

令和 2 年 5 月 31 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17064

研究課題名(和文) 小児多数傷病者に対応可能な緊急度判定ツールの開発研究

研究課題名(英文) Development of pediatric disaster triage scoring tool in Mass-casualty incident

研究代表者

問田 千晶 (Toida, Chiaki)

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：30632632

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、大規模災害時に小児多数傷病者の治療および搬送の順位を決定するための緊急度判定スコアリングツールを開発することを目的に実施した。生理学的徴候(呼吸数、脈拍数、収縮期血圧、意識レベル)、解剖学的異常所見の有無、医療的介入の有無を数値で評価し、その合計点に基づき緊急度を判定する新基準を策定した。日本外傷データベースデータを用いて新基準の有用性を検証し、新基準が小児緊急度を客観的に評価できることを示した。新基準を用いた緊急度判定が簡便に実施できるアプリケーションツールも開発した。

本研究で開発した小児緊急度判定スコアリングツールは、実用性と汎用性を検証し広く普及を目指す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、緊急度判定が困難な小児の緊急度を定量的に評価でき、かつ治療や搬送の優先順位を客観的に評価可能な小児緊急度判定スコアリングツールをアプリケーションソフトウェアとして開発した。

また、将来的に災害時に利用可能な電子トリアージタグや電子診療録への応用が期待できる。また、平時の病院前救護活動や救急初期診療にも応用が可能である。本研究は、国内未着手の分野であり、本邦における小児救急診療の質の向上および発展に繋がる基盤に資する研究と考える。

研究成果の概要(英文)： The purpose of this study was to develop a triage scoring tool to judge the ordering of transportation and treatments for large numbers of pediatric victims in the Mass-casualty incidents. The degree of urgency is determined based on the newly established Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score (PPATS) set of criteria, which compiles a total urgency score by assessing physiological signs (respiratory rate, pulse rate, systolic blood pressure, consciousness level), any identified abnormal anatomical findings, and any medical intervention(s) administered. PPATS was demonstrated to be capable of objectively evaluating the urgency of pediatric medical care. Through the study, we also developed a software application ("Pediatric Disaster Triage Scoring App") that enables simplified urgency determinations using the PPATS criteria.

In the future, we intend to verify the practicality and versatility of our app, and promote its use in Japan and overseas.

研究分野：救急医学

キーワード：災害 緊急度判定 小児多数傷病者 スコアリングツール

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2020 東京オリンピック・パラリンピックなどのマスコガザリングイベントやテロリズムによる集団災害および自然災害では複数傷病者の発生が予想される。このような医療需給に不均衡が生じる状況下では、最大多数の傷病者に最善の医療を提供するために、普通の医療とは異なる災害医療対応が必要となる。傷病者数、判定者の技能や経験値に影響されることなく、迅速、簡便、的確かつ再現性をもって傷病者の緊急度を判定し、治療や搬送の優先順位を決定することが必須とされる。

自然災害では全傷病者の約 40%は小児であると報告されており、災害弱者である小児傷病者へ対応できる医療体制の構築は急務である。しかし、小児は成長に伴い体格が大きく変化し、心拍数、呼吸数、血圧などのバイタルサインの正常範囲は体格ごとに異なるため、小児のバイタルサインに基づき緊急度を判定することは容易ではない。本邦では、緊急度判定および治療・搬送の優先順位決定のために、生理学的・解剖学的評価(Physiological and Anatomical Triage: PAT)やトリアージ用改定外傷スコア (Triage Revised Trauma Score: TRTS)を用いた判定法が普及しているが、既存の判定法には体格に応じてバイタルサインを評価できる基準はなく、小児に適用した場合には緊急度が過大評価されるといった課題が指摘されている<sup>1-3)</sup>。

体格ごとにバイタルサインの正常値が異なる小児では、判定者の技能・経験値に影響されることなく適切に緊急度を判定するためには、小児の緊急度を定量的に評価できる新たなスコアリングツールの開発が喫緊の課題である。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模災害時に発生する小児多数傷病者に対して、適切な緊急度判定にもとづき診療を提供できる小児緊急度判定スコアリングツールを開発することである。

