

3次救急医療における 病院収容時間の短縮効果に関する分析と考察

小島 雅貴¹・高山 純一²・藤生 慎³・稲葉 英夫⁴

¹学生会員 金沢大学大学院 自然科学研究科環境デザイン学専攻 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:spindletree@stu.kanazawa-u.ac.jp

²フェロー 金沢大学教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学准教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:fujii@se.kanazawa-u.ac.jp

⁴非会員 金沢大学教授 医薬保健研究域医学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail:hidinaba@med.kanazawa-u.ac.jp

病院収容時間短縮のための方策について実務レベルで考える際、短縮効果を定量的に評価しておく都合がよい。そのため本研究では、病院収容時間と患者の予後の関係を表すモデルを構築する。石川県の救急搬送データから脳梗塞症例を抽出し、病院収容時間と入院1か月後生存率との関係を2項ロジスティック回帰分析を用いて明らかにした。分析の結果、病院収容時間が短いほど生存率は高くなるという関係性を確認し、さらに、病院収容時間の短縮効果は58分付近の症例で最大となることを確認した。次に、病院収容時間を分解し、救急隊の現場滞在時間や病院への搬送に要した時間などの成分ごとに生存率への影響を分析した。その結果、地方部ほど救急車の走行時間が延び生存率は下がること、現場での長時間滞在ケースでは生存率が高くなることを確認した。

Key Words : emergency care, emergency transportation, transportation time, survival rate

1. はじめに

救急自動車による全国の救急出動件数は増加傾向にある(図-1)。さらに、救急車による現場到着時間及び病院収容時間も年々延伸している(図-2)。また、3次救急医療機関は都市部に集中する傾向があり、これを擁する都市部とそうでない地方部では救急医療サービスに格差が生じるといった問題もある。高齢化により今後も救急需要は増加するであろうから、救急搬送の所要時間短

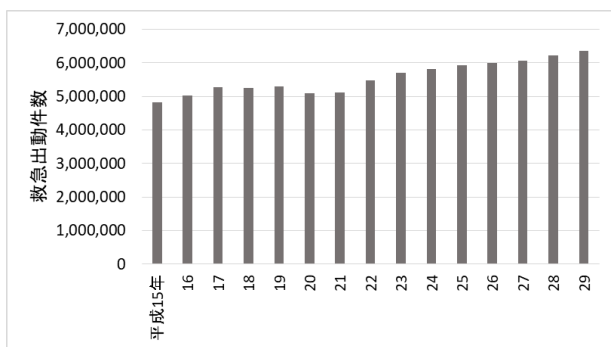


図-1 救急出動件数の推移

縮はわが国救急医療の喫緊の課題と言える。

病院収容時間短縮の方策としては道路整備やドクターヘリの導入があるが、これらの方策について実務レベルで考える際、短縮効果を定量的に評価しておく都合がよい。そのため本研究では、病院収容時間と患者の入院1か月後(生存退院、入院中、死亡)の関係を表すモデルを構築する。そして、病院収容時間短縮のための効果的な方策に関する示唆を得ることを目的としている。

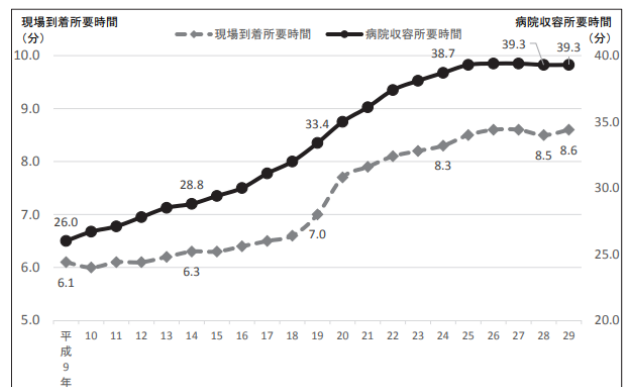


図-2 現場到着時間及び病院収容時間の推移¹⁾

2. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

実際の救急搬送データを用いて、搬送時間と患者の予後の関係に関する研究を行ったものは少ない。そもそも救急搬送データを活用した研究自体が多くなく、後述する3本の論文は、いずれも2000年代前半の九州における救急搬送データを分析したものである。

