

.総括研究報告

ドクターヘリの適正配置・利用に関する研究

研究代表者 猪口 貞樹 東海大学医学部外科学系救命救急医学 教授

研究要旨

本研究の目的は、ドクターヘリの効率的かつ効果的な配備・利用について提言することである。併せて、ドクターヘリの安全管理基準についても検討する。本年度は、2年間の研究の2年目として、以下の各課題について研究を実施した。

1. **ドクターヘリ配置の数理モデルの作成に関する研究：** ドクターヘリの搬送時間と生存退院に対する効果を分析したところ、傷病発生現場から収容先医療機関まで10～40分で生存退院が有意に増加すると推測された。搬送時間10分は救急車搬送距離7kmに相当した。これと先行研究に基づきドクターヘリ配置の数理モデルの評価指標を作成し、様々な条件下で検討を行った。各県に現行の配備機数を配備するという制約の下で配備病院と同一県内の人口のみを評価指標の対象とする場合、現行配置の評価指標は評価指標最大化配置の95%以上であった。各県において自県内を対象とする場合、ドクターヘリの現行配置は概ね妥当と考えられた。また非カバー地域は県境付近に多く、地域連携が重要と思われた。
2. **ドクターヘリレジストリによるドクターヘリの分析に関する研究：** JHEMSのデータを集計し、さらに重症成人外傷の受傷1か月後の転帰に対するドクターヘリの有効性を検証した。ドクターヘリ搬送による重症成人外傷の1か月生存に対する影響は明らかでなかったが、1か月脳機能カテゴリー良好例が有意に増加することが判明した。
3. **ドクターヘリの費用便益分析に関する研究：** ドクターヘリに対する支払意思額（WTP）を調査したところ、地域内の人口密度によって、WTPそのものやWTPに影響する因子が異なることが明らかになった。
4. **ドクターヘリ安全管理基準の作成に関する研究：** ドクターヘリの安全な運用・運航に望まれる医療クルーの教育方針（指針）、全国基地病院が共通で使用するためのインシデント・アクシデント分類表と報告フォーマット、ドクターヘリの標準運航要領・標準運用手順書、についてそれぞれ検討のうえ、これらを反映させた「ドクターヘリの安全な運用・運航のための基準」を作成した。今後は、これらを迅速に具体化する必要がある。

【分担研究者】

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
辻 友篤・東海大学医学部外科学系救命救急医学講師
中川 雄公・大阪大学医学部附属病院高度救命救急センター 助教
野田 龍也・奈良県立医科大学公衆衛生学講座講師
鴉飼 孝盛・防衛大学校電気情報学群情報工学科講師
高嶋 隆太・東京理科大学理工学部経営工学科 准教授
田中 健一・慶應義塾大学理工学部管理工学科 准教授
荻野 隆光・川崎医科大学救急医学 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

【研究協力者】

伊藤 真理・東京理科大学工学部経営工学科 助教
北村 伸哉・君津中央病院 救命救急センター長
中川 儀英・東海大学医学部外科学系救命救急医学准教授
篠崎 正博・岸和田徳洲会 救命救急センター顧問
小林 誠人・公立豊岡病院組合立豊岡病院 救命救急センター長
土谷 飛鳥・独立行政法人国立病院機構水戸医療セ

ンター 副救命救急センター長
西川 渉・特定非営利活動法人 救急ヘリ病院ネットワーク（HEM-Net）理事
辻 康二・全日本航空事業連合会ドクターヘリ分科会委員長
加藤 幸洋・中日本航空株式会社東京支社 支社長
平井 克弥・中日本航空株式会社東京支社 航空営業部長
横田 昌彦・セントラルヘリコプターサービス株式会社 取締役
坂田 久美子・愛知医科大学病院 看護師長
藤尾 政子・川崎医科大学病院 看護師長
岩崎 弘子・JA長野厚生連佐久医療センター 看護部
山崎 早苗・東海大学医学部附属病院 看護師長
峯山 幸子・東海大学医学部附属病院 看護部

A.研究目的

本研究の目的は、ドクターヘリの効率的かつ効果的な配備・利用について提言することである。平成29年度は、2年間で実施する研究の2年目にあたる。

平成13年より整備が始まった救急医療用ヘリコプター（以下ドクターヘリ）事業は、早期の救急医療の開始を目的とした救急現場への医師派遣シ

システムである。これまで全国的な配備が進められてきた結果、平成29年度末時点で全国52機が運航されている。一方、これまでは各都道府県の実情により配備がなされてきたため、適正な社会投資といえる配備機数や基地病院の配置についての検討は十分にはなされていなかった。

