

日本小児科学会予防接種・感染症対策委員会および日本集中治療医学会小児集中治療委員会日本小児集中治療連絡協議会 COVID-19 ワーキンググループ 活動報告（*）第2報

日本集中治療医学会小児集中治療委員会日本小児集中治療連絡協議会 COVID-19 ワーキンググループ委員長¹⁾，同委員²⁾，

日本集中治療医学会小児集中治療委員会委員長³⁾，同担当理事⁴⁾，日本集中治療医学会理事長⁵⁾

日本小児科学会予防接種・感染症対策委員会委員長⁶⁾，同副委員長⁷⁾，同委員⁸⁾，同担当理事⁹⁾

黒澤 寛史 ¹⁾	青景 聡之 ²⁾	池山 貴也 ²⁾	賀来 典之 ²⁾	川崎 達也 ²⁾
小泉 沢 ²⁾	齊藤 修 ²⁾	居石 崇志 ²⁾	竹内 宗之 ²⁾	武田 充人 ²⁾
西村 奈穂 ²⁾	清水 直樹 ^{2) 3) 8)}	志馬 伸朗 ^{2) 4)}	西田 修 ^{2) 5)}	
多屋 馨子 ⁶⁾	神谷 元 ⁷⁾	天羽 清子 ⁸⁾	大城 誠 ⁸⁾	勝田 友博 ⁸⁾
菅 秀 ⁸⁾	津川 毅 ⁸⁾	西村 直子 ⁸⁾	菱木はるか ⁸⁾	藤岡 雅司 ⁸⁾
細矢 光亮 ⁸⁾	水野 由美 ⁸⁾	吉川 哲史 ⁸⁾	和田 泰三 ⁸⁾	尾内 一信 ⁹⁾
齋藤 昭彦 ⁹⁾	森内 浩幸 ⁹⁾			

（*）第1報は、当学会旧委員会体制における予防接種・感染症対策委員会新興・再興感染症対策小委員会および日本集中治療医学会小児集中治療委員会日本小児集中治療連絡協議会 COVID-19 ワーキンググループの活動報告であったが、現委員会体制に即して題名を改訂した。

はじめに

2020年3月末までの本ワーキンググループ（以下WG）の活動概要をまとめ、日本小児科学会雑誌上で報告した（第124巻第5号）。ここで報告した主な活動は1）ECMOnetへの参画、2）重症患者データベース（CRISIS）への小児情報収集のためのシステム対応、3）重症症例登録にかかる情報提供、であった。また、新興・再興感染症に対峙するうえで、成人領域とともに小児領域でも解決した課題として1）重症呼吸不全の治療体制整備、2）感染症学領域と集中治療医学領域の協働、3）小児科学領域と集中治療医学領域の協働を挙げた。

一方、小児領域で解決できていない課題として、1）小児集中治療施設とくにECMO実施可能施設の不足、2）症例情報が散在していることを強調した。これらを解決するためには、他領域との協働をさらに深めながら小児集中治療体制を整備し、重症呼吸不全等に対する集約化と搬送を含めた地域医療計画などを進めるべきであること、それから、症例登録のための倫理審査申請や症例登録様式への入力の手力といった、大きな障壁があることに言及した。

4月以降も、わが国における重症小児症例は限定的である。本稿では、日本集中治療医学会小児集中治療委員会・小児集中治療連絡協議会 COVID-19 ワーキンググループ（以下、WG）で検討された重要な課題として、わが国の重症小児受け入れ体制、心肺蘇生における注意点、倫理的な問題点を中心に、議論された重要な情報をまとめ、最後に呼吸管理器具における注意点を考察した結果を報告する。

WG・小委員会活動概要

1. WG ウェブ会議開催

2020年3月5日の本WG発足以来、メーリングリスト上で活発な議論を重ねた。しかし3月後半になると新たな知見が次々と報告され始め、情報共有や議論をより迅速、効果的かつ効率的に行うために、ウェブ会議を毎週開催した（3月28日から5月23日まで計9回）。

