

「平成20年度(財)救急振興財団調査研究助成事業」

(HEM-Net 研究)

# 交通事故負傷者の入院日数と 医療費に関するドクターヘリの効果

2009年3月1日

認定NPO法人

救急ヘリ病院ネットワーク(HEM-Net)

研究者(主任): 山口 拓洋

東京大学大学院医学系研究科特任准教授

東北大学未来医工学治療開発センター客員教授

保健学博士(生物統計学)

研究者: 益子 邦洋

日本医科大学教授

千葉北総病院救命救急センター長

研究者: 猪口 貞樹

東海大学医学部教授

東海大学付属病院長兼救命救急センター長

研究者: 坂本 照夫

久留米大学医学部教授

久留米大学病院高度救命救急センター長

研究者: 高橋 功

医療法人溪仁会 手稻溪仁会病院

救急部 部長

救命救急センターセンター長

## 本報告書で用いられている略語

### **AIS**

Abbreviated Injury Scale の略。個別損傷の解剖学的重症度を表す。1～6 の整数で表され、数値が大きい程重症である。

### **GCS**

Glasgow Coma Scale の略。意識障害レベルを表す。開眼機能、言語機能、運動機能の3 つについて、点数化したものである。3-15 の値をとり、数値が小さいほど重症である。

### **ISS**

Injury Severity Score の略。人体損傷の解剖学的重症度を表す。複数箇所(6 部位)の損傷のうち、重症度が高い3 部位のAISスコアを二乗して加算した値である。0-75 の値をとり、数値が大きいほど重症である。

### **JCS**

Japan Coma Scale の略。意識障害レベルを覚醒の程度によって分類したものである。数値が大きくなるほど意識障害が重いことを示している。

### **RTS**

Revised Trauma Score の略。生理学的重症度を表す。GCS・収縮期血圧・呼吸数で決まる。0-7.84 の値をとり、数値が小さいほど重症である。

### **TRISS**

Trauma and Injury Severity Score の略。予測生存率を表す。RTS・ISS・年齢で決まる。0-100(%)の値をとる。

## 研究要旨

目的: 交通事故被害者におけるドクターヘリ搬送の有効性について、生理学的重症度 (Revised Trauma Score; RTS)、予測救命率 (Trauma and Injury Severity Score; TRISS)、入院日数及び入院点数の観点から救急車搬送との比較を行った。

対象: ドクターヘリ事業開始から平成 19 年 12 月 31 日までの全国 4 施設 (日本医科大学千葉北総病院、手稲溪仁会病院、久留米大学病院、東海大学医学部附属病院) にドクターヘリあるいは救急車にて搬送された交通事故患者 (AIS3 以上の損傷を 1 つ以上有する) とした。同病院に搬送される場合に、ドクターヘリと救急車搬送いずれの可能性もあり得る (両者が競合する) 地域で生じた事故を対象とした。(研究病院ごとの対象地域はそれぞれ地図上に赤色で表わされている)

方法:

- ・ データ

主として日本外傷データバンクに入力されているデータを利用した。入院日数と入院点数については、施設の患者データベースから抽出した。なお、データの匿名化には十分留意した。

- ・ 評価項目

現場での外傷患者の生理学的重症度を示す Revised Trauma Score (RTS、意識レベルを表す GCS・収縮期血圧・呼吸数で決まる、0-7.84 の値をとり低い方が重症)、予測救命率を表す TRISS (Trauma and Injury Severity Score、RTS・外傷重症度を表す ISS・年齢で決まり 0-100(%) の値をとる)、入院日数及び入院点数をドクターヘリ搬送グループと救急車搬送グループとで比較した。

