

④ COVID-19 患者搬送に関する研究
1) 文献調査

研究分担者	猪口 貞樹	東海大学医学部 客員教授
	荻野 隆光	川崎医療福祉大学医療技術学部 特任教授
	早川 達也	聖隷三方原病院高度救命救急センター センター長
	高山 隼人	長崎大学病院地域医療支援センター 副センター長
	北村 伸哉	君津中央病院救命救急センター センター長
	辻 友篤	東海大学医学部救命救急医学 講師
研究協力者	今 明秀	八戸市立市民病院 院長

研究要旨

【研究目的】本邦ドクターヘリ運用の参考にするため、世界各地のヘリコプター救急医療システム (HEMS) における COVID-19 に対する運用状況について、文献調査を実施した。

【研究結果】①COVID-19 のドクターヘリ搬送はクルーへの感染リスクが高く、十分な検討が必要である。②欧州の HEMS は通常通りに現場出動のうえ診療を行うが、診療後に COVID-19 疑い・確定者と判断した場合、多くは陸上救急車で搬送している。本邦ドクターヘリでも、現場出動例は原則として陸上搬送が妥当と考えられる。③COVID-19 確定者の HEMS による医療機関間搬送は欧米でも広く行われている。患者の多くは重症呼吸不全で、機内でエアロゾル発生手技の実施される可能性が高い。医療クルーの個人感染防護具 (PPE) は N95 マスク、ゴーグル、手袋、ガウンの装着が標準で、搬送前の気管挿管が推奨されている。COVID-19 の搬送では、手順書の整備と PPE の着脱および気管挿管患者の搬送訓練が必須である。④十分な準備と訓練を実施すれば、ECMO 装着例のヘリ搬送も可能である。⑤可搬式の患者隔離装置 (PIU) は有用と報告されているが、ドクターヘリで使用できる機体と装置を検証する必要がある。⑥COVID-19 の医療機関間搬送をドクターヘリが行うか、他の航空医療搬送体制を整備するかは、各地域での検討課題である。

【結論】欧米の HEMS は、重症例の医療機関間搬送を中心に COVID-19 の搬送を行っている。COVID-19 のドクターヘリ搬送はクルーへの感染リスクが高いことから、これらの状況を踏まえて、本邦における COVID-19 ヘリ搬送（ドクターヘリを含む）に関するガイドラインを作成することが望ましい。

A. 研究目的

本研究の目的は、2020年に始まった新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) のパンデミックに伴って、各国のヘリコプター救急医療システム (HEMS) の運用に大きな影響が出ている。本邦ドクターヘリ運用の参考にするため、世界各地 HEMS の COVID-19 に対する運用状況について文献調査を実施した。

B. 研究方法

2000年1月～2021年2月までの、COVID-19 + HEMSに関する学術論文をMEDLINEで検索した。これに直接言及した論文は少なく、ほとんどが観察研究と症例報告であったため、本研究では各論文の概要を整理のうえ、ドクターヘリでCOVID-19を搬送する際の課題について、関連文献、ガイドライン等を含めて検討した。

欧州におけるCOVID-19パンデミック初期のHEMSの状況に関する集計[1][2]とオランダの状況報告[3][4]を整理した。また、全米HEMSの対応状況に関する調査[5]、米国テキサスの運航会社の状況[6]、ECMOが必要な患者の集約化に関する論文[7]、オーストラリアのロイヤルフライングドクターサービス (RFDS) の運用[8]、COVID-19を安全に搬送するための意思決定支援ツール[9]、ヘリ

機内の気流に関する研究[10]などについて概要をまとめた。さらに、本邦における消防・防災ヘリで搬送したECMO装着重症呼吸不全例の報告[11]について記載した。

(倫理面への配慮)

本研究は文献調査であり、特定の個人や動物等を対象とした研究ではなく、倫理的問題を生じる可能性はないと考えられたが、情報管理等や人権擁護等には細心の注意を払った。

C. 研究結果

1) 欧州の状況①[1]

Hilbert-Cariusらは、欧州6か国(ドイツ、スイス、オーストリア、ルクセンブルグ、デンマーク、ノルウエイ)の6HEMSからCOVID-19安全対策に関する情報を収集し、さらに、うち4つのHEMSから2020年2～4月の患者情報を収集して分析した[1]。

