

令和4年度 一般財団法人救急振興財団 調査研究事業助成

救急隊病院選定における血中乳酸値の有用性についての検討

(前方視的検討)

最終報告書

2023年3月

研究代表者 : 三重大学医学部附属病院 救命救急・総合集中治療センター
救急救命士 富田 泰成

共同研究者 : 三重大学医学部附属病院 救命救急・総合集中治療センター
准教授 金子 唯

三重大学医学部附属病院 救命救急・総合集中治療センター
センター長・教授 今井 寛

はじめに

救急隊はその活動の中で3次・2次救急と呼ばれる救急傷病者に対応している。3次救急は重症かつ救命救急センターなどで対応すべき傷病者、2次救急はより軽症かつ一般救急医療機関で対応可能な傷病者であり、その判断を行いつつ救急隊は搬送先を決定している。その方法は傷病者に聴取した症状や観察した結果などであり、測定数値による評価は血糖値のみである。

血中乳酸値は循環不全・呼吸不全などの酸素不足による、嫌気性代謝で上昇し、病院内では重症度判定の指標とされており、近年、乳酸値測定は血糖測定と同じく簡易測定も可能である。諸外国では、救急隊による乳酸値測定が施行されており、処置を行う際の指標となり、有用性が示唆されている。ただし乳酸値測定が日本の救急システム、特に3次・2次救急判断に有用であるか否かはわからない。

今回“血中乳酸値測定が重症度評価として救急隊病院選定に寄与する”ことを仮説とし有用性を検討した。

目的

救急隊の救急現場活動上での、3次・2次救急適応の判断において、血中乳酸値がその補助所見として有用かを検討する。

方法

救急隊による現場での乳酸値測定による評価を目標として、本研究では救急外来受診時の血中乳酸値をその代替えとして用いることで検討した。

2020 年度に施行した後方視研究¹により救急隊判断 2 次救急適応の症例において、最終判断 3 次救急適応かつ乳酸値上昇を認めた症例が存在し、今回、前向き検討を企画した。

対象は 2022 年 4 月から 2023 年 1 月までに三重大学医学部附属病院へ救急搬送され、救急隊で 3 次・2 次救急適応の判断が施行された現場救急症例。普段血中乳酸値測定が施行されている成人症例を対象とし、前向きに情報収集を行った。収集情報として、傷病内訳、年齢、性別、Japan coma scale (JCS)、血圧、心拍数、呼吸数、経皮酸素飽和度、血中乳酸値、救急隊判断による 3 次・2 次救急適応、最終判断による 3 次・2 次救急適応を用いた。最終判断による 3 次・2 次救急適応は血中乳酸値を知らない医師により病院内での診療経過から判断されたものを用いた。前向き検討であるが、血中乳酸値測定は必須としておらず診療上必要と判断されたデータのみを使用した。

1: 対象例を最終 3 次・2 次救急適応で二群に分類し、各因子を単変量・多変量解析で比較検討した。2: 最終 3 次救急適応を目的変数として乳酸値の ROC 解析を施行した。3: 最終 3 次・2 次救急適応の二群において、救急隊判断の 3 次・2 次症例において乳酸値を比較検討した。またカットオフ 2.0mmol/L を用いて乳酸値をカテゴリ化したもの

に対しても比較検討した。4: 最終判断が3次適応であった群において、乳酸値が $2.0 <$ 、 $\leq 2.0 \text{ mmol/L}$ の二群にサブグループ化して各因子を比較検討した。また傷病内訳を確認した。

単変量解析は連続変数に対しては Mann-Whitney U 検定、カテゴリ変数に対しては Fisher の正確確率検定を用いた。多変量解析はロジスティック回帰分析を用いた。P 値 0.05 以下を有意な差として評価した。

本研究は三重大学医学部附属病院 医学系研究倫理審査委員会で承認されている (No. H2022-087)。

結果

2022年4月1日から2023年1月31日までに三重大学医学部附属病院に搬送された現場救急搬送事例は858例であった。院外心停止症例、当院かかりつけのための搬送症例、15歳以下の症例を除外した509症例のうち乳酸測定が行われていた292例を対象とした(組入率 57%: 292/509)。(図1)