2006年に鮎川ら²⁾は病院収容時間と患者の退院率に関する研究を報告している。鮎川らは、九州の6つの病院に救急搬送された急性心筋梗塞及び不安定狭心症、くも膜下出血、脳梗塞、脳出血、消化管出血、大動脈解離の7疾患について集計し、病院収容時間と予後との関連を統計解析した。これらの疾患 5,247 症例のうち、入院後 30 日目の生存、自宅退院が確認でき、現場から直接搬送された患者で重症度分類できたものは 1,057 例（急性心筋梗塞 201 例、不安定狭心症 49 例、くも膜下出血 217 例、脳梗塞 405 例、脳出血 114 例、消化管出血 45 例、大動脈解離 26 例）であった。結果として、急性心筋梗塞重症例（Forrester 分類 IV 群）においては、病院収容時間と入院後 30 日目の自宅退院率との比率の検定で、病院収容時間が短ければ自宅退院率が高いことを示した。急性心筋梗塞軽症及び中等症、その他の疾患では、病院収容時間との間に明らかな関係はみられず、覚知時間の遅れなどが影響した可能性を示唆した。

また、2009年に鮎川ら³⁾は病院収容時間と患者の生存率に関する研究を報告している。九州の9つの急性期病院で急性心筋梗塞、クモ膜下出血、脳梗塞、脳出血、大動脈解離の5疾患と多発外傷の現場からの救急車搬送症例を集計し、有効症例 1,310 例であった。病院収容時間 40 分以内の症例を、病院収容時間 30 分で 2 分割したデータグループで比率の差の検定および無相関の検定を行い、2通りの検定どちらか一方で有意であった症例は有意とみなしている。結果として、急性心筋梗塞の重症と中等症、脳梗塞の中等症と軽症、大動脈解離のスタンフォード A および B 型、ISS18 以上の多発外傷症例では、病院収容時間が短いほど、入院 30 日目の生存率が高くなることを確認した。

2010年には大枝ら⁴⁾は鮎川ら³⁾が行った病院収容時間と生存率の関係の研究で用いたデータを使ってロジットモデルの構築を試みた。急性心筋梗塞、大動脈解離、脳

梗塞のモデルの再現性が高く、病院収容時間に関する変数の t 値も高い結果となった。

本研究では、石川県の救急搬送データを用いて、大枝らと同様に病院収容時間と生存率に関するロジットモデルを構築する。なお、既往研究では患者一人一人の属性あるいは重症度合いを表す変数として年齢や初診時程度が用いられているが、本研究ではそれに加え、救急隊到着時意識レベルを変数として用いる。到着時意識レベルは患者の予後に大きな影響を与えることが予想されるため、これを変数として投入することで、より実情を反映したモデルとなることが期待できる。また、病院収容時間とは救急搬送の総所要時間のことを指すが、これを分解し、救急隊が現場に滞在した時間や病院への搬送に要した時間などの成分ごとに生存率への影響を分析する。これは例えば、病院収容時間が40分の症例が2例あり現場に長く滞在した症例と搬送に時間を要した症例であった場合、40分の病院収容時間が生存率に与える影響の意味合いが異なると考えるためである。

3. 分析データ

本研究で用いるデータは、2014年10月~2016年9月の2年間の石川県における救急搬送データである。金沢市のみ2015年10月~2016年9月の1年間分となっている。データ総数は約6万件。表-1に救急搬送データの一例を、次ページの表-2に消防本部別データ期間とデータ数を示した。なお、救急搬送データの一例で示しているデータ項目は実際の項目の一部である。

分析対象疾患は既往研究に倣い検討したが、最もデータ数が多く確保できた脳梗塞とした。脳梗塞は日本人の死亡原因の中でも上位であり、また、後遺症を残して患者が寝たきりとなることが多く、迅速な救急搬送が必要となる。石川県の医療計画によると、脳梗塞の外科的治療が可能な医療機関は県内に18施設あり、うち4施設が比較的高度な診療機能を有する3次救急医療機関である。そしてこの18施設の地理的配置の偏りから、石川県内の救急医療サービスには地域格差が生じているという現状がある。