いずれのHEMSもCOVID-19に対する安全対策を実施していた。COVID-19確定患者のヘリ搬送を行っていたHEMSは4か所(ドイツ(DRF)、スイス(Rega)、オーストリア(ARA)、ルクセンブルグ(LAR))のみで、北欧(デンマーク、ノルウエイ)では、空軍が搬送していた。またDRFでも、現場出動でCOVID-19疑い・確定者をヘリ搬送するのは、全身状態が不安定かつ陸上搬送時間が45分以上

で他に手段がない場合に限定していた。

ヘリ搬送中の個人感染防護具 (PPE) : 気管挿管されていない患者にはフェイスマスク、医療クルーはガウン、手袋、FFP-2 (N95) マスク、ゴーグルを装着、パイロットもFFP2を装着。患者が気管挿管されている場合は、パイロットはフェイスマスクを装着。また機内でエアロゾル発生手技 (AGP) を実施する場合、医療クルーはFFP3 (N99) を装着していた。COVID-19確定者の施設間搬送では、可能な場合は、可搬式の患者隔離装置 (patient isolation unit: PIU 又はpatient isolation transportation unit: PITU) を使用していた。

COVID-19関連任務385件 (うち主要任務 (本邦の現場出動と同じ) 119件、施設間輸送266件) の患者情報を分析した結果は、以下のとおりであった。

現場出動 : 全ミッション8,340件中、COVID-19疑い例100件、確定例19件。搬送方法は、陸上・医師同伴52件、陸上・医師なし34件、ヘリ19件、不搬送14件。ヘリ搬送率は $(19/119=16\%)$ 、全現場出動のうち ; $19/8,340=0.02\%$)。ヘリ搬送は各国の適応基準に基づき、特に搬送時間に影響される患者にのみ行われた。固定翼機、PIUの使用はなかった。

施設間搬送 : 全ミッション3,029件中、COVID-19疑い例52件、確定例214件。これらは重症例の高度医療機関への搬送が多く、施設間搬送266例中189例に気道管理が行われ、14例にECMOが使用された。搬送方法は、陸上・医師あり42件、陸上・医師なし12件、ヘリ184件、固定翼機48件。ヘリ搬送率は $184/266=69.2\%$ で、全施設間搬送のうち $184/3,029=6.1\%$ であった。PIUは43件 ($43/266=16.2\%$) で使用された。PIUは搬送中のクルーの感染リスクおよび負荷を軽減し、搬送後の機内消毒を割愛できるため、有用である。調査期間中、クルーにSARS-CoV-2に感染した者はなかった。

まとめ : COVID-19疑い・確定例のヘリ搬送が確認されたのは4/6か国。現場出動でのヘリ搬送率は低く、やむを得ない事例に限られていた。施設間搬送のCOVID-19疑い例・確定例は重症が多く、対象の70%がヘリ搬送され、固定翼機での搬送も多く、16%でPIUが用いられた。

2) 欧州の状況②[2]

Albrechtらは、2020年4月の欧州におけるHEMSを含めた救急航空搬送体制に対し、COVID-19に関する状況調査を行い、さらにスイスRegaの経験について報告した。

2020年4月時点のCOVID-19の施設間搬送について、欧州17か国、21組織・地域の状況を調査した。COVID-19確定例については、地上搬送のみ (航空搬送なし) : 7/21か所、地上搬送優先 : 5/21か所、固定翼機搬送のみ実施 : 1/21か所、ヘリ搬送あり : 8/21 (38%) か所であった。またヘリ搬送の半数 (4/21か所) でPIUを使用していた。使用機体は、H145 : 5か所、AW109、AW 139、AW 169、Bell 429、Bell 412、Sea King : 各1か所であった。

主要任務 (現場出動) においてSARS-CoV2の感染を防ぐための手順書は、各国の医学会/監督当局の推奨に基づいて作成され、特定の状況に関するシミュレーション訓練が行われていた。Regaの手順