2. 重症小児受け入れ体制

(1) ECMOnet

引き続きECMOnetに参画し、小児症例用窓口機能を維持している（6月末現在）。担当者はWGから選出した3名として、交代で任に当たり、必要に応じて各ブロックと連携する体制とした。成人症例増多に伴う小児病床への圧迫の可能性も想定された。そのためECMOnetや横断的ICU情報探索システム（Cross ICU searchable information system; CRISIS）を通じての、成人と小児を包括した情報共有は非常に有用であった。

CRISISに登録された小児施設は全国で34施設であり、これは小児集中治療連絡協議会構成施設とほぼ一致している。これらのうちCOVID-19症例の人工呼吸管理可能施設が28施設、COVID-19症例のECMO管理可能施設が21施設であった。これらの施設での人工呼吸管理実施可能数は計50例、ECMO管理実施可能数は計31例であった。重症小児が発生した場合には都道府県を跨ぐ広域搬送が必要となることは想定しておかなければならず、症例数が増えればすぐに病床に余裕がなくなることが予測された。

(2) 各ブロックでの体制

小児ECMO管理可能施設を明確にし、それらの施設を中心とした地域ごとの重症小児受け入れや搬送の体制整備が急務であること、それと同時に、重症小児受け入れ病院と緊密な連携が必要な、中等症の集約病院選定の重要性もWGで共有された。その他にも療育施設等でのクラスター発生時における、在宅人工呼吸器を必要とする医療的ケア児の対応も地域ごとに検討しておくべき課題として挙げられた。

これらの課題に対応するために、より速やかな情報収集と体制構築が必要であると考えられ、新規WGメンバーを3名追加して、全国を10ブロックに分けた。

(3) 地図上での施設情報共有

各地域における患者のフローを整理するために、Googleマップのマイマップ機能を利用し（<https://www.google.co.jp/intl/ja/maps/about/mymaps/>）、全国地図に小児集中治療連絡協議会関連施設、救命救急センター、感染症指定医療機関、中核病院小児科、小児地域医療センターをプロットし共有した。ここに施設ごとの情報を追記することで、常に最新の情報を全国レベルで共有できるシステムを整えた。

(4) COVID-19以外の重症小児の受け入れ体制

日本集中治療医学会小児集中治療委員会の報告（日集中医誌2019；26：217-25）によれば、わが国に必要なPICU病床数は約420床と試算され、実際のPICU病床数は280床であった。この病床不足分は、救命救急センターを含むICUで成人と小児の混合体制で、あるいは地域によっては小児科病棟の観察室等で診療されてきたと推察される。成人を収容数するICU病床の逼迫が問題となる中、混合ICUで診療されてきた重症小児のための診療体制が、これまでと同様に維持される保証はない。感染制御の問題等も相まって、成人のCOVID-19重症症例が増えれば、混合ICUにおける重症小児のための病床数は減少すると考えておくべきであろう。これら重症小児の受け皿を準備することは喫緊の課題であると考えられる。

(5) 重症心身障害児の受け入れ体制

重症心身障害児施設でクラスター発生し、重症化した場合の診療体制について、各地域で検討しておくべきである。重症小児受け入れ体制が逼迫し、これまでと同様の診療が困難になることが想定される中で、重症心身障害児の尊厳を保ち、できるかぎり良い医療を提供するためには、地域ごとの工夫が必要である。

3. 心肺蘇生における注意点

小児救急医学会心肺蘇生委員会から、小児を診療する医療従事者が蘇生行為を実施する際の SARS-CoV-2 感染のリスクの軽減を目的とするガイダンスが示されている。

(<http://www.convention-access.com/jsep/doc/info/interim-guidance-pediatric-patients-march-27-2020.jp.pdf>)

また、厚生労働省からは市民による救急蘇生法について「救急蘇生法の指針 2015（市民用）」の追補が公表されている。(<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000632828.pdf>)