表-1 救急搬送データの一例

消防本部	発生日	年齢	性別	主訴	病歴	かかりつけ医療機関	発生状況		
小松市消防本部	2016/6/13	78	女	胸のしめつけ感	高血圧	小松市民病院	バス内で急に胸部の絞扼感を訴えたもの		
発生場所	発生市町村	目撃者	発症時刻	通報者	内服薬	入電時刻	出場時刻	現着時刻	
バス内	小松市	本人	15:25:00	第三者	降圧剤	15:37:54	15:39:07	15:44:33	
接触時刻	現場出発時刻	病院到着時刻	症状	救急隊判断	受け入れ医療機関	傷病名	程度	1ヶ月後	
15:44:49	15:58:11	16:03:44	胸部絞扼感	狭心症疑い	小松市民病院	過労、脱力症	軽症	生存退院	

表-2 消防本部別データ機関とデータ数

消防本部名	データ期間	年数	データ数
金沢市消防局	2015/10～2016/9	1	15,138
白山野々市広域事務組合消防本部	2014/10～2016/9	2	9,945
小松市消防本部	2014/10～2016/9	2	7,143
加賀市消防本部	2014/10～2016/9	2	5,898
七尾鹿島消防本部	2014/10～2016/9	2	5,587
奥能登広域圏事務組合消防本部	2014/10～2016/9	2	5,084
羽咋郡市広域事務組合消防本部	2014/10～2016/9	2	3,914
能美市消防本部	2014/10～2016/9	2	3,357
かほく市消防本部	2014/10～2016/9	2	1,948
津幡町消防本部	2014/10～2016/9	2	1,903
内灘町消防本部	2014/10～2016/9	2	1,191
計			61,108

表-3 初診時程度別1か月予後のデータ数

初診時程度	1か月予後	データ数
軽症	退院	95
	入院中	0
	死亡	0
	不明	58
	計	153
中等症	退院	492
	入院中	23
	死亡	8
	不明	224
	計	747
重症	退院	237
	入院中	434
	死亡	29
	不明	153
	計	853
死亡	退院	1
	入院中	0
	死亡	0
	不明	0
	計	8
総計		1761

E: eye opening (開眼)

- 4点 自発的に開眼
- 3点 呼びかけにより開眼
- 2点 痛み刺激により開眼
- 1点 痛み刺激でも開眼しない

V: best verbal response (最良言語機能)

- 5点 見当識あり
- 4点 混乱した会話
- 3点 不適当な発語
- 2点 理解不明の音声
- 1点 発語なし

M: best motor response (最良運動反応)

- 6点 命令に応じる
- 5点 疼痛部位を認識する
- 4点 痛み刺激から逃避する
- 3点 痛み刺激に対して屈曲運動を示す
- 2点 痛み刺激に対して伸展運動を示す
- 1点 痛み刺激に対して反応なし

図-3 GCS(Glasgow Coma Scale)の得点表⁹⁾

収集した脳梗塞症例は 1761 症例。そのうち、データ項目の搬送形態（直接搬送・転院搬送・転送・ヘリ搬送）、傷病名、各時刻（入電・出場・現場到着・接触・現場出発・病院到着）、初診時程度（死亡・重症・中等症・軽症）、1か月予後（死亡・入院中・生存退院）が漏れなく判明しており、かつ、搬送形態が直接搬送のデータ、程度が重症のデータ、患者が搬送中に心肺停止状態に陥っていない 540 症例を有効データとした。表-3に脳梗塞症例の初診時程度別1か月予後のデータ数を示す。

4. 病院収容時間と生存率の分析

病院収容時間の長短が生存率に与える影響を定量的に評価するため、2項ロジスティック回帰分析を行う。目的変数は1か月予後が退院、入院中のものを1、死亡のものを0とする。投入する変数は年齢、GCS_{total}、病院収容時間の3変数である。なお、変数選択は増減法とし、P値の基準を0.2とする。ここで、GCS(Glasgow Coma Scale)とは、世界的に広く使用され、世界標準となっている意識レベルの評価指標である。開眼、最良言語機能、最良運動反応の3視点からなり、GCS_{total}はこれらの合計得点である。点数が低いほど患者の重症度・緊急度が高いことを示す。最低得点は3となる（図-3）

表-4 投入した変数の基本統計量

変数	n	平均	不偏分散	標準偏差	最小値	最大値
年齢	540	77.133	156.309	12.502	29.000	101.000
病院収容時間	540	33.687	140.869	11.869	12.800	155.900
GCStotal	540	12.563	10.362	3.219	3.000	15.000

