

症例

緊急大動脈置換術を行った COVID-19 陽性 4 症例における手術室管理の検討

黒瀧健二、吾妻俊弘、狩野峻子

国立病院機構仙台医療センター 麻酔科

抄録

COVID-19 パンデミック初期に比べ重症化の懸念は徐々に減少したが、術前 PCR (Polymerase Chain Reaction) 検査で陽性となる患者数は流行期ごとに増加した。当院では 2021 年 4 月から 2023 年 10 月までの間、計 57 名の陽性患者の臨時手術を行い、うち 4 名が来院同日中の Stanford A 型大動脈解離 (TAAD) に対する緊急手術であった。陰圧室での人工心肺装置の電源やガス配管の確保ができず、通常心臓血管手術を行う部屋の余剰物品をすべて搬出した上で器材をシートで養生し、個人防護具 (PPE) を着用し最小限の人員、物品で行った。術中大きなトラブルなく脳分離体外循環下に大動脈置換術を行い、院内感染は生じなかった。術後 1 名に CT 上肺炎像、2 名で微小な脳梗塞を認めたが、いずれも隔離期間内に人工呼吸器を離脱し生存退院もしくは転院した。既感染例が含まれていた可能性はあるが、手術室では感染性のある症例と同様に対応せざるを得なかった。手術室管理上の問題点はスタッフ数の少なさや PPE 装着下での手技やコミュニケーションの困難さ、長時間の PPE 着用による疲労、追加の薬物・物品補充の困難さ等が挙げられた。手術開始までの準備時間は PCR 陽性例では 1 時間程度延長した。

キーワード：COVID-19、大動脈解離、手術室管理、感染対策

(2024 年 6 月 27 日受稿、2024 年 8 月 28 日受理、連絡先：吾妻俊弘・仙台医療センター 麻酔科)

緒言

周術期の COVID-19 合併は予後を悪化させるため、陽性症例における緊急度の低い待機手術は延期を考慮する。緊急度の高い Stanford A 型急性大動脈解離 (TAAD) の COVID-19 陽性症例の管理については複数の症例報告が見られるが、周術期管理の明確な指針はなかった。また術前検査などを考慮した手術室運営の点で、同一施設内での実際の陽性症例群と対照群を比較した報告はなかった。当院は 2019 年春に新築移転し、麻酔科管理の年間手術数 4000 件中臨時手術が約 700 件であり心臓手術は年間 50 件中 TAAD が 7 件程度であった。COVID-19 迅速 PCR 検査普及後の 2021 年 4 月から 2023 年

10 月までの間、流行期間とおおむね一致する時期に計 57 名の陽性者の臨時手術を行い (図 1)、うち 4 名の TAAD の症例を管理したため手術室管理上の対策と所要時間について報告する。

症例

COVID-19 陽性の 4 名は術前情報では 1 例に高血圧を認め、急性循環不全の合併は認めなかった (表 1)。

2020 年度までは抗原検査が利用可能になってから術前検査として用い、PCR 検査は判定に時間を要したが、臨時手術の陽性例はなかった。2021 年度以降迅速 PCR が利用可能になり、陽性症例の臨