4. 倫理的な問題

(1) 小児の集中治療管理の適応

COVID-19 による重症小児症例が発生する時には、成人症例が多数発生しており、多くの医療資源が成人領域に割かれている可能性が高い。医療資源が限られた状況で、成人では ECMO の適応とする年齢上限や病前 ADL などを見直す施設も少なくない。小児の人工呼吸管理や ECMO 管理の適応についても平時とは異なる水準で再考する必要が生じ、「子どもだから」という理由だけで無条件に小児症例を優先することは医療倫理的に適切ではないと考えられている。

いざ感染蔓延期に入ると、多忙な臨床現場の医療従事者がそのような適応を個別に判断することは、時間的にも精神的にも過大な負担を強いることになるのは想像に難くない。したがって、そのような適応を協議する場として、診療に直接関与していない第三者で構成される委員会の整備が急務である。

(2) 小児の終末期対応

COVID-19 に罹患した際に重症化する懸念のある基礎疾患を持つ小児患者の診療にあたる医療者はその保護者との間で、上記のような医療資源が限られた状況に陥る可能性も含めて、人工呼吸管理や ECMO 管理を含む侵襲的治療や心肺蘇生の差し控えや中止といった困難な判断に関して、あらかじめ話し合いを深めておくことが望ましい。

5. 小児 COVID-19 患者での呼吸管理器具に関する提案

小児の COVID-19 患者または COVID-19 疑い患者が入室するときの、呼吸管理と必要な器具について注意すべきポイントを示す。ただし、これらの注意点は、早産児や成人は対象にしていない。また、COVID-19 の感染経路が、基本的には接触感染と飛沫感染（飛沫：直径 $5\mu\text{m}$ 以上の微粒子）であるとした上で、飛沫核感染（飛沫核：直径 $5\mu\text{m}$ 未満の微粒子）も否定できない (1) ことを念頭に、医療者への感染防止を最重要視して記載した。しかし、現在得られている小児のデータは少なく、これまでの一般知識や成人のデータからの類推に基づく記載も多く、今後新たなデータが出てきた場合には、修正が必要である。

(1) 酸素投与

患者の協力が得られるのであれば、陰圧個室外では、患者への酸素マスクは、サージカルマスクの上から装着する。酸素経鼻カヌラの場合は、カヌラ着用の上からサージカルマスクを装着する。気道が乾燥するのを避けるため、鼻カヌラでの酸素投与はできるだけ少量とし、流量が 2L/分を超える場合には集中治療ができる施設への転院を考慮する。陰圧個室内でも、医療者が入室するときには、患者には上記の対応を求めることが望ましい。

しかし、小児ではそれらの協力が得られないことが多く、その場合には、対応する医療者は飛沫核感染対応（陰圧個室、N95 マスクなど）を行う必要がある。

（2）非侵襲的呼吸管理

非侵襲的陽圧換気（NPPV）は、急性呼吸窮迫症候群（ARDS）に対する効果が確立していないだけでなく、エアロゾル（数 nm から 100 μ m 程度までの微粒子）拡散による医療者への感染リスクがあるため積極的に推奨されていない（2-4, 6）。ただし、普段の生活から NPPV を使用している小児の場合には、NPPV 使用のメリットがデメリットを上回ることが考えられるため、陰圧個室で飛沫核感染対応を行った上で、NPPV を行うことを検討する。intentional leak ポート（呼気リークポート）のある呼吸回路を利用する場合には、intentional leak ポート用のウイルス除去フィルターを使用するとよい（3）。フィルターが手に入らない場合には、intentional leak ポートのある呼吸回路ではなく、呼気弁（呼気弁直前にウイルス除去フィルターを装着）付きのダブル回路を用い、できるだけリーク量を減らしエアロゾル拡散を抑制する方がよい。ただし、intentional leak ポートのない口鼻マスクにしても、小児ではインターフェースからの横漏れリークを完全に抑制することは不可能であり、エアロゾル拡散が避けられないことは意識しておくべきである。首回りのエアクッション付きヘルメット型のインターフェースを用いれば、エアロゾル産生を減少できる可能性がある（4, 5）。

