、ケーブルの保護とつまずきによる断線を防ぐために、ケーブルカバーを採用している（図6）。

点検業務の実際

●使用前点検

Da Vinci サージカルシステムは高額・大型な医療機器であることもあり、故障時に臨床工学技士が予備パーツで即時修理することや、メーカーによる代替え対応が難しく、手術直前にトラブルがあった場合に使用できなくなり、ロボット支援手術から内視鏡下手術に術式が変更または中止になる可能性がある。そういったケースを少しでも減らすために、当院では導入チームで協議の上、前日点検と当日点検を基本としている。前日は手術室看護師と協力し、麻酔器、手術台、Da Vinci 各コンポーネントのケーブル接続、その他使用機器の配置を確認し、問題なく起動できることを確認

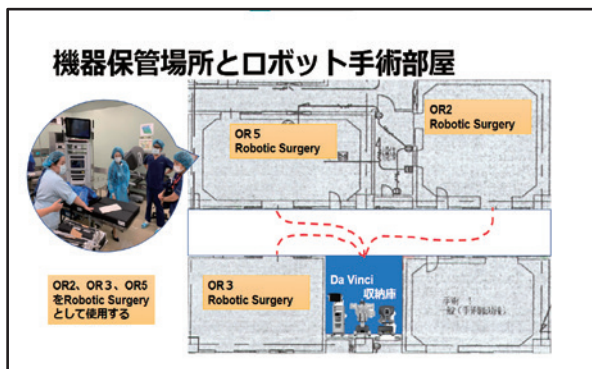


図2 機器保管庫とロボット手術部屋



図4 5番手術室での配置

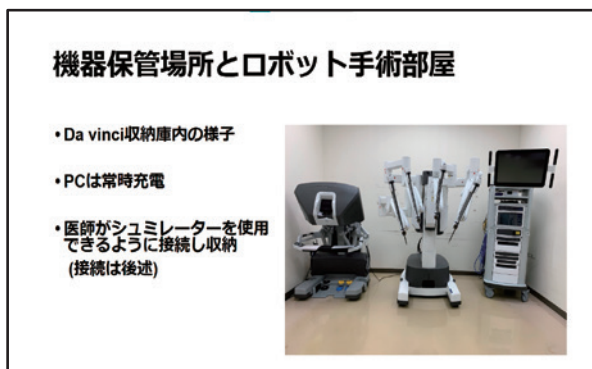


図3 保管庫での収納の状態

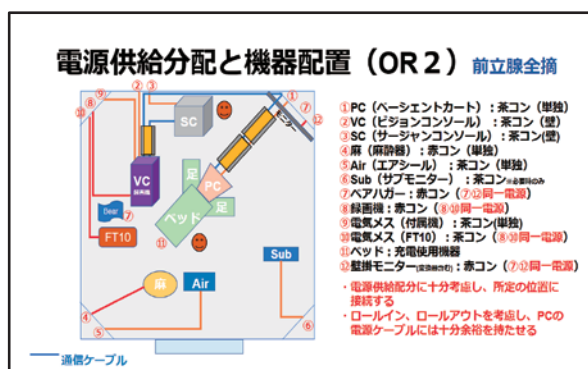


図5 2番手術室での配置

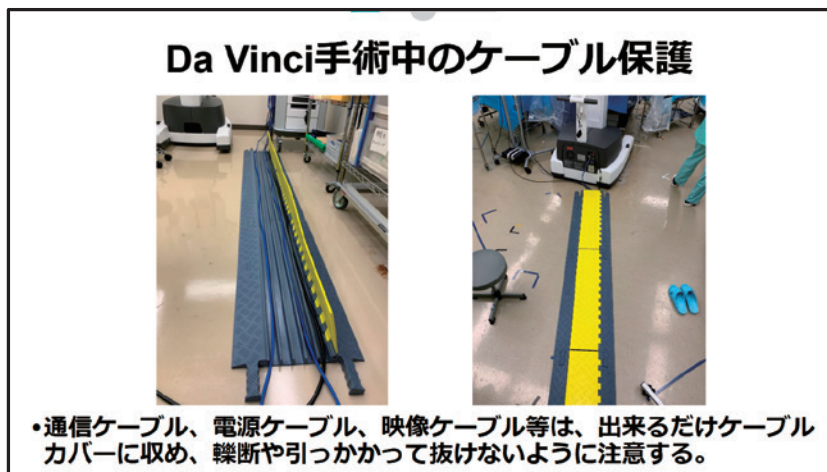


図6 ケーブルカバー

する。手術当日の朝は同様の点検を再度行い、安全確認をしている。もし仮に朝の始業点検で重大なトラブルがあった場合は、速やかに手術室リーダー看護師、担当医師に報告し、入室時間の調整等を行うこととしている。