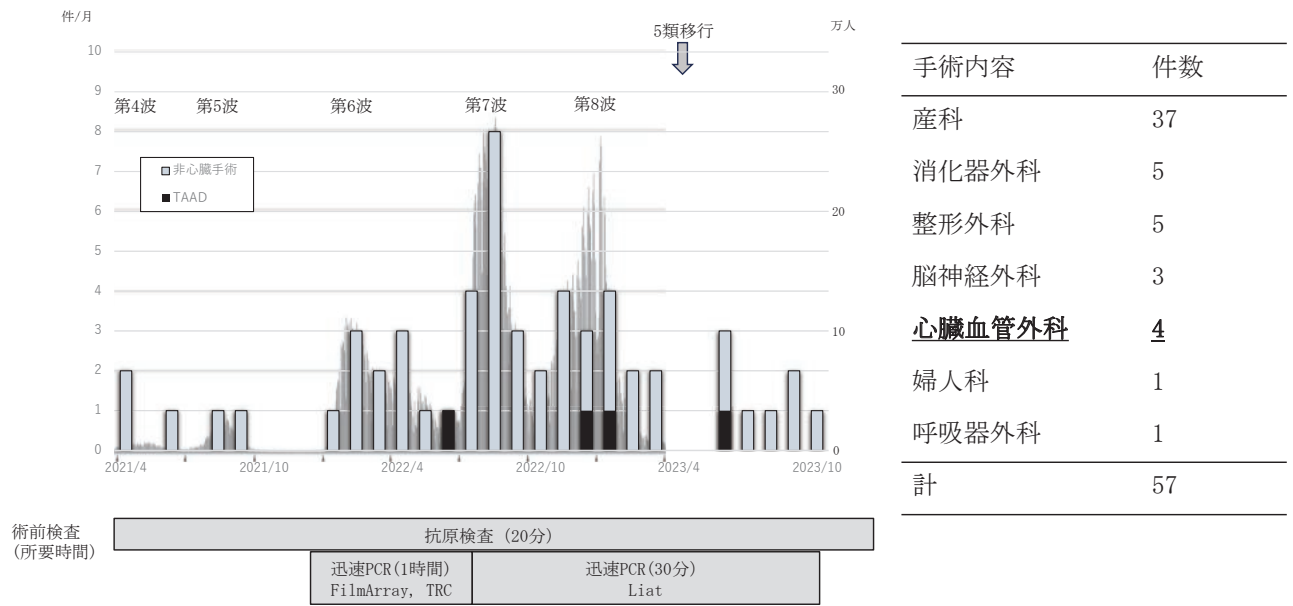


図1 COVID-19 流行期の臨時手術件数

迅速 PCR 検査が使用可能になった 2021 年度以降、流行時期と概ね一致する形で陽性患者の手術数が増加した。術前検査として抗原検査のほか、流行第 6 波までは迅速 PCR として FilmArray 法あるいは TRC (Transcription Reverse-transcription Concerted reaction) 法を用い、結果まで 1 時間程度要した。7 波以降は Liat 法による PCR とし、検査時間は 30 分程度に短縮した。

PCR		性	年齢	紹介搬送	COVID検査	既往	循環不全	術式	術後合併症	経過
陽性	1	女	70代	無	Liat(+)	HT	なし	上行置換術	なし	24POD退院
	2	男	30代	有	TRC法(+)	なし	なし	上行置換術 CABG1枝	小脳梗塞 COVID肺炎 胸骨離開	10POD転院
	3	女	70代	有	Liat(+)	なし	なし	弓部置換、腋窩バイパス術	多発脳梗塞	53POD転院
	4	男	50代	無	Liat(+)	なし	なし	基部置換、大腿バイパス術	なし	37POD退院
陰性	1	男	70代	無	抗原	HT	なし	上行弓部置換術 AVR	V-A ECMO 広範囲脳梗塞	4POD死亡
	2	女	70代	無	抗原	DVT PE	なし	上行置換術	心房細動	33POD退院
	3	女	70代	有	FilmArray	RA 乳癌	なし	上行置換術	なし	16POD退院
	4	男	60代	有	FilmArray	なし	なし	上行置換術	なし	26POD退院
	5	女	80代	無	TRC法	HT SAH	なし	上行置換術	なし	40POD転院
	6	女	70代	無	抗原 Liat	HT DL 脳梗塞	AR	上行置換術 AVR	なし	50POD転院
	7	女	70代	無	Liat	なし	心タンポナーデ	上行置換術 AVR	多発脳梗塞	41POD転院
	8	女	70代	無	Liat	高度肥満	心タンポナーデ	上行置換術	心房細動	37POD転院
	9	女	80代	無	Liat	HT 子宮体癌	心タンポナーデ	上行置換術	多発脳梗塞	45POD転院
	10	男	50代	無	Liat	胃癌	心タンポナーデ	上行置換術	広範囲脳梗塞	11POD死亡
	11	女	70代	有	抗原	HT AP DL Parkinson病	なし	上行置換術	下行大動脈破裂	24POD死亡