国際的な成人 COVID-19 肺炎に関するガイドラインでは、酸素投与が必要な場合に酸素カヌラや NPPV よりも経鼻高流量酸素カヌラ（HFNC）が推奨されている（2-4, 25）。ただし、それらは成人を対象に、プロングが正しく装着されている状況での研究に基づいた推奨であって、HFNC のエアロゾル拡散に関する安全性は保証できないという論説（7）もあり、使用するなら陰圧個室で飛沫核感染対応を行うべきである。とくに小児では、これまでに小児の急性呼吸不全に対して早期の HFNC が予後を改善したというエビデンスはなく（8）、プロングの装着が正しくできない場合も多いことから、成人での推奨が適応できるのかは疑問が残る。HFNC を行う場合に、プロングを装着した上からサージカルマスクを装着すれば、エアロゾルの拡散は抑制されることが報告されている（9, 10）。

（3）用手換気および気管挿管

COVID-19 肺炎患者では、自発呼吸による経肺圧の上昇によって肺傷害が起こることが推測されており、タイミングを逸さず、少し早めの気管挿管を行い、人工呼吸を開始することが推奨されている（15, 19）。気管挿管時は、飛沫核感染対応の上で、最小限の人数で気管挿管処置を行う（11）。用手換気の際には、マスクは確実に顔にフィットさせる。医療者がエアロゾルを直接浴びないようにアクリル板で作ったスプラッシュガードなどを利用するのもよい。気管挿管は、その場で最も挿管に習熟した者が、筋弛緩薬を使用した上で、カフ付き気管チューブで挿管し、換気を行う前に必ずカフを膨らませる。気管チューブに閉鎖式吸引カテーテルと人工鼻（ウイルス除去機能つき）を装着する（図）。用手換気中は、必ず人工鼻を装着する。

用手換気を終了し、人工呼吸器に接続する場合、①加温加湿器を使用するときは、用手換気中に使用した人工鼻は人工呼吸器回路に組み込まず破棄する。用手換気に用いたバッグには、新しい人工鼻を装着し、清潔に維持する。②人工鼻を使用するときは、用手換気中に使用した人工鼻を人工呼吸にそのまま利用する。