- ・ 解析

ドクターヘリ搬送グループと救急車搬送グループについて、上記の評価項目を単純に比較すると、両グループ間で患者の背景要因や重症度などが異なるため、妥当な比較でなくなる。本研究では、これらの交絡要因の分布が両グループ間でそろるようにし、背景要因や重症度の違いなどが結果に影響を及ぼさないようにしてグループ間の比較を行った。具体的には、傾向スコア (Propensity Score) にもとづく重みつき解析法 (Inverse-Probability-of-Treatment Weighted; IPTW 法) を用いた。なお、施設によっては、すべての変数が測定されていない場合もある。解析には主として統計パッケージ SAS Ver.9.1. を用いた。

結果: 救急車搬送と比して、ドクターヘリ搬送の方が入院日数が短く、入院点数も低い結果が研究の対象にした 4 施設のすべてにおいて再現性をもって得られ、ドクターヘリの有用性が確認された。

## 背景

救急車搬送と比したドクターヘリ搬送の大きな救命効果や後遺症の削減効果は様々な研究から明らかになっている。多くの研究において、(実際はヘリ搬送であったが)仮に救急車で搬送された場合の予測値(重症度や転帰など)を専門家が推計し、ヘリ搬送での実測値と救急車搬送での予測値とを用いた比較が行われている。しかしながら、これらの研究は、その意義は高く評価されるものの、そこで用いられる予測値は、判定医の主観に委ねられる面があるため、判定基準を更に明確化するとともに、第三者的専門医の客観的な検証を受けるなど、その推定値の妥当性と信頼性を確保するための措置を必要とするが、そうした点については、今後の課題に持ち越されている。

また、ドクターヘリ搬送が実施されていなかった時期に救急車搬送された患者を比較対照としている研究も多くみられるが、時代効果等の様々な要因の影響を考慮しないかぎり、救急車搬送とドクターヘリ搬送との妥当な比較は困難である。すなわち、救急車搬送とドクターヘリ搬送とを比較するランダム化試験の実現は困難であることから、双方の患者グループの比較可能性(結果に影響を及ぼす、搬送方法以外の様々な要因の分布が両グループでそろっていること)をいかに保つか研究結果の正確性を担保する鍵となる。ドクターヘリ搬送の効果を調べるためには、比較の妥当性を増すためにも、(可能であれば同一施設で)疾患や重症度等が同じである、ドクターヘリ搬送されずに救急車搬送された患者を対照とした比較が必要である。