表1 患者背景と経過

2021 年 4 月～2023 年 3 月の間に当院に救急搬送の上、同日中に緊急手術となった Stanford A 大動脈解離の症例。待機的な手術になった症例は含まない。術前循環不全を伴う症例に対しては入室までの間に心嚢ドレナージや循環作動薬の投与を行った。

HT: 高血圧、DVT: 深部静脈血栓症、PE: 肺塞栓症、RA: 関節リウマチ、SAH: くも膜下出血、DL: 脂質異常症

時手術を受け入れた。CT 撮影室は陽性反応が出た場合内部の養生とスタッフの PPE 着用を行ってから使用し、手術室は動線が短いエレベーター直近の陰圧室を用いた。手術室内を汚染区域、廊下を非汚染区域としてゾーニングし、室内機材をシートで養生の上必要最低限の物品のみ持ち込み終了後は破棄した。また N95 マスクまたはタイトフィット型の電動ファン付き呼吸用保護具 (PAPR)、サージカルガウン、2 重手袋と足袋を着用する full-PPE 対応を行った。

TAAD の臨時手術を行うにあたり、陰圧室で人工心肺装置が使用不可であったため、通常の部屋を余剰物品搬出及び養生して使用し、他患者との動線が重ならないようにした。当院では診療時間外の対応は自宅待機者が行う上、非汚染区域での待機者を追加で選定する時間がかかるため可能な限り早い段階で受け入れ連絡をしてもらい、人員を集めた。また他科の手術と比べ多量の薬品、医療材料を消費し使用量の予測が困難であったが、破棄前提で多めの物品を持ち込んだ。

患者入室後汚染区域となる手術室内は気管挿管までは麻酔科医、外回り看護師、心臓外科診療看護師の 3 人で対応し他のスタッフは室外待機させた。極力陽圧換気をせずにビデオ喉頭鏡で気管挿管し、血管確保は介助者なしで行った。非汚染区域は物品補充・交代要員として看護師、臨床工学技士が各 1 名以上待機し、人工心肺回路の予備を室内に準備した。追加物品は外回り看護師を介して汚染区域用の電話で非汚染区域の看護師に依頼し搬入した。

当院では COVID-19 の迅速 PCR 検査体制が確立する 2021 年以前から来院から入室まで通常でも 3 時間前後を要していた。これは人工心肺対応の手術室が他科と共用であったことや、心臓手術経験者のスタッフ数が限られており余剰人員がない場合や休日時間外には人員の選定に時間を要したことなどが起因する。迅速 PCR の普及前後の比較では入室時間に明らかな差は見られず、陽性症例では CT による診断確定から入室までは 1 時間程度遅延する傾向が見られた (表 2)。手術室内での麻酔準備及び退室準備の時間はそれぞれ 20 分、10 分程度延長した。

	2021年度以前 (n=13)	2021年度以降 PCR (-) (n=11)	2021年度以降 PCR (+) (n=4)
来院～入室 (分)	161±66	172±67	223±64
CT診断～入室 (分)	142±56	139±57	204±50
麻酔開始～手術開始 (分)	77±10	79±9	103±6
手術時間 (分)	643±249	358±83	480±135
手術終了～退室 (分)	30±8	31±10	40±2

表 2 手術所要時間

当院の新築移転後 COVID-19 の迅速 PCR 検査体制が始まる以前の 2019 年 4 月～2021 年 3 月の期間と、検査体制が整い陽性症例の臨時手術を full-PPE 対応で受け入れた 2021 年 4 月～2023 年 10 月の期間において、搬送当日に緊急手術を行った Stanford A 大動脈解離症例における来院から手術室退室までの所要時間 (平均±標準偏差)。他院からの搬送患者の CT 診断時刻は来院と同時刻とした。