書は、エアロゾル発生手技 (AGP) の回避と気管挿管患者の搬送手順に重点が置かれている。

まとめ : 欧州21か所のHEMSのうち約60%では、COVID-19確定例のヘリ搬送はしていない。搬送しているHEMSは8か所で、うち半数ではPIUを使用していた。気管挿管されたCOVID-19患者の施設間搬送およびHEMSの長期運用を実施する場合、PPEの簡素化および肉体的・精神的負担の軽減が可能な点で、PIUの使用は有益と報告している。

3) オランダの報告①[3]

COVID-19パンデミックの初期段階におけるオランダのHEMS「ライフ・ライナー1」派遣要請の発生率、種類および特徴を、1年前の同時期 (対照コホート) と比較した。

なお、オランダのHEMSは、通常の救急車に加えて派遣され、24時間年中無休で稼働。必要に応じて救急車で搬送もできる (HEMS-救急車)。COVID-19に対する安全プロトコル (2020年2月27日) では、HEMSスタッフと患者との接触を制限するため、特段の医学的理由がない場合、COVID-19患者のヘリ搬送はしない。HEMSスタッフは、勤務前にスクリーニングを受け、COVID-19の症状が見られた場合、直ちに検査を実施する。任務中、医師と看護師はサージカルマスクと保護眼鏡を着用。高度な気道管理の場合、医師は保護ガウン、手袋、FFP-2 (N95) マスク、保護眼鏡、帽子を着用する。

期間内の要請事例 (調査コホート) は528件、対照は620件で、要請例はやや減少していた。応需後キャンセル率は、調査コホート56.4%、対照コホート50.7%で、調査コホートが有意に多かった ($p=0.05$)。2つのコホート間で、事故の発生場所に違いはなく、転倒外傷の減少を除いて、傷害のメカニズムの分布は同じ、自傷行為にも差はなかった。病院前の介入内容、特に病院前の気管挿管に差異はなかった。調査コホートでは、ヘリ搬送による医療クルー派遣率 (74.3%) が対照コホート (60.1%) より有意に高かったが、現場からの患者ヘリ搬送は全く行われなかった (当然COVID-19も搬送していない)。

期間中に検査陽性となったHEMSスタッフは3/12人 (23.1%)。陽性となった医師は、平均25日間 (範囲8~53) 呼び出しに応じられなかった。

以上から、パンデミックの状況下でもHEMSを継続的に運用することは重要と報告している。

4) オランダの報告②[4]

オランダではCOVID-19が蔓延後、患者数が急速に増加してICU病床が不足した。この状態で重症例を各ICUへ適正配分するため、ラドバウド大学医療センターは、H145を用いて人工呼吸中のCOVID-19患者を搬送するためのHEMS「ライフ・ライナー5」を稼働させた。本研究は、稼働後2か月間の医療クルー、運航クルーの病原体への暴露時間と職業感染の状況に関するものである。

暴露時間は、ヘリが搬送先病院に着陸してから離陸するまで、離陸から収容先病院に着陸するまで、着陸後患者がICUに収容されるまで (搬送中のモニター停止まで)、の3つの時間を各スタッフ

ごとに積算したものを用いた。従って、患者の状態等は勘案されていない。

2020年3月24日から5月25日までに搬送した人工呼吸中のCOVID-19は67名。全て重症で、全例に動脈ラインが挿入され、88%に昇圧剤が持続投与されていた。有害事象は呼吸器の回路外れ5件などで、いずれも実害はなかった。クルーの病原体への総曝露時間は7,451分(124時間11分;平均1時間53分)、職種の曝露時間は医師>他の医療従事者>パイロットの順で統計的に有意差があった、後の血清学検査によりSARS-CoV2-IgG陽性者が1名いたが、当事者は活動開始6週間前に肺炎に罹患しており、活動中の感染ではないと判断された。操縦室とキャビンの分離シート、PIUは使用せず、今後の検討課題としている。

まとめ:人工呼吸中の感染性COVID-19患者のヘリコプター搬送は安全に実行でき、HEMS担当者によるPPEの適切な使用が感染のリスクを最小限に抑えることが判明した。

5) 米国の状況①[5]

Mengらは、全米48か所の大学病院救急部門に、2020年5月13日から2020年8月1日までのCOVID-19に対するHEMSの対応状況に関するアンケート調査を行った