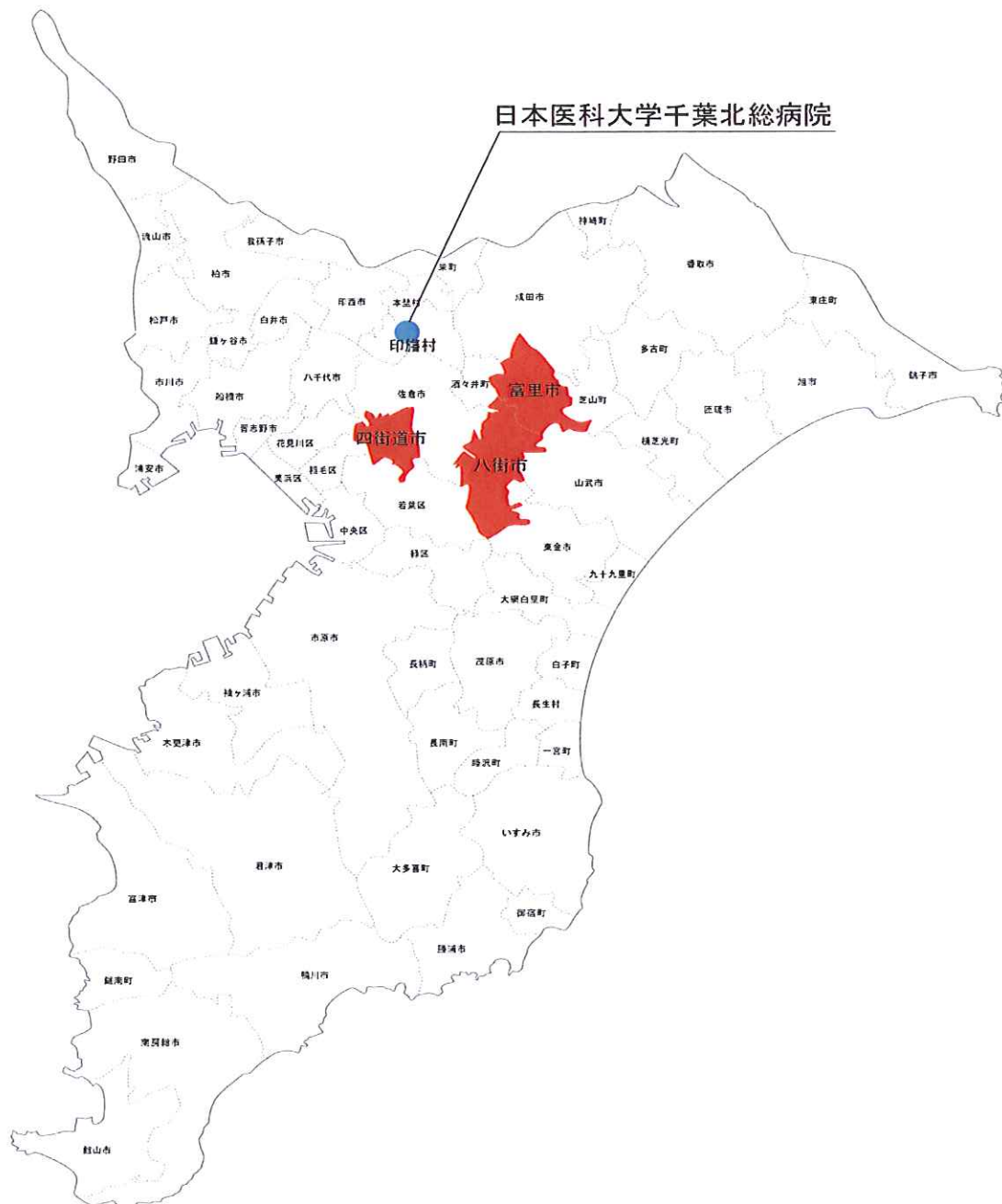
一方、ドクターヘリの効果として、医療費や在院日数等を評価項目とした医療経済学的な検討も行われるようになってきた。しかしながら、施設の平均値等を用いた検討は行われているものの、患者個人の費用に直接もつづいた検討はほぼみられていない。

そこで本研究では、ドクターヘリ事業開始から平成19年12月31日までの全国4施設(日本医科大学千葉北総病院、手稲溪仁会病院、久留米大学病院、東海大学医学部附属病院)の患者個人の費用等に関するデータにもとづき、ドクターヘリ搬送と救急車搬送の比較を行った。対象は同病院に搬送された交通事故患者(AIS3以上の損傷を1つ以上有する)とし、比較可能性を増すためヘリと救急車搬送いずれの可能性もあり得る(両者が競合する)地域で生じた事故を対象とした。特に、医療費の比較検討のため、患者個人の入院点数を用いた検討も行った。

## 日本医科大学千葉北総病院

### 対象

千葉北総病院まで救急車搬送すると時間がかかり、ドクターヘリが効果的と考えられるものの、現在もなお両方の搬送形態が在続する四街道市(ドクターヘリ13人、救急車15人)、富里市(0人、8人)、八街市(12人、20人)の各消防管内の交通事故患者68人(ドクターヘリ25人、救急車43人)を検討対象とした。