平成27年度厚生労働科学特別研究「ドクターヘリの適正な配置及び安全基準のあり方に係る研究」（主任研究者 猪口貞樹）を行い、外傷に対するドクターヘリの救命効果とコスト効率性、基地病院の適正配置および安全管理上の課題について研究を行い、エキスパートオピニオンによる現時点の適正配置案も提示したが、定量的な分析は未だ不十分である。

そこで本研究では、ドクターヘリ配置の数理モデルを作成し、定量的な評価を行う。併せてドクターヘリの費用便益分析、ドクターヘリレジストリのデータ分析を行う。

また、本邦ドクターヘリには、現在のところ統一された安全運航・運用のための基準が存在しない。このため、本研究では、安全管理に関する様々な課題についても検討のうえ、「ドクターヘリの安全な運用・運航のための基準」（以下安全管理基準）を作成した。

B.研究方法

本年度は以下4つの課題（計7つの分担項目）についてそれぞれ研究を実施した。

(1) ドクターヘリ配置の数理モデルの作成に関する研究

ドクターヘリの搬送距離と有効性(辻(友)、猪口)

日本外傷データバンク（JTDB）に登録された重症成人外傷のデータを用い、搬送時間区分ごとにロジスティック回帰モデルを用いてドクターヘリの生存退院に対する効果を検討した、さらにドクター・ヘリレジストリ（JHEMS）のデータから救急車搬送の搬送時間と距離の関係について検討した。

ドクターヘリ数理モデルの作成(鶴飼、田中、中川(雄))

上記 項の結果および先行研究の結果から、搬送距離 7km～50km 人口と 50～75km 人口に、それぞれ 1:0.5 の重みを付け加算したものを評価指標として、様々な条件下で配置の最適化を行い検討した。なお、一定規模以上の救急医療機関から 7km 以上の人口は全国で 3,336 万人（全人口 12,709 万人の 26.2%）、うち現行配置で基地病院から 7～50km の居住者は 2,605 万人（78.1%）、50～75km が 531 万人（16.9%）、75km 以上が 201 万人（6.0%）

である。

(2) ドクターヘリレジストリによるドクターヘリの分析に関する研究(高山・野田・小林・土屋)

JHEMS 登録症例の概要を集計した。さらに、このデータを用いて重症成人外傷の転帰に対するドクターヘリの有効性を検討した。

(3) ドクターヘリの費用便益分析に関する研究(高嶋・鶴飼・伊藤)

ドクターヘリに対する便益を算出するため、アンケート調査により支払意志額（WTP）を推定した。本年度は、特に県内の地域差について検討した。

(4) ドクターヘリ安全管理基準の作成に関する研究

フライトドクター・フライトナースの教育(荻野・北村・中川(儀)・坂田・藤尾・峯山)

熟練したドクターヘリ医療クルーの意見を集約のうえ、医療クルー（フライトドクター・フライトナースなど）として必要な要件や医療クルーに求められる教育（知識や技術等の習得）について検討した。

インシデント・アクシデント情報の収集・共有化(北村・篠崎・中川(儀)・辻(友)・坂田・岩崎・山崎・西川・辻(康)・加藤・横田)

医療クルーおよび運航関係者の意見を集約し、各基地病院で収集されたインシデント/アクシデントとそれに対する予防策を全基地病院で共有するシステムを構築するため、共通のインシデント/アクシデント分類表と報告フォーマットについて検討した。

運航要領・運航手順書の作成(早川・高山・辻(康))・加藤・平井・平田)

ドクターヘリ基地病院および運航会社で構成された分担班で、ドクターヘリの標準運航要領・標準運用手順書について検討した。以上 ～ を踏まえて、「ドクターヘリの安全な運用・運航のための基準」について検討した。

(倫理面への配慮)

アンケート調査は、東海大学臨床研究委員会の承認を得て行った。ドクターヘリレジストリの分析は、日本航空医療学会から提供され連結不可能・匿名化されたデータを用いた。本研究は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少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) ドクターヘリ配置の数値モデルの作成に関する研究

ドクターヘリの搬送距離と有効性

重症成人外傷患者をドクターヘリ搬送すると、搬送時間 10～40 分では、救急車搬送より有意に生存退院しやすいことが明らかになった。一方、搬送時間 10 分以内ではやや生存退院しにくく、搬送時間 40 分以上ではやややすかったが、いずれも有意ではなかった。JHEMS のデータから搬送時間 10 分の救急車搬送距離を推定したところ、約 7km であった。