### 3. 研究の方法

以下の 3 つの研究を行った。

研究 1. 小児多数傷病者に適用できる緊急度判定基準の策定

研究 2. 小児緊急度判定基準の妥当性の検証

研究 3. 小児緊急度判定スコアリングツールの開発

#### 研究 1. 小児多数傷病者に適用できる緊急度判定基準の策定<sup>5)</sup>

本邦で普及している既存の緊急度評価法：生理学的・解剖学的評価(PAT 基準)、トリアージ用改定外傷スコア (TRTS 基準)、および小児のバイタルサインの正常値の既報告 4)を参考に、小児緊急度を判定できる算出式を策定した。

#### 研究 2. 小児緊急度判定基準の妥当性の検証<sup>5,6)</sup>

単施設 (横浜市重症外傷センター) データを用いた検証

2014 年 4 月 1 日から 2016 年 3 月 31 日に、横浜市立大学附属市民総合医療センター高度救命救急センターへ搬入した患者を対象とした。対象患者のエントリー基準は、16 歳未満、救急外来に 3 時間以上滞在または入院、救急車で直接搬入、欠損データなし、の 4 つとした。院外心停止症例は除外した。診療録をもとに後方視的観察研究を実施し、[研究 1]で開発した新基準と既存の PAT 法・TRTS 法における最優先治療群をトリアージする精度を比較検証した。緊急治療群は ICU 入室患者と定義した。

また、新基準の算定式により算出された合計点と患者緊急度および重症度 (TRISS 法で算出した予測死亡率、人工呼吸日数、集中治療室滞在日数、入院日数)との相関関係の有無も検証した。

複数施設 (日本外傷データバンク登録) データを用いた検証

2014 年から 2016 年に日本外傷データバンクに登録された、15 歳以下の小児外傷患者を対象とした。後方視的観察研究を実施し、[研究 1]で開発した基準と既存のスコアリング基準 (TRTS 基準)とで、緊急治療群をトリアージする精度を比較検証した。また、新基準の算定式により算出された合計点と患者緊急度および重症度 (解剖学的重症度 ISS; Injury Severity Score、予測死亡率、入院日数)に相関関係の有無を検証した。

#### 研究 3. 小児緊急度判定スコアリングツールの開発

研究 1,2 で開発した「小児緊急度判定スコアリング基準」を用いて小児多数傷病者に対して 簡便に緊急度判定を実施できるツールとして、新基準の算定式を組み込んだアプリケーションソフトウェアを開発した。

## 4. 研究成果

### 研究1. 小児多数傷病者に適用できる緊急度判定基準の策定

新基準の評価項目の決定では、本邦で普及している既存の緊急度評価法：生理学的・解剖学的評価(PAT法)、トリアージ用改定外傷スコア (TRTS法)の評価項目を参考にし、新基準の評価項目は、呼吸数、脈拍数、収縮期血圧、意識レベル、解剖学的異常所見の有無、医療介入の有無、の6項目とした。新基準は、算出した合計点(0-22)から小児傷病者の緊急度を判断し、Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score (PPATS) と名付けた。

#### 年齢や体格に応じた生理学的徴候の評価

既存のトリアージ基準である PAT や TRTS を小児へ適用させた場合に緊急度をオーバートリアージしてしまう最大の原因は、成人の生理学的徴候の正常値に基づいて緊急度を判断していることである。新基準では、Pediatric Triage Tape の利点を採用することにした。小児の年齢や体格に応じて生理学的徴候の正常値を算出し、小児の年齢や体格ごと緊急度を判断した。

#### 生理学的徴候と解剖学的所見を組み合わせた評価

PAT では、生理学的徴候、解剖学的所見、受傷機転、および属性の4つの評価項目を組み合わせる緊急度と重症度を評価している。これにより、緊急度のみならず重症度も判断できる基準となっている。新基準では、生理学的徴候と解剖学的所見を組み合わせる評価する方法を採用することにした。発達段階にある小児は、とくに低年齢児は、受傷機転を明らかにできない症例が多く発生すると判断し受傷機転は評価項目から除外した。また、新基準は災害弱者である小児のみを対象としているため、災害弱者であればトリアージの優先度を1段階引き上げるといった属性についての評価も除外した。

#### 生理学的徴候の評価にもとづく点数化

TRTS では、生理学的徴候をもとにして点数を算出している。生理学的徴候(呼吸数、収縮期血圧、Glasgow Coma Score)の評価をもとに算出した点数を合計し、その合計点からトリアージ区分を判断している。新基準では、各評価項目から数値を算出し、合計点から緊急度を判断する方法を採用した。