## 結果

### ・ 患者背景

性別、年齢について、ドクターヘリ搬送と救急車搬送の各グループにおける分布を示す。ドクターヘリ搬送グループの方が患者年齢の中央値が高かった。

		ドクターヘリ		救急車	
性別	男	17	68%	33	77%
	女	8	32%	10	23%
年齢	-10	2	8%	1	2%
	-20	8	32%	6	14%
	-30	0	0%	8	19%
	-40	1	4%	10	23%
	-50	2	8%	4	9%
	-60	5	20%	5	12%
	-70	2	8%	5	12%
	-80	3	12%	3	7%
	-90	2	8%	1	2%
	中央値(範囲)		46 (6, 87)		36 (5, 86)
合計		25	100%	43	100%

外傷重症度を表す Injury Severity Score (ISS、高い方が重症、0-75 の値をとる)、現場血圧、現場脈拍数、現場呼吸数、現場 Japan Coma Scale (JCS、意識障害の深度(意識レベル)分類)の分布を示す。収縮期血圧と拡張期血圧のいずれもドクターヘリグループが中央値が高かった。

	ドクターヘリ	救急車
ISS	17 (9, 66)	22 (9, 75)
収縮期血圧	125 (50, 172)	114 (0, 167)
拡張期血圧	78 (47, 157)	65 (0, 122)
脈拍数	80 (58, 160)	86 (0, 144)
呼吸数	20 (10, 40)	22 (0, 40)
JCS		
0	20%	22%
I-1	12%	20%
I-2	4%	12%
I-3	12%	5%
II-10	16%	7%
II-20	0%	5%
II-30	4%	0%
III-100	4%	2%
III-200	20%	7%
III-300	8%	20%

\* 中央値(範囲)

・ ドクターヘリと救急車の比較

事故発生地域、性別、患者年齢(10歳刻み)、現場JCS(0/I/II/III)、現場血圧、現場呼吸数、ISSで調整した(結果に影響を及ぼす重要な要因の分布をドクターヘリグループと救急車グループとでそろえたうえで比較した)結果を示す。これらの要因を考慮した結果、救急車搬送に比してドクターヘリ搬送グループの方が、入院日数が18日短く、入院点数も11万点低い結果が得られ、交通事故患者に対するドクターヘリ搬送の有用性が示唆された結果となった。

評価項目	ドクターヘリ	救急車	差
RTS	6.8 (0.4)	7.0 (0.2)	-0.3 (0.4)
TRISS	85.5 (4.5)	87.6 (3.9)	-2.1 (6.0)
入院日数	21.3 (5.1)	39.0 (6.7)	-17.8 (8.4)
入院点数	132595(25658)	248720 (45660)	-111128 (54339)

\* 平均 (SE)



手稲溪仁会病院

対象

小樽市、石狩市の交通事故患者 43 人(ドクターヘリ 12 人、救急車 31 人)を検討対象とした。



## 結果

### ・ 患者背景

性別、年齢について、ドクターヘリ搬送と救急車搬送の各グループにおける分布を示す。ドクターヘリ搬送グループの方が患者年齢の中央値が高かった。

		ドクターヘリ		救急車	
性別	男	9	75%	24	77%
	女	3	25%	7	23%
年齢	-10	0	0%	2	6%
	-20	0	0%	1	3%
	-30	1	8%	7	23%
	-40	2	17%	6	19%
	-50	3	25%	3	10%
	-60	2	17%	5	16%
	-70	3	25%	2	6%
	-80	1	8%	3	10%
	-90	0	0%	1	3%
	91-	0	0%	1	3%
	中央値(範囲)		51 (27, 76)		40 (7, 93)
合計		12	100%	31	100%

現場での臨床パラメータの分布を示す。収縮期血圧、拡張期血圧、呼吸数について、ドクターヘリグループが中央値が高かった。

		ドクターヘリ	救急車
ISS		16 (9, 25)	13 (9, 50)
収縮期血圧		134 (80, 175)	115 (60, 225)
拡張期血圧		72 (50, 100)	70 (0, 122)
脈拍数		79 (58, 130)	84 (54, 170)
呼吸数		23 (12, 38)	20 (12, 48)
GCS		14 (3, 15)	14 (3, 15)
JCS	0	33%	35%
	I-1	33%	3%
	I-2	0%	19%
	I-3	0%	3%
	II-10	17%	13%
	II-20	0%	0%
	II-30	0%	6%
	III-100	0%	6%
	III-200	8%	3%
	III-300	8%	10%