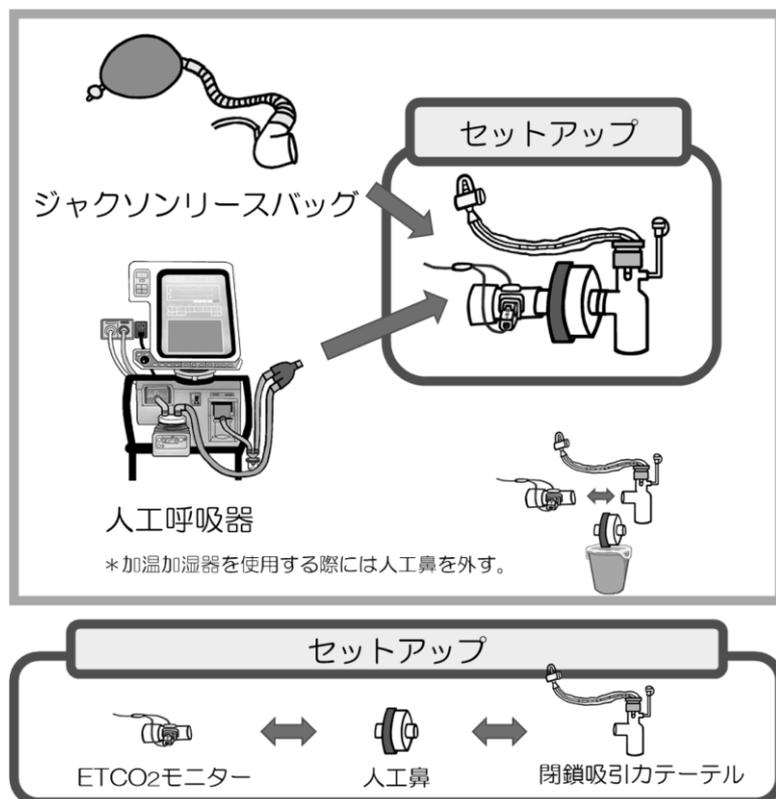
（4）人工呼吸管理

エアロゾル拡散を防ぐために、できる限り、カフ付き気管チューブ、閉鎖式吸引カテーテルを使用する。成人ではカフ圧は 20-25 cmH₂O 程度が推奨されている（12, 13）。小児のデータはないが、リークが起こらないようにカフ圧を調整する。自動カフ圧調整器を持続的に使用することで、カフリークを最小限にできるかもしれない。小児では、体格によって適切な呼吸器回路サイズを選択する必要がある。各施設で体重や年齢をもとに、あらかじめ基準を決めておくとよい。

気道加湿に関し、人工鼻を推奨しているガイドラインもあるが（14）、人工鼻とデュアルヒート回路（吸気側と呼気側の両方にヒーターワイヤーが備えられている回路）を利用した加温加湿器のどちらを使用してもよいと記載されているものもある（3, 15）。加温加湿器を使用する場合、シングルヒート回路では結露の処理（回路を一度開放する必要がある）が頻回となり、エアロゾル拡散の危険性が増加するので、デュアルヒート回路を使用することが望ましい。デュアルヒート回路であっても、結露が貯留することがあり、その除去時には注意が必要である*1。人工鼻の加湿性能は加温加湿器よりも劣るため、細い気管チューブ（おおよその目安として内径4mm以下）が使用される児では、人工鼻を使用すると加湿不足によるチューブ閉塞が起こる可能性が増すため、加温加湿器を使用する方がよいかもしれない。加温加湿器を使用する場合は、人工呼吸器の呼気弁の直前に、呼気フィルター（ウイルス除去機能付き）を装着することが必須である。呼気フィルターは、長時間使用していると吸湿により呼気抵抗が上がってくるので、呼気流量の低下、呼気時間の延長などのフィルター閉塞の徴候が認められたら、交換が必要である（3）。おおよそ内径4.5mm以上の気管チューブが使用される児では、人工鼻（ウイルス除去機能つき）を使用してもよい。人工鼻は各施設の基準どおり（通常は48時間毎程度（16））交換*2する。

呼吸器回路の交換*3は、定期的な交換で人工呼吸器関連肺炎が減少するという根拠はないので（16）、各施設の基準どおり行う。回路の汚れがなければ、最大何日まで交換しなくていいのかは明らかになっていないが、成人の研究において、7日間で交換する群と、定期的には交換しない群（平均人工呼吸期間14.9日間）を比較して、肺炎の発生率は変わらなかったという報告がある（17）。PICU領域でも、加温加湿器を使った状態で、3日と7日間隔での回路交換を比較して、7日間隔でも人工呼吸器関連肺炎は増えなかったという報告がある（18）。

COVID-19による急性呼吸不全は、COVID-19が原因でないARDSと異なる病態である可能性も指摘されているが（19）、基本的にはARDSで推奨されている呼吸管理方法（例えば、一回換気量の制限やARDSnetに推奨されるPEEP設定、重症例に対する筋弛緩薬の使用、腹臥位管理など）を行う（20, 21, 22）。しかし、最も重要なことは、酸素需要が増えてきた場合や吸気努力が大きくなってきた場合には、すぐに小児の集中治療管理に長けた施設に転送させることである。