運用後の検討では、ビニールエプロンや N95 マスクなど通気性の悪い PPE の長時間の着用による発汗や頭痛、顔面の皮膚障害などが指摘された。手袋 3 重、介助者なし等普段以上に悪条件での手技が必要であり、PAPR を用いた場合呼吸時のファン音などで会話の聞き取りが困難な状況もあった。また室外への電話連絡による物品補充は時間を要し、想定以上の出血や気道困難などの際に迅速に対応できないといった点が挙げられた。

術後は 1 例で術後 COVID-19 肺炎と咳嗽による胸骨離開で再手術が必要となり、2 例で術後脳梗塞を発症したが、いずれも生存退院あるいはリハビリ転院した。手術室、ICU スタッフ含め院内感染はなかった。

2022 年度より PCR の待ち時間はさらに短縮したが、PPE 着用などの感染症対策は一貫して行った。2023 年 5 月に 5 類感染症に移行したため、2023 年 10 月以降は抗原検査の確認のみとし、挿抜管時を除いてガウン等の着用は不要とした。

考察

周術期の COVID-19 罹患は合併症が多く¹⁻²⁾ 緊急性の低い心臓血管手術は延期することが推奨されていたが、緊急度の高い TAAD の手術においては明確な指針はなかった。国内では 2020 年度の東京における TAAD の搬送数は減少しなかったものの在

院死亡率が増加した報告³⁾があるが、COVID-19 による直接的な影響か、治療開始の遅延による間接的な影響かは明らかでない。手術室内の感染予防策としての術前感染症検査、室内の明確なゾーニングと人数制限は待機時間を延長させ、full-PPE の着用などは疲労によるヒューマンエラーの原因となることで予後に影響を与える可能性がある。

感染症検査の結果を待ち、対応を変更することは手術開始を遅延させうるが、迅速 PCR の拡充に伴い結果判定は 2021 年度以降大幅に短縮した。当院は元々スタッフ招集に時間を要する環境であり、迅速 PCR 普及前後で待機時間に差は出なかった。一方陽性症例は診断から入室までの遅延があり、室内整備や追加スタッフの招集を反映していると考えられる。また入室後の準備時間の延長は、人数制限や物品準備の影響と考えられた。陰圧室や十分なスタッフが常時心臓手術用にスタンバイできる環境ではより短時間で入室可能であり検査結果待ちが律速段階と考えられるが、術前検査により入室時間は遅延したものの予後に差はなかったという報告^{4,5)}もある。当院での結果から予め陽性症例の対応フローを決めれば手術開始の遅延は 1 時間程度に留まると考えられる。そのため準備時間内に判定が可能な迅速 PCR が使用可能となった場合には患者・医療者双方の安全を確保するために、十分な循環管理を行った上で結果確認や環境整備をしてから入室させる方針は許容されると考えられる。

手術室のゾーニングや人数制限は感染管理の面では有用であるが、非常時の物品搬入や室内の準備が遅延するという問題がある。今回のパンデミックにおいては人工心肺における凝固異常や人工肺トラブルの多さも指摘されていた⁶⁾ため、予備の人工心肺回路や気道確保の物品は室内に準備した。当院では重大な術中トラブルは生じなかったが、追加物品や輸血製剤の搬入は通常より遅れた。新規の感染症における術中管理への影響を予測することは流行初期の段階では困難であるため、限られた人員での術中トラブルに対する迅速な対応のために回路交換や大量輸血時の使用物品は予め室内に準備しておくことが望ましい。