始業点検後に看護師と共同で行う作業が、ドレーピングである。タイミングは看護師の器械展開のタイミ

ングがあるので各施設でバラバラかと思われるが、当院では始業点検から患者入室までの間に実施することとしている。

診療科ごとではあるが、VCに内蔵されている電気メスに加えて、もう一台使用しダブルバイポーラとする手技や、内視鏡手術用鉗子でのソフト凝固、ハーモニック、Fire Fly 機能 (ICG による血流評価)、エコー

DA VINCI チェックリスト

2023/8/1

Ver.10

●基本情報		使用機器	daVinci	X / Xi	OR	手術日	/ /	
患者ID		患者氏名			年齢	歳	性別	M / F
使用科	泌尿器科/消化器外科/女性診療科	術者			術式			
●事前準備（手術室の状況で前日準備を行えない場合、当日朝に準備を行う）			実施者	/		前日	当日	
SC、PC、VCの外観に損傷、破損等がない						OK・NG	OK・NG	
SC、PC、VCは術式・実施部屋に適した配置となっている（初期マーキング位置）						OK・NG	OK・NG	
SCは移動後にロックされている（フットペダルが下がっている）						OK・NG	OK・NG	
PCは移動後にギアがDになっている（daVinci Xのみ）						OK・NG	OK・NG	
VCは移動後にロックされている						OK・NG	OK・NG	
SC、PC、VCがシステムケーブルで接続されている						OK・NG	OK・NG	
SC、PC、VCの電源が術式・実施部屋で定められた位置に接続されている						OK・NG	OK・NG	
VCのLANケーブルが通信ポートに接続されている						OK・NG	OK・NG	
PCの充電インジケータがFullである						OK・NG	OK・NG	
電気メス（ELBE）が術式・実施部屋で定められた位置に接続されている						OK・NG	OK・NG	
E-100が術式・実施部屋で定められた位置に準備されている（使用時のみ）						OK・NG	OK・NG	
録画装置、壁掛けモニターの電源が術式・実施部屋で定められた位置に接続されている						OK・NG	OK・NG	
●電源ON、フォーミング確認（事前準備済みの場合も、当日再確認する）			実施者	/		前日	当日	
SC、PC、VCのブレーカーがONになっている（PCは常にON）						OK・NG	OK・NG	
電源ボタンのオレンジ点灯確認（3か所）後、何れか1か所を押し起動（同期起動）						OK・NG	OK・NG	
VCが正常起動し、DA VINCI is readyの発声がある（システムホーミング）						OK・NG	OK・NG	
ホーミング後確認（SCの両眼画像表示、クラッチボタンの発音、System Connected）						OK・NG	OK・NG	
電気メス（ELBE）は別電源のため、別途起動						OK・NG	OK・NG	
E-100は別電源のため、別途起動（使用時のみ）						OK・NG	OK・NG	
録画装置、壁掛けモニターの電源ONを確認						OK・NG	OK・NG	
VCのタッチモニター、録画装置、壁掛けモニターにカラーバーが表示されている						OK・NG	OK・NG	
アームの配置確認（正面から見て左から 4.1.2.3 or 1.2.3.4）（daVinci Xのみ）						OK・NG	OK・NG	
ZEROシステムに使用前点検を入力						OK・NG	OK・NG	
●気腹装置、外部電気メス（FT10&Force Triad）の準備（Nsと協力して行う）			実施者			前日	当日	
外部電気メス（FT10+Force Triad：外科のみ）が術式・実施部屋で定められた位置に接続されている						OK・NG	OK・NG	