*1 呼吸器回路内の結露水の除去方法（加温加湿器を使用している場合）

- ①（可能な限り医師を含む）複数名で、患者の自発呼吸が完全に消失した状態で行うことを基本とする。
- ②吸気（呼気ではない）フィルターごと吸気回路を呼吸器本体から取り外す。（吸引モードでも、回路を外したときに瞬間的に流量が増える可能性がある。また、外した後も換気ができるウォータートラップは多いが、付け外しの際に、多くのガスが偶発的に噴出することがある。）（外した回路が不潔にならないよう、かつ、処置後にすぐに取り付けられるよう、紐などで吸気回路と呼吸器本体を繋いでおくとうい。）
- ③ウォータートラップ等に溜まった結露水を除去したあと、ウォータートラップを回路に戻す。
- ④吸気回路を呼吸器本体に接続し（絶対に忘れないこと！）、呼吸器での換気を再開する。気道内圧が設定どおりに上がっているか、患者の「胸上がり」は良好か、複数名で確認する。

*2 人工鼻の交換方法

- ①自発呼吸が完全に消失した状態で行うことを基本とする。
- ②人工鼻を患者側に残し、呼吸器回路を患者から取り外す。
- ③新しい人工鼻を呼吸器回路に接続する。
- ④古い人工鼻を患者から取り外し、新しい人工鼻を付けた呼吸器回路を接続する。

*3 人工呼吸器回路の交換方法（加温加湿器を使用している場合）

- ①（可能な限り医師を含む）複数名で、患者の自発呼吸が完全に消失した状態で行うことを基本とする。
- ②スタンバイモード（またはそれと同等の機能）にする。
- ③すぐに、人工呼吸器の吸気側を取り外し、次に呼吸器回路と気管チューブを外す。
- ④気管チューブに新しい人工鼻を装着した上で、用手換気を行う。（②から④の行程は素早く行うこと。）
- ⑤新しい呼吸器回路に交換し、人工呼吸が開始できる状態にする。院内のルールに従い、回路のリークチェック、回路のコンプライアンステストなどを行う。その後、人工呼吸器のスタンバイを解除し、換気を再開する。
- ⑥用手換気に使用した人工鼻を破棄し、新しい呼吸器回路に気管チューブを接続する。気道内圧が設定どおりに上がっているか、患者の「胸上がり」は良好か、複数名で確認する。

（5）人工呼吸中の補助機器

①呼気終末 CO₂ 濃度（EtCO₂）測定

メインストリームタイプの EtCO₂ 測定器は、問題なく使用できる。一方、サイドストリームタイプのカプノメーターは、人工呼吸器回路内ガスを持続的に一定量吸引し二酸化炭素分圧を計測している。そのため、人工呼吸器回路内ガスが室内に漏れ出すリスクはある。一方で、回路内ガス吸引チューブ内に水分除去目的のナフィオンが設置されている場合は、ナフィオンがウイルス飛沫をトラップする可能性がある。また換気良好な ICU 陰圧室で管理された場合は、新生児・乳児用のサイドストリームタイプカプノメーターのガス吸引量は少量であるため、室内汚染のリスクは軽減する可能性がある。使用に際しては、各施設で使用しているサイドストリームタイプカプノメーターの吸引量、吸引チューブ性能を確認する必要がある。

②アイノフロー[®]

アイノフロー[®]のガスサンプリングにはフィルターが装着されているので、アイノフローは環境や機器を汚染することなく使用することができる。

③吸入療法

人工呼吸中のネブライザー回路の付け外しが必要になり、人工鼻や呼気ウイルス除去フィルターが閉塞しやすくなるので、できるだけ吸入療法は行わない方が良い(3)。吸入療法が必要であれば、スプレーを介して定量噴霧式吸入器(MDI)を使用する(3)。

(6) 在宅医療ケア児の対応(在宅人工呼吸器と気管切開チューブについて)

カフなし気管切開チューブが挿入されている場合やカフ付き気管切開チューブでもリークがコントロールできない場合、エアロゾル拡散を防ぐために、できる限り、適切なサイズのカフ付き気管切開チューブに入れ替え、閉鎖型吸引カテーテルを使用する。