\* 中央値 (範囲)

・ ドクターヘリと救急車の比較

性別、年齢(-64/65-)、ISS、現場収縮期血圧、現場拡張期血圧、現場脈拍数、現場呼吸数、現場 GCS、現場 JCS(0/I/II/III)で調整した結果を示す。これらの要因を考慮した結果、救急車搬送に比してドクターヘリ搬送グループの方が、入院日数が 8 日短く、入院点数も 10 万点低い結果が得られ、交通事故患者に対するドクターヘリ搬送の有用性が示唆された結果となった。

評価項目	ドクターヘリ	救急車	差
RTS	7.7 (0.2)	7.1 (0.3)	0.6 (0.3)
TRISS	96.0 (0.9)	87.9 (4.2)	8.1 (4.2)
入院日数	35.1 (6.9)	43.3 (5.0)	-8.3 (8.5)
入院点数	203362 (61745)	302258 (63711)	-98896 (88722)

\* 平均 (SE)

## 久留米大学病院

### 対象

救急車搬送とドクターヘリ搬送の両方の搬送形態が存在する朝倉市(ドクターヘリ 19 人、救急車 1 人)、うきは市(18 人、3 人)、筑紫野市(3 人、4 人)、太刀洗町(12 人、1 人)、大木町(6 人、1 人)の各消防管内の交通事故患者 68 人(ドクターヘリ 58 人、救急車 10 人)を検討対象とした。



## 結果

### ・ 患者背景

性別、年齢について、ドクターヘリ搬送と救急車搬送の各グループにおける分布を示す。ドクターヘリ搬送グループの方が患者年齢の中央値が高かった。

		ドクターヘリ		救急車	
性別	男	40	69%	8	80%
	女	18	31%	2	20%
年齢	-10	5	9%	0	0%
	-20	8	14%	2	20%
	-30	2	3%	4	40%
	-40	5	9%	0	0%
	-50	5	9%	0	0%
	-60	11	19%	0	0%
	-70	12	21%	2	20%
	-80	8	14%	2	20%
	-90	2	3%	0	0%
	91-	0	0%	0	0%
	中央値(範囲)		53 (3, 86)		28 (18, 71)
合計		58	100%	10	100%

現場での臨床パラメータの分布を示す。ISS、GCS の分布より、救急車搬送グループの重症度が高く、意識障害も大きいことがわかる。

		ドクターヘリ	救急車
ISS		17 (9, 75)	35 (19, 51)
収縮期血圧		124.5 (15, 200)	128.5 (105, 223)
拡張期血圧		72 (30, 115)	82 (40, 133)
脈拍数		90 (61, 192)	83.5 (54, 134)
呼吸数		24 (15, 60)	27 (12, 65)
GCS		14 (3, 15)	7.5 (3, 15)
JCS	0	41%	0%
	I-1	16%	40%
	I-2	3%	0%
	I-3	2%	0%
	II-10	16%	0%
	II-20	2%	0%
	II-30	5%	10%
	III-100	7%	10%
	III-200	5%	20%
	III-300	3%	20%

\* 中央値(範囲)

・ ドクターヘリと救急車の比較

性別、年齢(-64/65-)、ISS、現場収縮期血圧、現場拡張期血圧、現場脈拍数、現場呼吸数、現場GCS、現場JCS(0-I/II/III)で調整した結果を示す。これらの要因を考慮した結果、救急車搬送に比してドクターヘリ搬送グループの方が、入院日数が6日短く、入院点数も8万点低い結果が得られ、交通事故患者に対するドクターヘリ搬送の有用性が示唆された結果となった。