#### 重症度の判断を目的とした医療介入の有無の評価

先行研究<sup>7)</sup>として、小児専門施設である国立成育医療研究センターで病院避難を想定した訓練を実施した。病院避難が優先される患者の多くは、体外循環、人工呼吸、吸引などの医療行為を必要としていた。新基準では、重症度を判断する項目として体外循環や人工呼吸管理といった医療介入の有無を評価する方法を採用した。

### 研究2. 小児緊急度判定基準の妥当性の検証<sup>5,6)</sup>

#### 単施設(横浜市重症外傷センター)データを用いた検証

エントリー基準を満たした137名を解析対象とした。月齢は、中央値39(四分位:19-113)であった。男児が82名で、全体の60%を占めた。PPATSの合計点は、中央値4点(四分位:2-6)であった。ICUへ入室した患者数は24名で、全体の17.5%であった。ICU入室患者の月齢は、中央値135(四分位:99-170)であった。PPATSの合計点は、中央値11点(四分位:9-13点)であった。人工呼吸期間は中央値3日(四分位:0-10日)、ICU滞在期間は中央値5日(四分位:3-13日)、入院期間は中央値15日(四分位:4-28日)であった。ICU入室時の予測生存率は中央値3.9%(四分位:1.5-5.0%)で死亡した患者はいなかった。

対象患者をICU入室患者24名とICU非入室患者113名の2群に分類し、2群間で比較した。PPATSの合計点を比較すると、ICU非入室患者と比べ、ICU患者でPPATSの合計点は高値であった[ICU入室患者のPPATS合計点の中央値11点(四分位:9-13点)対ICU非入室患者のPPATS合計点の中央値3点(四分位:2-4点),  $p < 0.01$ ]。

PPATSの基準では、真の最優先治療群を判別するために最適なカットオフ値はPPATSの合計点で6点であり、PPATSの基準を用いてトリアージした場合のPPATSの合計点が6点以上の症例を最優先治療群と判別することにした。PPATS、PAT、TRTSの基準に関して、真の最優先治療群を判別するための感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、AUCを(表1)に示した。PATとTRTSと比べ、PPATSの最優先治療群を選定する精度は最も高かった。

	感度 (%)	特異度 (%)	陽性的中率 (%)	陰性的中率 (%)	AUC	95%信頼区間	P値
PPATS	95.8	86.7	60.5	99.0	0.95	0.87-1.00	-
PAT	91.7	38.1	23.9	95.6	0.65	0.58-0.72	<0.001
TRTS	62.5	94.7	71.4	92.2	0.79	0.69-0.89	0.003

表1: PPATS、PAT、TRTSのトリアージ精度

PPATSの合計点と患者重症度の関連を検討した。PPATSの合計点とICU入室時の予測死亡率( $r^2 = 0.139$ ,  $p < 0.001$ )、PPATSの合計点と人工呼吸期間( $r^2 = 0.320$ ,  $p < 0.001$ )、PPATSの合計点とICU滞在期間( $r^2 = 0.362$ ,  $p < 0.001$ )、およびPPATSの合計点と入院期間( $r^2 = 0.308$ ,  $p < 0.001$ )は、いずれも有意に相関していた。

### 複数施設（日本外傷データバンク登録）データを用いた検証

エントリー基準を満たした 2005 名を解析対象とした。年齢の中央値は 9 歳で、男児が 72%、鈍的外傷が 97%を占めた。ICU へ入室した患者数は 1,002 名で、全体の 50%であった。ICU 入室患者の年齢は、中央値 9（四分位：6-13）であった。PPATS の合計点は、中央値 8 点（四分位：6-11 点）であった。対象患者を ICU 入室患者、1002 名と ICU 非入室患者 1,003 名の 2 群に分類し、2 群間で比較した。PPATS の合計点を比較すると、ICU 非入室患者と比べ、ICU 患者で PPATS の合計点は高値であった [ICU 入室患者の PPATS 合計点の中央値 8 点（四分位：6-11 点）対 ICU 非入室患者の PPATS 合計点の中央値 9 点（四分位：5-10 点）、 $p < 0.01$ ]。

PPATS、TRTS の基準に関して、真の最優先治療群を判別するための感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、AUC を（表 2）に示した。TRTS と比べ、PPATS の最優先治療群を選定する精度は高かった。