もともと在宅人工呼吸器を使用している患者がCOVID-19感染と診断された場合、ICU人工呼吸器、あるいは、呼気弁の前にウイルス除去フィルターを使用したダブル回路を用いた在宅人工呼吸器に変更することを推奨する。在宅人工呼吸器を継続して利用する場合には、次に記述するような注意点がある。加温加湿器を使用して在宅人工呼吸器で人工呼吸を行う場合、呼気弁なしのシングル回路では使用しない。呼気弁なしのシングル回路では、使用するガス流量が多く、intentional leakポートからのリークが多いため、エアロゾル拡散が問題になるかもしれないからである。ただし、intentional leakポートにフィットするウイルス除去フィルターが存在する機種もあるので、業者に問い合わせるとよい。フィルターがあれば、シングル回路でも使用は可能である。呼気弁付きのシングル回路でも、ガス流量は減るが、呼気弁から排出されるガスはウイルス除去されていないので、飛沫核感染対応を行うことが望ましい。可能であれば、通常的人工呼吸管理と同様に、デュアルヒートのダブル回路で、呼気弁の前にウイルス除去フィルターを使用する。

これらの状態の患者に、人工鼻(ウイルス機能つき)を使用して人工呼吸管理を行う場合には、チューブリークがない状態で、患者の気管切開チューブに人工鼻を装着すれば、ICU人工呼吸器でも、在宅人工呼吸器でも、全ての呼吸回路が使用可能であるが、通常的人工呼吸と同様に、細い気管切開チューブ(おおよその目安として内径4mm以下)が使用される児では、加温加湿器を使用する方がよいかもしれない。

人工呼吸器の中には、室内の空気を取り込んで患者に送り込むタイプがある(ICU人工呼吸器も含むが、とくに在宅人工呼吸器に多い)。空気の入力口にウイルス除去フィルターが備え付けられていない機種では、人工呼吸器内が汚染される可能性があり注意が必要である。(23)。

(7) Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

特に乳幼児のECMOに関しては、カニューレ選択・挿入、その後のECMO管理にチームとしての経験が重要であるために、早めに近隣のECMO可能施設、あるいは日本COVID-19対策ECMO net(24時間対応、小児例の場合相談員に切り替わる、専用電話番号050-3085-3335)に連絡を取っておくのが望ましい(24)。具体的な連絡のタイミングは、気管挿管を考慮した際が望ましい。ECMO導入のタイミングは経時的にデータを評価し、慎重に判断する。