表-5 変数選択の結果

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	オッズ比	Wald	P 値	*: P<0.05 **: P<0.01
病院収容時間	-0.0247	0.0123	-0.2935	0.9756	4.0303	0.0447	*
GCStotal	0.3136	0.0535	1.0086	1.3684	34.3596	0.0000	**
定数項	0.4996	0.6762		1.6480	0.5458	0.4600	

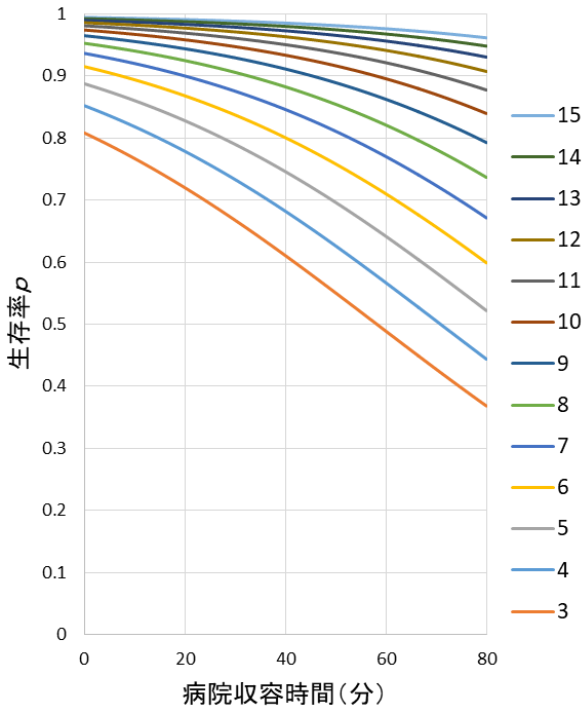


図-4 GCStotal別の生存率曲線

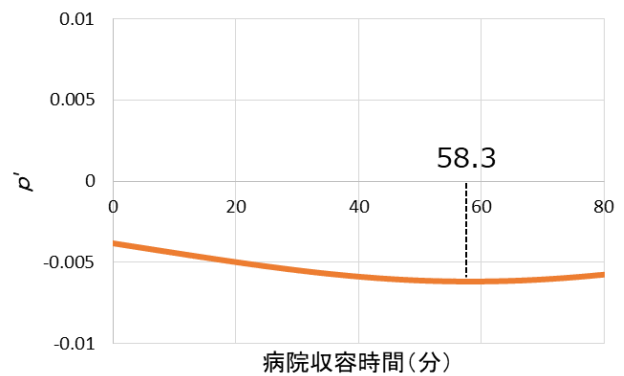


図-5 生存率曲線の傾き

分析対象データ540例のうち生存例は514例、死亡例は26例である。表-4に投入した変数の基本統計量を、表-5に変数選択の結果を示す。病院収容時間、GCStotalが有意であった。

ロジスティック回帰式は

$$l = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = -0.0247x_1 + 0.3136x_2 + 0.4996$$

$$p = \frac{1}{1 + \exp(0.0247x_1 - 0.3136x_2 - 0.4996)}$$

l: ロジット p: 生存率 x_1 : 病院収容時間 x_2 : GCStotal

GCStotal別に生存率曲線を描いた(図-4)。得点が低いほど、病院収容時間は生存率に強く影響している。

pを x_1 で微分する。

$$p' = -\frac{0.0247 \times \exp(0.0247x_1 - 0.3136x_2 - 0.4996)}{\{1 + \exp(0.0247x_1 - 0.3136x_2 - 0.4996)\}^2}$$

そして、GCStotalが3の症例について、 p' と病院収容時間の関係を図-5に示す。 p' は58.3分で最小となる。

5. 病院収容時間の成分分解

次に、病院収容時間を分解し、救急隊が現場に滞在した時間や病院への搬送に要した時間などの成分ごとに生存率への影響を分析する。救急搬送は時系列順に、入電、出場、現場到着、接触、現場出発、病院到着という段階があり、それぞれの所要時間を成分と見なすと、5つの成分から成る。患者の予後に与える影響は、この成分ごとに異なるのではないかという仮説をもとに分析を行う。まず、主成分分析を行い、成分の構成の特徴を見つけ、得られた主成分得点を説明変数として、4章と同様に2項ロジスティック回帰分析を行う。