PPE の面では、2021 年度時点の本邦での陽性患

者の心臓血管手術においては多くの施設で N95 マスクによる予防策を行っていた⁷⁾。Full-PPE での対応、特に N95 マスクの長時間着用は高度のストレスが加わるため⁸⁾手術時間の短縮や交代要員の確保が推奨されている。PAPR は駆動時間制限や呼吸音のノイズによる会話の妨げが問題となるが⁹⁾、呼吸困難感や熱によるストレスを軽減し、呼気によるフェイスシールドの曇りもなく長時間手術では有用である可能性がある。感染経路の特定や感染症分類の変更を受けての感染対策の縮小には 3 年の期間を要したことから、安全で負担が少ない PPE を検討したことは重要であったと考えられる。

今回の症例は迅速 PCR 普及後の感染経路や合併症の特定が進んだ時期であり、PCR の結果を考慮した対応ができた。そのため 2020 年度の流行初期の時点とは状況が異なるが、感染者数は爆発的に増加したため、当院のような症例数の少ない環境でも受け入れざるを得ない状況となった。感染経路が完全に判明していないパンデミック初期においては常時 full-PPE で対応する必要があったと考えられ、今後 COVID-19 以外の新たなパンデミックの際にも、検査所要時間と手術室のマ manpower 及び準備時間を踏まえ可能な範囲で感染対策と迅速な対応の両立を模索しなければならないと考える。

結語

COVID-19 陽性症例の緊急心臓血管手術 4 例を管理し、院内感染を起こすことなく管理し得た。迅速な入室が可能な施設では感染症検査待ちが律速段階となり得るが、当院は PCR 診断後の室内整備やスタッフ招集で 1 時間程度の手術開始遅延が起こった。今後新たなパンデミックにおいて緊急心臓血管手術を受け入れるにあたり、感染経路の特定や検査体制の確立がされていない場合や術前状態により一刻も早い介入が必要な状況も想定されるため、流行状況に合わせ入室時の対応フローや PPE の選定、緊急対応の手段を十分に検討する必要がある。

本論文の発表に関して開示すべき COI なし。要旨は日本心臓血管麻酔学会第 28 回学術大会（2023 年、奈良市）で発表した。

文献

- 1) Mortality and pulmonary complications in patients undergoing surgery with perioperative SARS-CoV-2 infection: an International cohort study. *Lancet*. 2020; 396: 27-38
- 2) Early outcomes and complications following cardiac surgery in patients testing positive for coronavirus disease 2019: An international cohort study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021 Aug; 162(2): e355-e372
- 3) Impact of the COVID-19 pandemic on incidence and mortality of emergency cardiovascular diseases in Tokyo. *J Cardiol*. 2023 Aug;82(2):134-139
- 4) Orelaru F, Norton EL, Ahmad RA, et al. Perioperative Outcomes of Acute Type-A Aortic Dissection Repair was Unaffected by COVID-19 Testing Delay. *Cardiovasc Med*. 2022 Apr; 6(2): 100-110
- 5) Hishikawa T, Ohashi T, Tadakoshi M, et al. Effect of waiting time for COVID-19 screening on postoperative outcomes of type A aortic dissection: An institutional study. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2022 Oct; 30(8): 912-915
- 6) Stammers AH, Mongero LB, Tesdahl EA, et al. The assessment of patients undergoing cardiac surgery for Covid-19: Complications occurring during cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2022 may; 37(4): 350-358
- 7) 池創一, 濱野公一, 小野稔, 他 : COVID-19 による本邦心臓血管外科診療への影響と感染対策に関する全国アンケート調査. *日心外会誌* 51 巻 2 号 : 89-95(2022)
- 8) S L Davey, B L Lee, T Robbins, et al. Heat stress and PPE during COVID-19: impact on healthcare workers' performance, safety and well-being in NHS settings. *J Hosp Infect*. 2021 Feb; 108: 185-188.
- 9) Emily J Moldoff, Miranda K Eubank, Anne Y Feng, et al. Impact of powered air-purifying respirator devices on word recognition in health care providers. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2022 sep; 167(3): 469-471