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	AUC	(95%CI)	P Value
PPATS	78.6	43.7	58.2	67.2	0.61	(0.59-0.63)	-
TRTS	18.4	96.5	84.0	54.2	0.57	(0.56-0.59)	.001

Muguruma © 2019 Prehospital and Disaster Medicine

表 2：PPATS と TRTS のトリアージ精度

PPATS の合計点と ICU 入室時の Injury severity score ( $r^2 = 0.353$ ,  $p < 0.001$ )、入院日数 ( $r^2 = 0.252$ ,  $p < 0.001$ )、および ICU 入室時の予測生存率 ( $r^2 = 0.369$ ,  $p < 0.001$ ) は、いずれも有意に相関していた（図 1）。

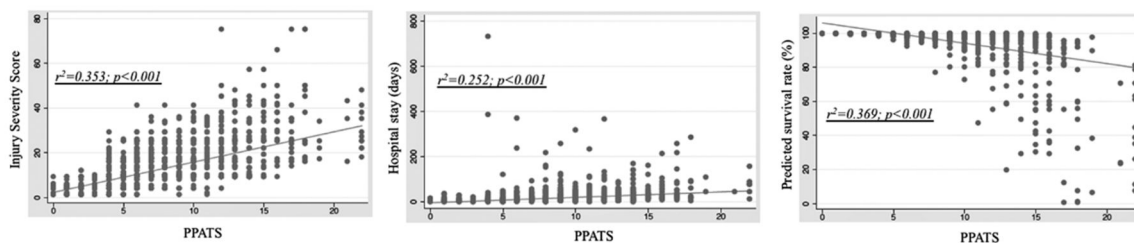


図 1： PPATS 合計点と緊急度・重症度の相関関係

この研究結果より、PPATS 基準を用いることで適切かつ客観的に小児傷病者の治療・搬送の優先順位を決定できる可能性が示唆された。

### 研究 3. 小児緊急度判定スコアリングツールの開発

[研究 1][研究 2]で開発した「小児緊急度判定スコアリング基準：PPATS」を用いて小児多数傷病者に対して簡便に緊急度判定を実施できるツールとして、新基準の算定式を組み込んだアプリケーションソフトウェア（App）を開発した。PPATS 基準を用いた緊急度判定 App には、呼吸数や脈拍数の測定を容易にするために、ピッチ計機能、および PPATS スコアの自動算出機能を付加した（図 2）。



図 2：小児緊急度判定アプリケーションツールの機能

これにより、小児の診療経験が乏しく、小児の年齢や体格に応じて生理学的徴候を判断することが苦手と感じている医療者でも、簡便かつ正確に小児傷病者の緊急度を判断できる可能性が示唆された。また、本研究で開発した「小児緊急度判定スコアリングツール」を使用した場合、傷病者ごとに PPATS スコアを算出することができるため、複数傷病者が存在する状況下において、傷病者の治療や搬送の優先順位を PPATS スコアに基づき客観的に評価できる可能性も示唆された。