評価項目	ドクターヘリ	救急車	差
RTS	6.2 (0.4)	5.6 (0.6)	0.7 (0.7)
TRISS	71.4 (7.9)	62.1 (8.9)	9.3 (11.9)
入院日数	13.2 (1.7)	19.1 (4.8)	-5.9 (5.0)
入院点数	255546 (35670)	340387 (71060)	-84841 (79510)

\* 平均 (SE)

## 東海大学医学部附属病院

### 対象

交通事故患者 66 人(ドクターヘリ 21 人、救急車 45 人)を検討対象とした。  
(今回対象としたデータの事故発生地区は小田原の 1 箇所のみ)



## 結果

### ・ 患者背景

性別、年齢について、ドクターヘリ搬送と救急車搬送の各グループにおける分布を示す。

		ドクターヘリ		救急車	
性別	男	16	76%	30	67%
	女	5	24%	15	33%
年齢	-10	0	0%	2	4%
	-20	2	10%	0	0%
	-30	4	19%	12	27%
	-40	2	10%	5	11%
	-50	2	10%	4	9%
	-60	5	24%	6	13%
	-70	4	19%	7	16%
	-80	2	10%	6	13%
	-90	0	0%	3	7%
	91-	0	0%	0	0%
中央値(範囲)		51 (13, 79)		50 (5, 88)	
合計		21	100%	45	100%

現場での臨床パラメータの分布を示す。

	ドクターヘリ	救急車
ISS	13 (9, 34)	13 (9, 38)
収縮期血圧	122 (80, 171)	127 (40, 200)
呼吸数	22 (14, 36)	24 (12, 38)
GCS	15 (6, 15)	15 (3, 15)

\* 中央値 (範囲)

### ・ ドクターヘリと救急車の比較

他の施設と同様に、性別、年齢、ISS、現場収縮期血圧、現場拡張期血圧、現場脈拍数、現場呼吸数、現場 GCS、現場 JCS で調整を試みたかったが、測定されている変数が限られているため、性別、年齢(-64/65-)、現場 ISS、現場収縮期血圧、現場呼吸数、現場 GCS のみにて調整した結果を示す。これらの要因を考慮した結果、救急車搬送に比してドクターヘリ搬送グループの方が、入院日数が4日短く、入院点数も5千点低い結果が得られ、交通事故患者に対するドクターヘリ搬送の有用性が示唆された結果となった。



評価項目	ドクターヘリ	救急車	差
RTS	7.6 (0.2)	7.5 (0.1)	0.1 (0.2)
TRISS	95.5 (1.5)	92.2 (2.3)	3.3 (2.8)
入院日数	19.8 (4.1)	23.5 (3.6)	-3.8 (5.5)
入院点数	178771 (49341)	183427 (28533)	-4656 (56997)

\* 平均 (SE)

## 考察

ドクターヘリは従来の救急車やドクターカーに比べ、病院前救護における治療開始や搬送時間を大幅に短縮することができ、特に重症患者の救命率の向上や後遺症の軽減に大きく貢献することがいくつかの研究から明らかとなっている。しかしながら、それらの研究においては、方法論的にいくつかの限界があった。その限界のひとつは、ドクターヘリ搬送と従来の救急車搬送との比較可能性に関してである。ランダム化試験が行えない以上、これらの比較は観察研究にたよらざるを得ないが、ドクターヘリが導入されている地域においては重症患者にドクターヘリが優先されることから、ある特定の患者に対して両者が同様に選択される可能性は小さい。説明の仕方を変えれば、同じ予後をもつ患者であれば、ドクターヘリか救急車かいずれかで搬送するかは一方に決まってしまう可能性が大きい。そのため、ドクターヘリで搬送した場合と救急車で搬送した場合の両方のデータが存在することはまれである。そこで、これまでの研究においては、ドクターヘリで搬送された患者が救急車で搬送された場合に予後はどうなったかという推計値をもって両者を比較するという手法が取られた。しかし、その予測には判定医の主観が入り込む余地があるため、判定基準の更なる明確化を図るとともに、事後的に、第三者的な専門医による検証を受ける必要があるが、そうした点は、今後の課題として持ち越されている。