外部電気メス（FT10+Force Triad：外科のみ）起動確認（セルフチェック）						OK・NG	OK・NG	
気腹器が術式・実施部屋で定められた位置に接続されている						OK・NG	OK・NG	
気腹器起動確認（セルフチェック）						OK・NG	OK・NG	
CO2ポンプの残圧と予備のCO2ポンプを確認						OK・NG	OK・NG	
●ドレーピング（Nsと協力して行う）			実施者			前日	当日	
カメラアームと支柱が一直線となり、カメラアームスイートスポットの中心に矢印（↓）が来ている（daVinci Xのみ）						OK・NG	OK・NG	
各アーム間に拳一つ分の間隔があいている						OK・NG	OK・NG	
ディスクノッチの接続確認（VC接続確認）						OK・NG	OK・NG	
ドレープを清潔操作にてマグネットで固定する						OK・NG	OK・NG	
Nsにてアーム全体に覆布をかける						OK・NG	OK・NG	
●手術開始～SC開始までの準備（Nsと協力して行う）			実施者			前日	当日	
電気メス（Mono,Bi,Ligasure等）、対極板を接続する						OK・NG	OK・NG	
外部電気メス（FT10等）を使用する場合、フットスイッチを準備する						OK・NG	OK・NG	
録画装置の映像を確認し、録画開始する（手術室委員会規定通り）録音の有無を確認する（有・無）						OK・NG	OK・NG	
SCに執刀医のアカウントでログインしてもらう（電気メス出力が設定されたことを確認）						OK・NG	OK・NG	
気腹開始する（設定を医師に確認する）						OK・NG	OK・NG	
●術中確認（SC操作開始時刻／：）			実施者			前日	当日	
録画が問題無くされているか（1時間毎にチェック）（0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9）						OK・NG	OK・NG	
VCにエラー等の表示は無い（1時間毎にチェック）（0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9）						OK・NG	OK・NG	
TILE PROの映像入出力を確認（エコー・CF・胃カメラ・タブレット3D：使用時 確認）						OK・NG	OK・NG	
●術後確認			実施者			前日	当日	
PCからドレープを外し、アームを収納する						OK・NG	OK・NG	
カメラケーブルを外し、機械台に戻す						OK・NG	OK・NG	
電気メスケーブル、対極板を外し、フットスイッチを所定の位置に戻す						OK・NG	OK・NG	
情報通信終了（15分）後、鉗子残回数確認して電源を落とす（PC、VC、SC何れか1か所を押し終了（同期終了）						OK・NG	OK・NG	
SC、VCのブレーカーをOFFにする（PCは常にON）						OK・NG	OK・NG	
システムケーブル、電源ケーブルを外し、所定の位置に戻す						OK・NG	OK・NG	
●翌日準備 or 収納確認			実施者			前日	当日	
SC、PC、VCの外観に損傷、破損等がない						OK・NG	OK・NG	
SC、PC、VCは定められた位置に配置されている 収納時						OK・NG	OK・NG	
PCの電源が定められた位置に接続され、充電されている（常時充電） 収納時						OK・NG	OK・NG	
シュミレータが使用できる状態にしてある（SCとのシステムケーブル接続） 収納時						OK・NG	OK・NG	
SCは移動後にロックされている（フットペダルが下がっている） 収納時						OK・NG	OK・NG	
PCは移動後にギアがDになっている 収納時						OK・NG	OK・NG	
VCは移動後にロックされている 収納時						OK・NG	OK・NG	