主成分分析の基本統計量（表-6），固有値表（表-7），主成分負荷量（表-8）を示す。固有値が1を上回る主成分3までを採用した。また，主成分1~3の主成分負荷量を図-6~図-8に示す。

各主成分が生存率に与える影響を定量的に評価するため，2項ロジスティック回帰分析を行う。4章と同様に，目的変数は1か月後が退院，入院中のものを1，死亡のものを0とする。投入する変数は年齢，GCStotal，主成分1~3の5変数である。なお，変数選択は増減法とし，P値の基準を0.2とする。

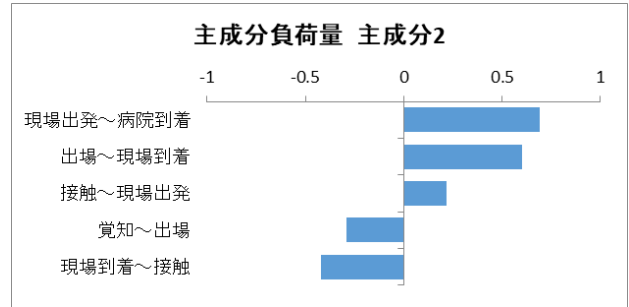


図-7 主成分2の主成分負荷量

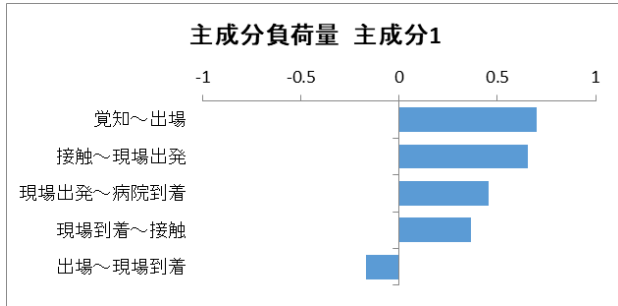


図-6 主成分1の主成分負荷量

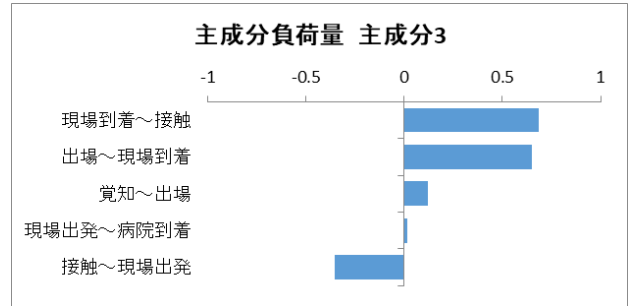


図-8 主成分3の主成分負荷量

表-6 基本統計量

変数	n	平均	不偏分散	標準偏差	最小値	最大値
覚知～出場	540	1.830	0.803	0.896	0.000	15.267
出場～現場到着	540	5.583	11.307	3.363	0.000	30.033
現場到着～接触	540	0.820	0.567	0.753	0.000	7.817
接触～現場出発	540	12.395	32.034	5.660	2.000	93.117
現場出発～病院到着	540	13.059	73.537	8.575	0.117	59.283

表-7 固有値表

主成分	固有値	寄与率	累積寄与率
1	1.283	25.67%	25.67%
2	1.149	22.99%	48.66%
3	1.035	20.70%	69.35%
4	0.802	16.04%	85.39%
5	0.730	14.61%	100.00%

表-8 主成分負荷量

変数	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5
覚知～出場	0.6986	-0.2899	0.1225	-0.5216	0.3755
出場～現場到着	-0.1695	0.6013	0.6516	0.0781	0.4231
現場到着～接触	0.3638	-0.4217	0.6855	0.3270	-0.3362
接触～現場出発	0.6545	0.2202	-0.3537	0.5850	0.2365
現場出発～病院到着	0.4540	0.6910	0.0154	-0.2736	-0.4912

表-9 投入した変数の基本統計量

変数	n	平均	不偏分散	標準偏差	最小値	最大値
年齢	540	77.133	156.309	12.502	29.000	101.000
主成分1	540	0.000	1.283	1.133	-2.739	13.251
主成分2	540	0.000	1.149	1.072	-6.226	6.327
主成分3	540	0.000	1.035	1.017	-5.570	7.112
GCStotal	540	12.563	10.362	3.219	3.000	15.000