- ・ OI^{*4} 8以上で進行性に悪化する場合
- ・ OI^{*4} 16以上

*4 $OI = F_iO_2 (\%) \times \text{平均気道内圧 (cmH}_2\text{O)} / PaO_2 (\text{mmHg})$

謝辞

本報告書作成にあたり、作図にご協力いただいた、大阪母子医療センター集中治療科の井坂華奈子先生にこの場を借りて深謝申し上げます。

文献

1. Pasnick S, Carlos WG, Dela Cruz CS, et al. SARS-CoV-2 transmission and the risk of aerosol generating procedures. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020 Jun 30. doi: 10.1164/rccm.2020C11. Epub ahead of print.
2. The Australian and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS) COVID-19 guidelines VERSION 1. 16 Mar 2020.
<https://www.anzics.com.au/wp-content/uploads/2020/03/ANZICS-COVID-19-Guidelines-Version-1.pdf>
3. American Association for Respiratory Care. Guidance Document. SARS CoV-2.
<https://www.aarc.org/wp-content/uploads/2020/03/guidance-document-SARS-COVID19.pdf>
4. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med*. 2020 May;46(5):854-887. doi: 10.1007/s00134-020-06022-5. Epub 2020 Mar 28
5. Hui DS, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during noninvasive ventilation via helmets and a total facemask. *Chest*. 2015;147:1336-1343.
6. NIH Coronavirus Disease 2019 (covid-19) Treatment Guidelines.
<https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>
7. Cheung JC, Ho LT, Cheng JV, et al. Staff safety during emergency airway management for COVID-19 in Hong Kong. *Lancet Respir Med*. 2020;8:e19.
8. Ralston SL. High-flow nasal cannula therapy for pediatric patients with bronchiolitis. Time to put the horse back in the barn. *JAMA Pediatr*. 2020 174: 635-6.
9. Leonard S, Atwood CW Jr, Walsh BK, et al. Preliminary findings of control of dispersion of aerosols and droplets during high velocity nasal insufflation therapy using a simple surgical mask: Implications for high flow nasal cannula. *Chest*. 2020 Apr 2. doi: 10.1016/j.chest.2020.03.043. Epub ahead of print.
10. Ferioli M, Cisternino C, Leo V, et al. Protecting healthcare workers from SARS-CoV-2 infection: practical indications. *Eur Respir Rev*. 2020 29:200068.
11. Edelson AP, Topjian AA, on behalf of the American Heart Association ECC interim COVID guidance authors. Interim Guidance for Basic and Advanced Life Support in Adults, Children, and Neonates With Suspected or Confirmed COVID-19: From the Emergency Cardiovascular Care Committee and Get With the Guidelines®-Resuscitation Adult and Pediatric Task Forces of the American Heart Association in Collaboration with the American Academy of Pediatrics, American Association for Respiratory Care, American College of Emergency Physicians, The Society of Critical Care Anesthesiologists, and American Society of Anesthesiologists.
<https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047463>
12. American Thoracic Society; Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 ;171:388-416.
13. Sultan P, Carvalho B, Rose BO, Cregg R. Endotracheal tube cuff pressure monitoring: a review of the evidence. *J Perioper Pract*. 2011 ;21:379-86.
14. 診療の手引き検討委員会・作成班 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 診療の手引き・第2.2版
file:///C:/Users/mutak/Downloads/COVID-19_2.2.pdf

15. Anesi GL, Manaker S, Finlay G and Bloom A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Critical care and airway management issues. Up To Date.
https://www.uptodate.com/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-critical-care-and-airway-management-issues?topicRef=126981&source=see_link
16. 人工呼吸器関連肺炎対策. In CU 感染防止ガイドライン改訂第2版 編集 国立大学病院集中治療部協議会 ICU 感染制御 CPG 改訂委員会 2013 株式会社じほう P45-57
17. Kollef MH, Shapiro SD, Fraser VJ, et al. Mechanical ventilation with or without 7-day circuit changes. A randomized controlled trial. *Ann Intern Med.* 1995 ;123:168-74.
18. Hsieh TC, Hsia SH, Wu CT, et al. Frequency of ventilator-associated pneumonia with 3-day versus 7-day ventilator circuit changes. *Pediatr Neonatol.* 2010;51:37-43.
19. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med.* 2020; 46: 1099-1102.
20. 石井芳樹、橋本悟、一門和哉ほか。ARDS 診療ガイドライン 2016 総合医学社
<https://www.jsicm.org/ARDSGL/ARDSGL2016.pdf>
21. Rimensberger PC, Cheifetz IM; Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Ventilatory support in children with pediatric acute respiratory distress syndrome: proceedings from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med.* 2015;16:S51-60.
22. Fan E, Beitler JR, Brochard L, et al. COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: is a different approach to management warranted? *Lancet Respir Med.* 2020 Jul 6:S2213-2600(20)30304-0. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30304-0. Epub ahead of print.
23. 日本呼吸療法医学会、日本臨床工学技士会 新型コロナウイルス肺炎患者に使用する人工呼吸器等の取り扱いについて — 医療機器を介した感染を防止する観点から — ver 2.2. 2020
<https://www.jsicm.org/news/upload/COVID-19-ventilator-V2.2.pdf>
24. 日本集中治療医学会、日本救急医学会、日本呼吸療法医学会、ほか COVID-19 急性呼吸不全への人工呼吸と ECMO 基本的注意事項 第2版
https://www.jsicm.org/news/upload/COVID-19-ECMOnet-info_20200324.pdf
25. Demoule A, Vieillard Baron AV, Darmon M, et al. High flow nasal canula in critically ill severe COVID-19 patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020 Aug 6. doi: 10.1164/rccm.202005-2007LE. Epub ahead of print.