備考（トラブル内容、エラーコード、対処等）

緊急着脱用レンチは滅菌機器の中にある。

図7 チェックリスト

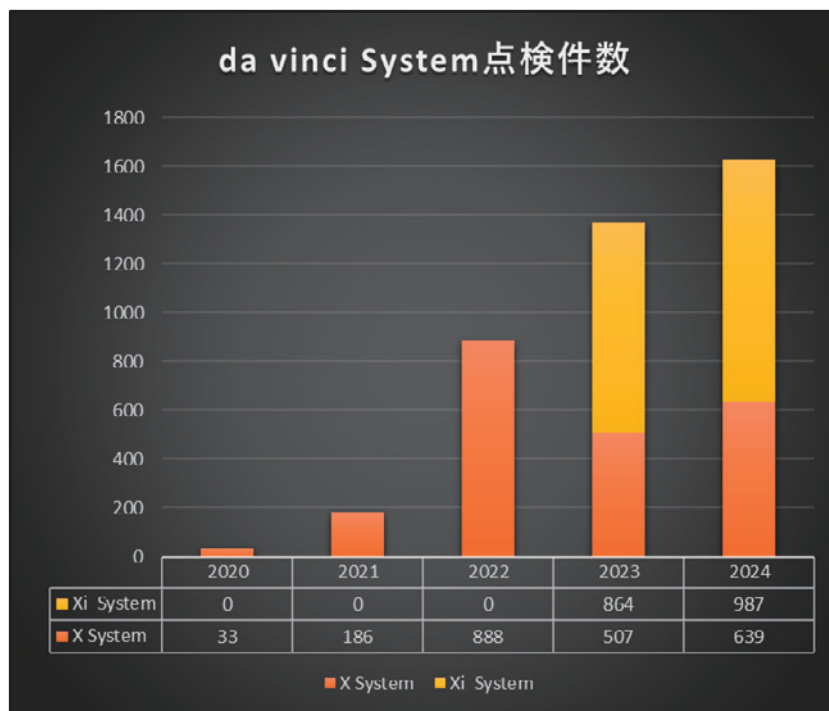


図8 Da Vinci システムの点検件数

や大腸内視鏡を使用した TILE PRO 機能の利用がある場合、それらの点検もしておく術中に無用なトラブルが避けられるであろう。また、当院の手術録画システムは TEAC 社のメディカルビデオレコーダーを運用している。様々な入力端子があり臨床工学技士にとっては使い勝手は良く、音声入力も簡単に可能なため、導入直後はロールインや鉗子の挿入時、手術進行を録音し、診療科医師が教育ツールとして使用していた。

●使用中点検

事前準備がしっかりとできていれば、ロールイン後に行う術中ラウンド点検は、Da Vinci に関するエラー表示がないか、録画が問題なく進行しているかくらいである。基本的にはトラブル時のオンコールとしているが、術式によっては一度ロールアウトしてから体位変換後に再ロールインもあるため、手術の進行状況は把握しておく必要がある。

●使用後点検

ロボット支援手技が終了しロールアウトした後は、VC に接続されているビデオスコープや電気メスケーブルを取り外し、周辺機器に異常がないかの確認を行っている。当日、翌日の手術状況によって部屋にコンソールを据え置きにして点検するのか、保管庫へ片

づけるのか、全体の手術状況を管理しているリーダー看護師に判断を仰いでいる。

インストゥルメントという Da Vinci 専用の鉗子については、手術室看護師が使用回数制限と在庫管理を行っているため、使用後は VC のモニターに使用回数を表示させ、記録してもらう。また、洗浄・滅菌については中央材料室への外部委託であるが、専門的な作業が必要になるため、洗浄・滅菌の工程を intuitive surgical 社から説明会を実施し、委託業者の教育も行っている。

使用前点検、使用中点検、使用後点検の内容を簡潔に明確化するため、チェックリスト化し、業務時に活用している (図7)。

2020 年 10 月の Da Vinci X 導入以来、使用前点検表の活用は進み、2022 年 12 月の Da Vinci Xi 導入以降では、2 台並列で手術対応にあたることもあるため、チェックリストの改訂を重ね、Da Vinci X/Xi で共用可能な書式としている。近年では Da Vinci X に比べて Da Vinci Xi の使用頻度が上回ってきている (図8)。

その理由として、Da Vinci Xi のアームの吊り下げ部分が回転するといった特性から、多くの診療科と術式に対応しやすいためであろう。

ロボット支援手術の問題点と、教育システムの構築

当院は 3 次救急病院であり多くの緊急手術を受け入

機器	内容	件数
SC	通信エラー	4
	3D画像表示関連	6
	筐体関連	4
	スピーカー関連	2
PC	インストールメント関連	28
	アーム関連	13
	通信エラー	5
	操作	1
VC	スコープ関連	11
	電気メス関連 (ELBE)	7
	ベッセルシーラー関連	2
	録画機関連	3
	On Site 通信不良関連	5
	映像関連	3
	筐体関連	4
周辺機器 その他	気腹器関連	16
	電気メス関連 (ELBE以外)	4
	外部モニター関連	5
	壁コンセント破損	1
	緊急ロールアウト	3
	OPE中止	1
	停電	1
	合計	129

図9 トラブル対応実績表

れているため、全ての手術室が診療科固定ではなく、効率的に運用されるよう麻酔科医師と手術室看護師が采配している。そのため、ロボット支援手術においても流動的に手術室が選択され、Da Vinciを完全に手術室に固定することが困難である。前述の理由により、日勤帯の従事者だけでは、当日のロボット支援手術もしくは他科の手術が長引いた場合に点検を実施できないことが懸念されたが、その点は導入期に業務を構築したスタッフが、順次夜勤業務者への点検教育を行うことにより回避することができたので、当院の教育システムを次に紹介しておく。