今後は、本スコアリングツールの実用化にむけた操作性や視認性の検証を行い、国内・国外への広く普及をめざす。

## <引用文献>

- (1) Wallis LA, Carley S. Comparison of paediatric major incident primary triage tools. *Emerg Med J.* 2006; 23: 475-478.
- (2) Kaziel J, Meckler, Mrown L, et al. Barriers to pediatric disaster triage: a qualitative investing. *Prehosp Emerg Care.* 2015; 19: 279-286.
- (3) Gausche-Hill M. Pediatric disaster preparedness: are we really prepared? *J Trauma.* 2009; 67: s73-76.
- (4) Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet.* 2011; 377: 1011-1018.
- (5) Toida C, Muguruma T, Abe T, et al. Introduction of pediatric physiological and anatomical triage score in Mass-casualty incident. *Prehosp Disaster Med.* 2018; 33(2): 147-152.
- (6) Muguruma T, Toida C, Furugori S, et al. Validation of pediatric physiological and anatomical triage score in injured Pediatric Patients. *Prehosp Disaster Med.* 2019; 34 (4): 363-369.
- (7) Toida C, Muguruma T, Hashimoto K. Hospitals' preparedness to treat pediatric patients during mass casualty incidents. *Disaster Med Public Health Prep.* 2019; 13(3): 429-432.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Toida C, Muguruma T, Abe T, Shionhara M, Gakumazawa M, Yogo N, Shirasawa A, Morimura N.	4. 巻 33
2. 論文標題 Introduction of Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score in Mass-Casualty Incident	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Prehosp Disaster Med.	6. 最初と最後の頁 147-152
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/S1049023X18000109.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Muguruma T, Toida C, Furugori S, Abe T, Takeuchi I.	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 Validation of the Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score in injured pediatric patients	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Prehosp Disaster Med.	6. 最初と最後の頁 363-369
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/S1049023X19004552.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Toida C, Muguruma T, Hashimoto K.	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 Hospitals' Preparedness to Treat Pediatric Patients during Mass Casualty incidents.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Disaster Med Public Health Prep.	6. 最初と最後の頁 429-432
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/dmp.2018.98.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Toida C, Takeuchi I, Abe T, Hattori J, Hattori K, Takahashi K, Uchiyama M, Honda H, Nakagawa Y, Matsuda K, Asari Y, Morimura N.	4. 巻 Epub ahead of print
2. 論文標題 The Inbalance in Medical Demand and Supply for Pediatric Victims in an Earthquake.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Disaster Med Public Health Prep.	6. 最初と最後の頁 672-676
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1017/dmp.2018.127.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 問田千晶
2. 発表標題 小児多数傷病者に対する新診療システム
3. 学会等名 第25回 日本災害学会総会・学術集会、パネルディスカッション
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Chiaki Toida
2. 発表標題 Life support and transport of disaster victims
3. 学会等名 Respiratory Care Indonesia 2019, Lecture (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Chiaki Toida
2. 発表標題 Validation of the Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score in pediatric patients with burn injury
3. 学会等名 World Association for Disaster and Emergency Medicine 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 問田千晶
2. 発表標題 災害時における小児重症傷病者トリアージの課題
3. 学会等名 日本集団災害医学会, シンポジウム
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 問田千晶
2. 発表標題 災害時の医療の需給均衡指標の定量化
3. 学会等名 日本救急医学会, 教育講演 (招待講演)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 Chiaki Toida
2. 発表標題 Validation of the Pediatric Physiological and Anatomical Triage Score in Mass-casualty Incident
3. 学会等名 The 14th Asia Pacific Conference on Disaster Medicine (国際学会)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 Chiaki Toida
2. 発表標題 Introduction of Pediatric Physiologic and Anatomical Triage Score in Mass-casualty Incident
3. 学会等名 World Association for Disaster and Emergency Medicine, Webinar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年 ~ 2019年

1. 発表者名 問田千晶
2. 発表標題 大規模災害時の小児医療体制を考える 新小児用災害二次トリアージ基準の応用
3. 学会等名 日本臨床救急医学会, 一般口演
4. 発表年 2018年 ~ 2019年



1. 発表者名 問田千晶
2. 発表標題 小児周産期領域における災害対策：大規模災害における重症小児傷病者対応の課題と対策
3. 学会等名 日本集団災害医学会，ワークショップ
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 問田千晶，六車崇，篠原真史，嶽間澤昌泰，白澤彩，森村尚登
2. 発表標題 小児用災害二次トリアージ基準の開発と検証
3. 学会等名 第22回 日本集団災害医学会総会・学術集会
4. 発表年 2017年～2018年

1. 発表者名 問田千晶，六車崇，古家信介
2. 発表標題 大規模災害等における小児傷病者対応の課題整理と対策
3. 学会等名 第31回 日本臨床救急医学会総会・学術集会
4. 発表年 2017年～2018年

1. 発表者名 問田千晶，六車崇，竹内一郎，森村尚登
2. 発表標題 大規模災害における重症小児傷病者対応の課題と対策
3. 学会等名 第23回 日本集団災害医学会学術集会・総会
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 問田千晶, 六車崇, 篠原真史, 嶽間澤昌泰, 余湖直紀, 竹内一郎
2. 発表標題 大規模災害時の小児医療体制を考える：新小児用災害二次トリアージ基準の応用
3. 学会等名 第21回 日本臨床救急医学会総会・学術集会
4. 発表年 2018年～2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	六車 崇 (Muguruma Takashi)  (50330569)	横浜市立大学・医学部  (22701)	
研究協力者	嶽間澤 昌泰 (Gakumazawa Masayasu)	横浜市立大学・医学部  (22701)	