多くの施設(89.6%)で、COVID-19のために運用ガイドラインが変更されていた。43/48施設(89.6%)ではCOVID-19確定例をヘリ搬送していた。COVID-19の搬送を許可しない施設のうち4施設では、救命救急チームを現場に移送し、患者は陸上搬送する方式をとっていた。

COVID-19の気道管理(79.2%)および個人用防護具(PPE)の使用(93.6%)に関して追加訓練が実施されていた。93.3%でパイロットにPPEを要求し、N95マスク(95.6%)、眼保護(48.9%)が多かった。47/48施設(97.9%)で、機内でのエアロゾル発生手技が許可されており、BiPAP(40.4%)、高流量鼻酸素(66.0%)であった。PIUの使用は、2か所(4.2%)と少なかった。

本調査では、有病率の高い地域と低い地域のガイドラインに大きな違いは見られなかった。今後地域の症例数が増えてきた場合、無症状感染者の存在を考慮し、外傷対応ガイドライン等のさらなる評価が必要と思われる。

まとめ:COVID-19は、地域の有病率に関係なく、米国のHEMSガイドラインに変更をもたらしており、その有効性に関してデータを分析する必要がある。

6) 米国の状況②[6]

Osbornらは、2020年4月における、米国テキサスのHEMS運航会社の対応状況について報告している。本論文ではCOVID-19について概説のうえ、回転翼機の独特の環境における患者のケアに対する影響、運航クルー向けの臨床・運用ガイドライン作成について詳しく説明している。

感染対策はCDCのガイドラインに準拠しており、COVID-19疑い例を含めて、患者はサージカルマスク、医療クルーはN95、ゴーグル、手袋、ガウンの

装着が標準である。また、欧州と同様に、機内でのエアロゾル発生手技の回避と搬送前の気管挿管の推奨、気管挿管患者の搬送手順に重点が置かれており、米国の安全管理基準は欧州に類似している。

7) 米国の状況③[7]

テキサス大学の健康科学センター(ヒューストン)は、四次救急医療施設として、ECMOの必要な症例を集約治療する体制(ハブ-スポーク型)を構築しており、また病院を基地にして、86名のスタッフが6機のEC-145を用い、ECMO患者を含む年間3,600件の航空医療搬送を24時間体制で行っている。

2020年のCOVID-19パンデミックに際して、難治性呼吸不全のCOVID-19患者に対し、医療関係者を保護しながらECMOを安全かつ迅速に提供し、さらに管理のために「ハブ」病院への効率的な搬送を行うためのプロトコルを作成した。本論文は、このプロトコルの詳細と、同年に「スポーク」病院でECMOを導入し、「ハブ」病院へ搬送した14例について概要を述べている。

搬送プロセスは、準備、輸送、評価とカニューレ挿入、検索、ICUへの搬送および除染、からなる。米連邦航空局(FAA)は、航空搬送中に使用するすべての機器と薬剤を承認しており、プロトコルは米国航空医療サービス協会の推奨事項に準拠している。

患者14名の平均年齢は43.5歳で、VV-ECMOの導入時には全例に昇圧剤が使用されていた。全例無事に医療センターICUへ到着して安定し、ECMOは中央値で335時間実施された、生存退院率は53%であった。

このシステムの有効性を検証するのは難しいが、これらのCOVID-19およびARDSの重症患者は、医療センターへの搬送を生き延びられなかった可能性がある。以上から、「ECMOが必要な症例に対して当該医療機関へECMO導入チームをヘリで派遣、ECMOを導入したうえ患者を高度医療機関までヘリ搬送するシステム」、は有用と思われる。

8) ロイヤルフライングドクターサービス(RFDS)[8]

オーストラリアのロイヤルフライングドクターサービス(RFDS)は、世界最大の航空医療組織の1つで、オーストラリアの23拠点に77機の航空機(固定翼機を含む)と140台の救急車が配置されている。

2020年2月2日から5月6日までに搬送された患者のデータから、COVID-19疑いまたは確定例の特徴を検討した。また過去のデータから作成した数理モデルを用いて、COVID-19の航空医療搬送を行う際に必要な航空機数を推定した。

RFDSは、この間にCOVID-19疑いまたは確定患者を291件搬送した。年齢中央値62.0(43.5~74.9)歳、男性136人、女性119人(性別欠損=33)を含む288人)。