●一人立ちまでの流れ

Da Vinci業務の新規対応者は、いきなり機器に触れる業務に就くのではなく、事前学習の一環としてIntuitive Learningでオンライントレーニングのアセスメントを取得してもらい、その上でオンサイトトレーニングを受講している。どちらが先でも構わないが、この順番での受講の方が、オンサイトトレーニング

グ時の講義が身につけやすいと考えている。

On the Job Trainingに関しては、当院で症例数の多い泌尿器科の前立腺全摘除術や消化器外科の直腸切除術を基本としている。また、一人立ちまでのサポート症例数は3～5症例を目処とし、Da Vinci X/Xi両方が経験できることも要件としている。

●チェックリスト、マニュアルの活用

先ほど紹介した、点検時に活用するチェックリスト(図7)は、同時に教育にも効果的である。準備・点検に必要な内容が順を追って記載されているため、指導する際に、新規学習者がチェックリスト通りに実施できるよう項目立てて指導していく。

チェックリストはあくまでも簡易な表記で使いやすさ重視であるが、マニュアルに関してもしっかりと準備していく必要があり、各術式の電源配置図、周辺機器との接続例、医療安全面での取り決めなど、必要な内容は多岐にわたる。重要なのは、定期ミーティングでの改善点や、新術式の構築、周辺機器の更新・変更があった際に迅速に改定していく事である⁵。当院の場合は、新術式の事前ミーティングに参加したスタッフが電源配置図を作成し、マニュアル内に収載していく事としている。これにより、常に手術室内には最新のマニュアルが存在することとなる。

緊急時の対応

●トラブル対応の実績

2020年の導入から2025年1月までのトラブルは129件(図9)であり、一番多かったのはPCで、その中でもインストールメント関連、アーム関連のトラブルが多くあった。内訳としては鉗子の接続不良・破損、アームの回し過ぎがほとんどを占めるが、クラッチ不調などの再起動を要するものも含まれていた。緊急ロールアウトは、徐脈や出血への対応によるもので、OPE中止は褐色細胞腫疑いにてロールイン前に中止した事例であった。

実際に停電を経験するのはまれなことであるし、手術室はほとんどの電源が無停電電源と1分以内に復帰する電源である。通常であれば1分以内に電源供給が回復して問題ないとしても、起動に時間のかかる機器はそこから立ち上げねばならず、緊急時はその時間をどう短くするかが非常に重要である。

手術室内のすべての電源が無停電電源ではないため、この事例をきっかけに停電時に使用できる機器と使用できない機器をまとめ、停電時対応マニュアルを作成した。

Da vinci X 緊急時の対応①							
イベント	術者	麻酔科Dr	第一助手	第二助手 (または術者)	機械出しNs	外回りNs	ME (PHS : 2991)
機器損傷 危機的出血 電源喪失	電源喪失時はバイスレントカートのみバッテリー駆動 (5分間)						
	状況確認 緊急ロールアウト宣言		術者指示に従い緊急対応を行う				
DA VINCI 離脱準備	状況確認 全体指示	麻酔管理	止血操作 鉗子類抜去	第一助手 サポート	鉗子類回収 術野補助	麻酔補助 機械出し補助	機器の 状態確認
DA VINCI 離脱	状況確認 全体指示	麻酔管理	止血操作 アンドック/ アーム上げ	第一助手 サポート	助手サポート 術野補助	麻酔補助 機械出し補助	緊急ロール アウト手順 確認
緊急 ロールアウト	状況確認 全体指示	麻酔管理	ロールアウトサポート (患者へのアーム接触/機器・ケーブル類破損防止)				ロールア ウト待機位置 に移動
方針確認	全体方針確認/指示		手術中止/手術再開/開腹処置/ラバコへの対応				