ドクターヘリ数値モデルの作成

各県に現行の配備機数を配備するという制約の下で配備病院と同一県内の人口のみを評価指標の対象とする場合、現行配置の評価指標は評価指標最大化配置の 95%以上であった。従って、各県において自県内を対象とする場合、ドクターヘリの現行配置は概ね妥当と考えられた。またドクターヘリの非カバー地域は配置に影響を受けやすい県境付近に多く、地域連携が重要と思われた。

(2) ドクターヘリレジストリによるドクターヘリの分析に関する研究

JHEMS のデータを用いて、重症成人外傷の受傷 1 か月後の転帰に対するドクターヘリの有効性を検証した。ドクターヘリ搬送は重症成人外傷の 1 か月生存に対する影響は明らかでなかったが、1 か月脳機能カテゴリー（CPC）良好例が有意に増加することが判明した。

(3) ドクターヘリの費用便益分析に関する研究

同一県内でも人口の少ない地域の WTP が比較的高い値であった。人口の多い地域では、年収、家族構成、ドクターヘリの将来使用可能性が WTP に影響を及ぼすが、人口の少ない地域では、将来使用可能性にのみ依存する傾向が明らかになった。

(5) ドクターヘリ安全管理基準の作成に関する研究

フライトドクター・フライトナースの教育

ドクターヘリ医療クルーとして必要な要件や医療クルーに求められる教育（知識や技術等の習得）について検討のうえ、ドクターヘリの安全な運用・運航に望まれる医療クルー教育方針（指針）を作成した。

インシデント・アクシデント情報の収集・共有化

全国基地病院が共通で使用するためのインシデント/アクシデント分類表と報告フォーマットを作成し、その運用方法を検討した。

運航要領・運航手順書の作成

基地病院の医師および運航業者の意見を集約して、ドクターヘリの標準運航要領・標準運用手順書を作成した。

上記 から 項の結果を踏まえて前年度作成した試案を改訂し、「ドクターヘリの安全な運用・運航のための基準」を作成した。

D. 考察

(1) ドクターヘリ配置の数値モデルの作成に関する研究

ドクターヘリの搬送距離と有効性

今年度の研究では、ドクターヘリの搬送距離と有効性を検討するため、まず JTDB のデータから搬送時間区分ごとのドクターヘリの救命効果を分析し、さらに JHEMS のデータから救急車搬送距離を推定して外挿した。ドクターヘリの搬送速度には、運用方式や要請のタイミング、臨時離着陸場での処置時間など多くの要素が影響するため、今後は JHEMS のデータなどを精緻に分析のうえ、本年度の結果を検証する必要があると考えている。

ドクターヘリの数値モデルの作成

ドクターヘリの適正配置数値モデルを作成した。本年度の研究では、上記 項の結果を踏まえ、一定規模以上の救急医療機関から 7km 以上の人口 3,336 万人（全人口 12,709 万人の 26.2%）を対象に、基地病院からの搬送距離 7km～50km 人口および 50～75km 人口に、それぞれ 1 および 0.5 の重みを付け加算したものを評価指標に用いて配置の最適化を行ったが、今後は運用方式や要請のタイミングなどによる有効範囲の相違を考慮のうえ、さらに精緻化する必要があると思われる。

また、本数値モデルを用いて、今後特に問題のある地域の洗い出しや、特定地域に対する具体的対応の結果予測など、様々な状況をシミュレートできると考えている。

(2) ドクターヘリレジストリによるドクターヘリの分析に関する研究

十分な症例数を得るため、JHEMS の症例登録を平成 29 年 12 月まで延長したため、本年度

の研究では、概要の集計と重症成人外傷の転帰に対するドクターヘリの有効性の分析のみを行った。今後、各疾病に対する有効性や運用方式、要請タイミングの影響などについて、さらに詳細な検討を行う必要がある。

なお、現在の JHEMS は、効果検証のために時限つきで運用したものであるが、今後は全国ドクターヘリの運用状況を継続的に把握するための症例登録システムに項目を修正のうえ、存続させることが望ましい。

(3) ドクターヘリの費用便益分析に関する研究

本年度の調査から、地域の人口密度によって WTP そのものや WTP に影響する因子が異なることが明らかになった。これらの結果もドクターヘリの適正配置などに反映できるものと考えている。

(4) ドクターヘリ安全管理基準の作成に関する研究

フライトドクター・フライトナースの教育

本年度は、ドクターヘリの安全な運用・運航に望まれる医療クルー教育方針（指針）を作成して、安全管理基準に反映することができた。今後は、これに準拠して、全国ドクターヘリの医療クルーに対する教育システムを整備し、継続的に実施していくことが課題である。