COVID-19関連の需要増加に対してRFDSが対応できるかどうかは、利用可能な航空機(とスタッフ)の数によって決まる。RFDSが作成した数理モデルを用い、予想される一連の需要を満たすために必要

な航空機の推定数を、各航空セクションに提供した。

9) 意思決定支援ツール[9]

2020年5月、オーストラリア、ノルウェー、フィンランド、ドイツ、英国などのHEMSが協力して、COVID-19患者を搬送する際のリスクを特定し、これらを軽減するための戦略を開発するためのガイドラインを作成した。

輸送のための患者の選択、感染管理戦略、搬送元病院での重要な決定、ミッション完了時の重要な決定、コミュニティでの重要な決定、意思決定支援ツールなどについて、詳しく記載されている。

本論文の意思決定支援フレームワークは、本邦ガイドライン作成時に参考になると思われる。

10) 機内の気流に関する研究 [10]

大型旅客機の客室では、天井から床に向かって一定量の気流が確保されており、与圧室の空調は一部換気が再循環しているが、病原性微生物はHEPAフィルターで除去される[12]。航空医療用の航空機内の気流は、大型旅客機のようにコントロールされておらず、操縦室と客室の換気が分離されていないため、機内全体にエアロゾルが拡散する危険がある。

本論文は、煙を用いて機内の気流を調査する方法（気流試験）に関するもので、回転翼機としてAW139の事例が報告されている。

AW139の客室内で生成された煙は、通常の条件下では、散逸する前に機内を満たすように膨張することが観察された。客室と操縦室を隔てるカーテンを閉めた場合、操縦室に入る煙はごく少量であった。また、ストレッチャーを後方で横向きに設置すると前方への影響が少なかった。

煙を用いた気流試験は、クルーのリスクを評価し、低減する方法を検討するのに有用と思われる。

11) 本邦の症例報告[11]

千葉大学附属病院のImaedaらは、ECMOの必要なCOVID-19による呼吸不全症例に対し、入院中の病院まで医療チームを派遣し、V-V ECMOを導入、さらに同症例を自院までヘリ搬送した事例を報告した。なお、本症例は回復して退院している。

パンデミックでは、患者の利用できるECMOの数は限られており、搬送時間を最小限に抑えて、安全に長距離病院間輸送を行うには、ヘリコプターの使用が適切と述べている。

この搬送には千葉市の防災・消防ヘリが使用された。患者はECMOチームの到着時に気管挿管されており、チームはPPEとしてN95、手袋、ガウン（タイベックス保護衣）、フェイスシールドを着用した。パイロットは無線の関係でサージカルマスクを使用している。ヘリの機内は、客室全体をプラスチック・シートで養生し、操縦席からも分離した。PIUは使用していない。

医療機関と消防機関は、事前にヘリコプターを使用したECMO患者の輸送トレーニングを行い、またチーム会議で患者の輸送に関連する問題を議論して対処していた。これが複雑なミッションを迅速に実施できた理由と考えられる。

D. 考察

HEMSに用いられている機体は一般的に狭く、医療クルーは患者に隣接して搭乗しており、客室と操縦室に隔壁がない。気流試験を行うと機内全体に拡散することが報告されている[10]。一方、重症患者搬送時には、しばしば機内での処置（エアロゾル発生手技[13]を含む）が必要になる。この際に陸上救急車のように、停車して換気することはできない。以上から、COVID-19のドクターヘリ搬送では、地上救急車での搬送と比較して、クルーへの感染リスクが高いと考えられ、十分な検討が必要である。

欧州のHEMSの運用状況から、一次搬送（現場出動）では、通常通りに現場出動して診療が行われているが、現場での診療後にCOVID-19疑い・確定者であることが判明した場合、多くは陸上救急車で医療機関へ搬送されており、ヘリ搬送はほとんど行われていない[1] [2]。現場出動時のCOVID-19患者ヘリ搬送を実施しているHEMSでも、全身状態が不安定かつ陸上搬送時間が45分以上で他に手段がない場合に限定して、一部をヘリ搬送している。

現場出動の対象は、外傷を受傷又は急性疾病を発症直後の患者であり、COVID-19確定者は少なく、疑い例をどのように扱うかが問題になる。緊急性の高い呼吸不全や心肺停止、重症外傷などでは、搬送中に急変すれば様々な処置が必要になり、エアロゾル発生手技を行う可能性も高い。