図 10 緊急時の対応

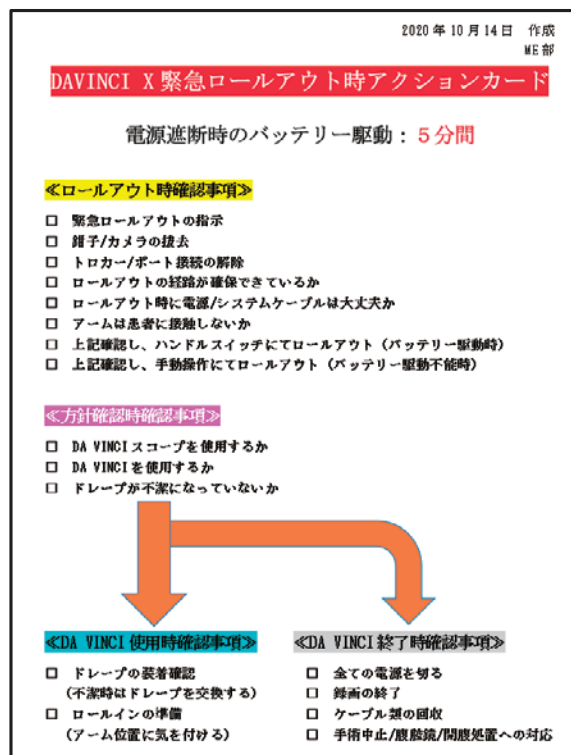


図 11 緊急時アクションカード

●トラブル対応事例の周知

トラブル対応を適切に実施し、手術に問題がなかった場合でも、トラブルの起きた状況、原因、対応・対策をスタッフ内で共有しておくことは、非常に重要である。もしかすると明日、同じ事象が発生するかもしれないからだ。当院ではそういった連絡事項がある場合、点検記録に残す事と、Googleの共有システムを使用している。必要時は画像や資料も添付が可能で、リアルタイムに情報の共有が可能である。

●緊急時の対応フローチャートの共有

機器のトラブルは前述の通りオンコール対応であるが、手術中のトラブルには予期しない大量出血や災害時の電源遮断も考えられる。そのような場合にすぐに各職種がすべきことを理解できるように、導入時にフローチャートを作成した。(図10)

また、リーダー(術者)が状況を判断し指示するとともに、チーム全体で必要な動きを把握するためにマニュアルを共有し、さらに手術室内に掲示しいつでも確認できるようにしてある。図11は臨床工学技士の役割の中で、機器操作時に確認すべきアクションカードである。

おわりに

ロボット支援手術において、手術中にわれわれ臨床工学技士が提供出来る技能はロールイン、ラウンド業務、ロールアウトといった限られた内容であるが、ほとんどの業務は使用前点検、使用后点検、トラブル対応となる。人工心臓のような臨床技術に比して若干地味な業務に思われるかもしれないが、今後も高度先進医療が発展し、ロボット支援手術の適応拡大、手術数の増加がなされれば、これまで以上に安全に配慮しつつロボット支援手術業務を発展させていく必要があると考える。そのためには、本稿で挙げてきたような多職種連携、スタッフ教育、点検などの事前準備、トラブル対応の蓄積が非常に重要である。

臨床工学技士はロボット支援手術チームの一員として、責任をもって業務に従事しなければならない。また、将来的にロボット支援手術が“高難度手術”ではなく“標準的な手術”となり、ロボット手術機器の需要が集中する時代が来るかもしれない。その時のため

に、「縁の下の力持ち」としての役割を着実に果たし、技術革新に対応するために知識・技術の向上を継続的に図る必要がある。

医学と工学の知識を併せ持つ臨床工学技士が介入することで、最善の手術環境を構築していけると考える。

Conflict of Interest：開示すべき利益相反はなし。

文 献

1. 亭島 淳, 妹尾安子, 松原昭郎：ロボット支援手術におけるチーム医療. Jpn J Endourol 2014；27：121-127.
2. インテュイティブサージカル合同会社：Da Vinci-x-catalogue-japan-1064087. Intuitive Surgical；2021. https://www.intuitive.com/ja-jp/-/media/ISI/Intuitive/Pdf/Da_Vinci-x-catalogue-japan-1064087.pdf.2025.2.9
3. 紺野光鶴, 志村貴之：ロボット支援手術導入時の臨床

工学技士の役割-臨床工学的観点を踏まえて-. Clinical Engineering 2020；31：657-670.

4. 千葉二三夫, 齋藤大貴：ロボット手術時の臨床工学技士の役割-支援業務および日常点検の実例-. Clinical Engineering 2020；31：671-682.
5. 小原大輔：【手術支援ロボット安全使用のための医療現場における教育の実例】常に新しい教育システムの構築. Clinical Engineering 2020；31：705-719.

(受付：2025年2月9日)

(受理：2025年2月20日)

日本医科大学医学会雑誌は、本論文に対して、クリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 (CC BY NC ND) ライセンス (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) を採用した。ライセンス採用後も、すべての論文の著作権については、日本医科大学医学会が保持するものとする。ライセンスが付与された論文については、非営利目的で、元の論文のクレジットを表示することを条件に、すべての者が、ダウンロード、二次使用、複製、再印刷、頒布を行うことが出来る。