また、過去にドクターヘリが導入されていなかった時期のデータを対照に用いる研究も行われているが、ここにも、時代効果等の様々な要因の影響を考慮しきれていないという問題がある。そこで、本研究では、日本医科大学千葉北総病院、手稲溪仁会病院(北海道)、久留米大学病院および東海大学医学部附属病院について、ある特定の患者に対してドクターヘリと救急車が両方利用される(競合する)可能性がある消防管内のデータを用いて比較を行うこととした。これにより、専門家による予測や過去のデータを用いずにドクターヘリ搬送と救急車搬送との比較が可能となった。ただし、そのような対象を選択したとしても、両搬送間で背景要因や重症度など予後に影響を与える重要な要因の分布に差が認められる可能性がある。本研究では、事故発生地域、性別、患者年齢、現場JCS、現場血圧、現場呼吸数、ISS等の重要な要因を可能な限り両搬送間でそろえて比較を行うことで、ドクターヘリの救急車に対する有用性について検討が可能となった。

その結果、研究の対象としたすべての施設のデータから、救急車搬送に比してドクターヘリ搬送グループの方が入院日数が4-18日短く、入院点数も0.5-11万点低いことが明らかになり、妥当かつ再現性のある結果が得られた。

ドクターヘリ搬送グループでの入院日数が短く、入院点数も低いのは、受傷から医師の治療開始までの時間が短く、また、患者搬送中にヘリコプターの中から搭乗医が搬送先病院のスタッフに必要な検査や治療を指示することが可能なため、手術やカテーテル治療など、根本的治療を開始するまでの時間が短いことによる効果であると考えられる。HEM-Net 研究報告書「交通外傷患者のヘリ搬送例分析から見た航空救急医療体制確立に関する研究」(2004年

6月発行)では既に、ドクターヘリは、従来の救急車搬送と比較して、医師による治療開始までの時間を平均 27.2 分短縮したことを報告している。よく知られたカーラーの曲線では、大量出血の事例では 30 分放置すれば半数が死亡すると言われる。即ち、交通事故による内臓損傷のため大量出血を来している患者では、受傷から1時間近く放置された場合には、その殆どが心停止に陥ってしまい、救命は極めて困難である。しかしながら、受傷から 30 分以内に治療が開始されるのであれば、その半数以上は生命徴候を有していることから、適切な診断・治療により救命の可能性が十分残されている。このように、受傷から短時間の内に適切な診断・治療を行うことにより救命の可能性が増加することはこれまでたびたび指摘されてきた。しかしながら、今回の研究では、単なる医学的効果だけでなく、入院日数と入院点数という医療経済的な側面に関しても、救急車搬送に対するドクターヘリ搬送の有用性が研究の対象にしたすべての施設で、再現性をもって示唆されるという画期的な研究成果が得られた。

なお、今回の研究の限界として、ドクターヘリの生存率や社会復帰率の改善効果については検討しておらず、また、初期治療、或いは病院での緊急検査や根本的治療開始までの時間短縮効果についても検討していないことが挙げられる。一部の施設において、結果に影響を及ぼすと考えられる現場での臨床パラメータの一部が測定されていない点も本研究の限界である。

## **結論**

救急車搬送に比してドクターヘリ搬送の方が、入院日数が短く入院点数も低い結果が研究の対象にしたすべての施設において再現性をもって得られ、交通事故患者に対するドクターヘリ搬送の有用性が確認された。

この研究は(財)救急振興財団の「救急に関する調査研究事業助成」を受けて行ったものである。