以上から、ヘリ搬送中の感染対策を確実に実施するには、全症例に対して空気感染防護に準じた感染対策を行わざるを得ない。この場合のPPEは、医療クルー、運航クルーの大きな負荷になる。また機内の養生、搬送後の清掃、廃棄物処理等を毎回十分に時間をかけて行う必要があり、日常的なドクターヘリ運用に支障が生じる。機内の広さや換気状況等によって、使用できる機体も限定される。

現場出動では、ドクターヘリが迅速に傷病発生現場へ向かい、早期医療介入を行うことで、一定の救命効果が期待できる。必要があれば、陸上搬送する救急車に医療クルーが同乗して、搬送先まで治療を継続することもできる。

以上から、本邦ドクターヘリでも、現場出動でCOVID-19疑い・確定者と判明した患者は、原則として陸上搬送することが妥当と考えられる。なおCOVID-19は、しばしば無症状の感染性を有する患者から感染することが判明している。医療機関へドクターヘリ搬送後に当該患者がSARS-CoV-2陽性と判明した場合の対応を、予め取り決めておく必要がある。

一方、COVID-19確定・疑い例の二次搬送（医療機関間搬送）は、欧州では40%程度のHEMSで行われている[1, 2]。医療機関間搬送例の多くは重症呼吸不全の高度医療機関への搬送であり、機内で人工呼吸等のエアロゾル発生手技が行われる可能性が高い。このため医療クルーのPPEは空気感染防護に準じて、患者はサージカルマスク、医療クルーはN95、ゴーグル、手袋、ガウンの装着が標準である。また搬送前の気管挿管が推奨されている。これらの感染防護策は手順書が整備され、PPEの着脱と気管挿管患者の搬送に関するシミュレーション訓練が実施されている。

一般に、重症のCOVID-19を治療できる病床は限られており、患者急増期には病床不足が生じるため、重症例の広域搬送が必要になる。この際に、長距離ヘリ搬送を短時間で安定的に実施するには、人工呼吸器等の集中治療用装備と、重症管理のできる医療クルーの搭乗が必須である。能力的には、ドクターヘリをこの目的に転用することは可能であるが、同様の体制を別に作ることも可能である。

米国においてはECMOの必要な症例のHEMSによる搬送システムと14例の実施例が報告され [7]、また本邦でも消防防災ヘリによるECMO装着重症COVID-19例の迅速なヘリ搬送が報告されている [11]。本邦のヘリ搬送では事前に十分な両機関間の連携・調整がなされ、合同訓練も行われている。

このような医療機関間搬送では、現場出動ほどの迅速なレスポンスは要求されないが、病状に応じた事前準備が必要であり、ドクターヘリでも可能であるが、必要な機能があれば別の体制で実施しても問題ない。また、通常のドクターヘリを転用すると、PPEや機体の準備、出動後の清掃等が通常運用の阻害要因になる可能性もあるため、別の体制を考慮するほうが良い可能性もある。

本調査でも、北欧ではCOVID-19確定例の搬送は軍が行っており、オランダでは人工呼吸器を装着したCOVID-19の医療機関間搬送専用のHEMSを新たに設置したことが報告されている [4]。本班研究の調査 (別項) で、本邦でも自衛隊、海上保安庁の航空機、消防防災ヘリが多くCOVID-19を搬送していることが報告されており、各地域においてどのような体制が望ましいかに関しては、各地域で事前に検討しておくことが望ましい。

感染防護には、閉鎖式陰圧隔離ユニット (PIU) の使用が有用と報告され、欧米でも用いられている [1] [2]。これを用いればPPEを緩和でき、必要に応じて内部で様々な処置も可能である。ただし、重症例に使用できるPIUは、適切な広さと空調および換気機能を持ち、患者収容後に気管挿管等が実施できる構造になっており、さらにヘリの機内に収容して固定できることは必須である。欧米ではHEMS専用のPIUが開発されているが、本邦では必ずしも入手できない。本法においてHEMSで使用している機体にPIUを収容して、安全な搬送が可能かどうか実証研究を行い、安全運航の要件を満たしていることを確認する必要がある。