インシデント・アクシデント情報の収集・共有化

本研究において、全国基地病院が共通で使用するためのインシデント/アクシデント分類表と報告フォーマットを作成し、その運用方法を検討して、安全管理基準にも反映することができた。

今後は、web で入力できるインシデント/アクシデント収集システムと全国基地病院のデータベースを速やかに構築し、各基地病院間や厚生労働省をはじめとする関連諸機関間で安全情報を迅速に共有できる体制を整備する必要があると考えている。

運航要領・運航手順書の作成

基地病院の医師および運航業者の意見を集約して、ドクターヘリの標準運航要領・標準運用手順書を作成し、安全管理基準の中に記載した。これによって、各基地病院におけるドクターヘリの運用が標準化に向かうことが期待できる。

本研究で作成した「ドクターヘリの安全な

運用・運航のための基準」は、可及的速やかに全基地病院へ周知のうえ運用を開始するとともに、今後も内容を継続的に改善していく必要があると考えている。

E. 結論

- ドクターヘリでは傷病発生現場から収容先医療機関までの搬送時間10～40分で生存退院が有意に増加すると推測された。搬送時間10分は救急車搬送距離7kmに相当した。これと先行研究に基づきドクターヘリ配置の数理モデルの評価指標を作成し、様々な検討を行った。各県に現行の配備機数を配備するという制約の下で配備病院と同一県内の人口のみを評価指標の対象とする場合、現行配置の評価指標は評価指標最大化配置の95%以上であった。従って、各県において自県内を出動対象とする場合、ドクターヘリの現状配置は概ね妥当と考えられる。また非カバー地域は県境付近に多く、地域連携が重要と思われた。本数理モデルを用いて、今後様々な状況がシミュレートできる。
- JHEMSのデータを集計の上、これを用いて重症成人外傷の受傷1か月後の転帰に対するドクターヘリの有効性を検証した。ドクターヘリ搬送による重症成人外傷の1か月生存に対する影響は明らかでなかったが、1か月脳機能カテゴリー良好例が有意に増加することが判明した。
- ドクターヘリに対する支払意思額（WTP）を調査したところ、地域内の人口密度によって、WTPそのものやWTPに影響する因子が異なることが明らかになった。
- ドクターヘリの安全な運用・運航に望まれる医療クルーの教育方針（指針）、全国基地病院が共通で使用するためのインシデント/アクシデント分類表と報告フォーマット、ドクターヘリの標準運航要領・標準運用手順書について検討し、これらを反映させた「ドクターヘリの安全な運用・運航のための基準」を作成した。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 鷓飼孝盛、田中健一、高嶋隆太、教育講演「ドクターヘリの適正配置」オペレーションズ・リサーチによる医療資源の有効活用、第12回日本病院前救急診療医学会総会・学術集会、品川シーズンテラスカンファレンス（2017年12月8日）第12巻第1号21頁
- 鷓飼孝盛、田中健一、辻友篤、猪口貞樹、「ドクターヘリ基地病院の適正配置に関する数理モデル」、日本オペレーションズ・リサーチ学会2018年度春季研究発表

- 会、東海大学 高輪校舎(2018年3月16日)
- ・ 渡辺武志,高嶋隆太,鷓飼孝盛,伊藤真理,辻友篤,猪口貞樹,ドクターヘリ導入への支払意志額の測定と費用便益分析,日本オペレーションズ・リサーチ学会2018年春季研究発表大会,東海大学高輪キャンパス(2018年3月16日)
- ・ 荻野隆光、シンポジウム1「ドクターヘリの安全管理 およびシンポジウム3 病院前で活動する看護師に求められる能力と教育について、第12回日本病院前救急診療医学会(2017年12月8日開催)
- ・ 北村伸哉、シンポジウム1「ドクターヘリの安全管理」全国の基地病院におけるインシデント・アクシデントの情報収集と速やかな共有に向けて、第12回日本病院前救急診療医学会総会・学術集会、品川

シーズンテラスカンファレンス(2017年12月8日)

- ・ 早川達也、シンポジウム1「ドクターヘリの安全管理」ドクターヘリの運用・手順の統一化、第12回日本病院前救急診療医学会総会・学術集会、品川シーズンテラスカンファレンス(2017年12月8日)

H.知的財産権の出願・登録状況

- なし
- 1. 特許取得
なし
- 2. 実用新案登録
なし
- 3. その他
なし