表-10 変数選択の結果

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	オッズ比	Wald	P 値	*:P<0.05 **:P<0.01
年齢	0.0078	0.0184	0.0976	1.0078	0.1805	0.6710	
主成分1	-0.1653	0.1271	-0.1870	0.8477	1.6896	0.1937	
主成分2	-0.2766	0.1459	-0.2962	0.7584	3.5933	0.0580	
主成分3	-0.2786	0.1685	-0.2832	0.7568	2.7351	0.0982	
GCStotal	0.3128	0.0547	1.0059	1.3672	32.6662	P < 0.001	**
定数項	-0.8649	1.6273		0.4211	0.2825	0.5951	

前ページの表-9に投入した変数の基本統計量を示す。

また、表-10に変数選択の結果を示す。GCStotalのみが有意であった。主成分1~3については、偏回帰係数の符号はいずれも負であり、有意性は認められなかった。

6. 考察

4章では、病院収容時間が短いほど生存率は高くなるという関係性を確認した。さらに、生存率曲線の傾きは病院収容時間58分付近で最小となる。このことから、病院収容時間の短縮効果は58分付近の症例で最大となると言える。病院収容時間短縮のための方策について考える際、同じだけ時間を短縮するとすると、短縮効果は地域により異なることが分かった。

5章では、3つの主成分とその解釈が得られた。主成分1は、「出場～現場到着」を除く4成分が正に振れているため、総合的な病院収容時間の長さを表すと解釈した。主成分1の偏回帰係数の符号は負のため、やはり病院収容時間が短いほど生存率は高くなることが確認できた。主成分2は、「現場出発～病院到着」、「出場～現場到着」が大きく正に振れているが、これらは救急車の走行時間にあたる。そのため、医療機関・消防署の充実度（都市部or地方部）を表すと解釈した。主成分2の偏回帰係数の符号は負のため、地方部ほど救急車の走行時間が延び、生存率は下がることが確認できた。主成分3は、「接触～現場出発」のみ負に振れている。極端な現場での長時間滞在は患者の容体が安定していることに起因している可能性があるため、極端な現場での長時間滞在ケースを表すと解釈した。主成分3の偏回帰係数の符号は負のため、現場での長時間滞在ケースでは、生存率が高くなることが確認できた。

7. おわりに

本研究の課題として、生存率モデル構築の際、死亡例が極端に少ないため、分析の精度に不安が残るという点がある。患者の予後を生存、死亡で分けていたものを、今後は生存、入院中、死亡で分け分析を行う必要がある。

また、病院収容時間短縮のための方策を考えるにあたり、分析対象疾患は脳梗塞に加え他疾患の分析も進める必要がある。

そして、患者の予後（生存率・退院率等）に対する所要時間の短縮効果を定量的に求めたのち、救急医療の視点から効果的なまちづくり方策について考察する。

謝辞：本研究は、ISICO（石川県産業創出支援機構）からの「いしかわ創出大学連携研究プロジェクト支援事業」ならびに科学研究費補助金基盤研究(B)(代表：高山純一、課題番号：17H03322)の一環として行った研究成果の一部である。ここに記して感謝したい。

参考文献

- 1) 総務省消防庁, 平成 30 年版救急救助の現況
- 2) 鮎川勝彦, 前原潤一, 上津原甲一, 島弘志, 有村敏明, 高山隼人, 藤本昭: 救急車搬送患者の搬送時間と自宅退院率の関係, 日救急医学会誌, 2006; 17: 92-8
- 3) 鮎川勝彦, 有村敏明, 高山隼人, 中村夏樹, 前原潤一, 島弘志, 井清司, 宮城良充, 藤田尚宏, 藤本昭: 救急車搬送時間と入院 30 日目生存率の関係, 日臨救急誌, 2009; 12: 535-42
- 4) 大枝良直, 藤本昭, 角知憲: 致命的内因性疾患と多発外傷における救急車搬送時間と入院 30 日目生存率のモデルの作成, 土木計画学研究・講演集, 2010; 42: 233
- 5) 看護 roo (最終閲覧日: 2019 年 10 月 3 日), <https://www.kango-roo.com/sn/k/view/3121>

(? 受付)

ANALYSIS AND CONSIDERATION ON THE SHORTENING EFFECT OF TRANSPORTATION TIME IN TERTIARY EMERGENCY MEDICAL CARE

Masaki KOJIMA, Junichi TAKAYAMA, Makoto FUJII and Hideo INABA