以上を十分に検討の上、意思決定支援ツール [9] などとも参考にして、本邦におけるCOVID-19のヘリ搬送に関する包括的なガイドラインを作成することが望ましい。

E. 結論

- ・COVID-19のドクターヘリ搬送はクルーへの感染リスクが高く、十分な検討が必要である。
- ・欧州のHEMSは通常通り現場出動のうえ診療を行うが、診療後にCOVID-19疑い・確定者と判断した場合、多くは陸上救急車で搬送している。本邦ドクターヘリでも、現場出動例は原則として陸上搬送が妥当と考えられる。
- ・COVID-19確定者の医療機関間搬送は欧米でも広く行われている。患者の多くは重症呼吸不全で、機

内でエアロゾル発生手技の実施される可能性が高い。医療クルーの個人感染防護具 (PPE) はN95マスク、ゴーグル、手袋、ガウンの装着が標準で、搬送前の気管挿管が推奨されている。COVID-19の搬送では、手順書の整備とPPEの着脱および気管挿管患者の搬送訓練は必須である。

- ・十分な準備と訓練を実施すれば、ECMO装着例のヘリ搬送も可能である。
- ・可搬式の患者隔離装置 (PIU) は有用と報告されているが、ドクターヘリで使用できる機体と装置を検証する必要がある。
- ・COVID-19の医療機関間搬送をドクターヘリが行うか、他の航空医療搬送体制を整備するかは、各地域での検討課題である。
- ・ドクターヘリ搬送はクルーへの感染リスクが高いため、これらの状況を踏まえ、本邦におけるCOVID-19ヘリ搬送 (ドクターヘリを含む) に関するガイドラインを作成することが望ましい。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

【参考文献】

1. Hilbert-Carius, P., et al., Pre-hospital care & interfacility transport of 385 COVID-19 emergency patients: an air ambulance perspective. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2020. 28(1): p. 94.
2. Albrecht, R., et al., Transport of COVID-19 and other highly contagious patients by helicopter and fixed-wing air ambulance: a narrative review and experience of the Swiss air rescue Rega. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2020. 28(1): p. 40.
3. Rikken, Q.G.H., et al., Operational experience of the Dutch helicopter emergency medical services (HEMS) during the initial phase of the COVID-19 pandemic: jeopardy on the prehospital care system? *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2021 Jan 12:1-9.
4. Spoelder, E.J., et al., Helicopter transport of critical care COVID-19 patients in the Netherlands: protection against COVID-19 exposure—a challenge to critical care retrieval personnel in a novel operation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2021. 29(1): p. 41.
5. Meng, X., et al., Use of Helicopter Emergency Medical Services in the Transport of

Patients With Known or Suspected Coronavirus Disease 2019. *Air Medical Journal*, 2021. In press. Available online 17 February 2021.

6. Osborn, L., et al., Integration of aeromedicine in the response to the COVID-19 pandemic. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020 Jun 4;1(4):557-562. Online ahead of print.

7. Salas de Armas, I.A., et al., Inter-hospital COVID ECMO air transportation. *Perfusion*, 2020:267659120973843. Online ahead of print.

8. Gardiner, F.W., et al., Royal Flying Doctor Service Coronavirus Disease 2019 Activity and Surge Modeling in Australia. *Air Med J*, 2020. 39(5): p. 404-409.

9. Bredmose, P.P., et al., Decision support tool and suggestions for the development of guidelines for the helicopter transport of patients with COVID-19. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2020. 28(1): p. 43.

10. de Wit, A.J., et al., Airflow Characteristics in Aeromedical Aircraft: Considerations During COVID-19. *Air Med J*, 2021. 40(1): p. 54-59.

11. Imaeda, T., et al., Interhospital transportation of a COVID-19 patient undergoing veno-venous extracorporeal membrane oxygenation by helicopter. *Am J Emerg Med*, 2020 Oct 3; S0735-6757(20)30885-8. Online ahead of print.

12. Silcott, D., et al., TRANSCOM AMC Commercial Aircraft Cabin Aerosol Dispersion Tests.

<https://www.ustranscom.mil/cmd/docs/TRANSCOM%20Report%20Final.pdf>

13. Tran, K., et al., Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: a systematic review. *PLoS One* 2012;7(4):e35797.