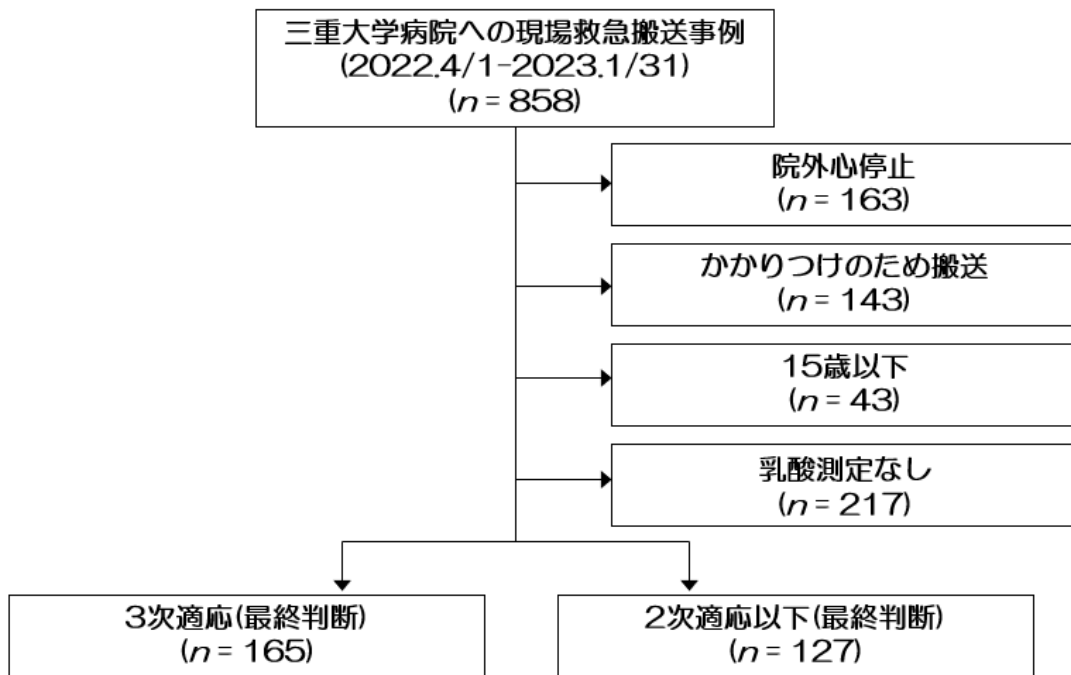


図1 対象症例の選択について

対象症例の総務省・消防庁による傷病内訳では、脳疾患、心疾患、外傷で約 68%を占

めていた。(表 1)

表 1 対象症例傷病内訳

傷病	(n = 292)
脳疾患	64(22%)
心疾患	45(15%)
消化器系疾患	14 (5%)
呼吸器系疾患	10 (3%)
泌尿器系疾患	5 (2%)
精神系疾患	6 (2%)
感覚系疾患	2 (1%)
新生物	2 (1%)
症状・徴候・診断名不明確	6 (2%)
その他疾病	35(12%)
交通事故	38(13%)
一般負傷	37(13%)
自傷行為	9 (3%)
労働災害	6 (2%)
運動競技	1 (0%)
中毒およびその他の外因	12 (4%)

最終判断 3 次・2 次適応症例群の各因子の比較において、単変量・多変量解析で有意差

を認めたものは JCS (P<0.001)、乳酸値(P<0.001)であった。(表 2)

表 2 最終判断 3 次適応・2 次適応以下群の背景

最終判断	3 次(最終) (n = 165)	2 次(最終) (n = 127)	単変量 P 値	多変量 P 値	オッズ比
年齢 (歳)	68(51-81)	63(40-79)	0.054	0.920	1.001(0.988-1.013)
男性	103(62%)	73(57%)	0.401	0.348	1.297(0.753-2.234)
JCS	2(0-30)	0(0-2)	<0.001	<0.001	1.265(1.129-1.417)
sBP (mmHg)	138(111-168)	143(124-162)	0.466	0.795	1.001(0.991-1.012)
dBP (mmHg)	78(61-100)	83(69-95)	0.348	0.504	1.005(0.990-1.020)
HR (bpm)	85(71-100)	85(73-100)	0.866	0.111	0.990(0.977-1.002)
RR (bpm)	20(18-24)	20(18-24)	0.007	0.317	1.026(0.975-1.080)
SpO2 (%)	97(91-99)	98(96-99)	0.036	0.223	0.978(0.944-1.013)
乳酸値(mmoL/L)	2.3(1.5-3.7)	1.6(1.2-2.2)	<0.001	0.003	1.386(1.117-1.719)
3 次(救急隊判断)	134(81%)	30(24%)			

JCS: Japan coma scale、sBP: 収縮期血圧、dBP: 拡張期血圧、HR: 心拍数、RR: 呼吸数、SpO2: 経皮酸素飽和度

単変量解析: Mann-Whitney U 検定、Fisher の正確確率検定

多変量解析: ロジスティック回帰分析

最終3次救急適応を目的変数とした乳酸値のROC解析において、曲線下面積は0.660 (P<0.001)、カットオフ2.05mmol/Lによる感度・特異度はそれぞれ60.6%、67.7%であった。(図2)

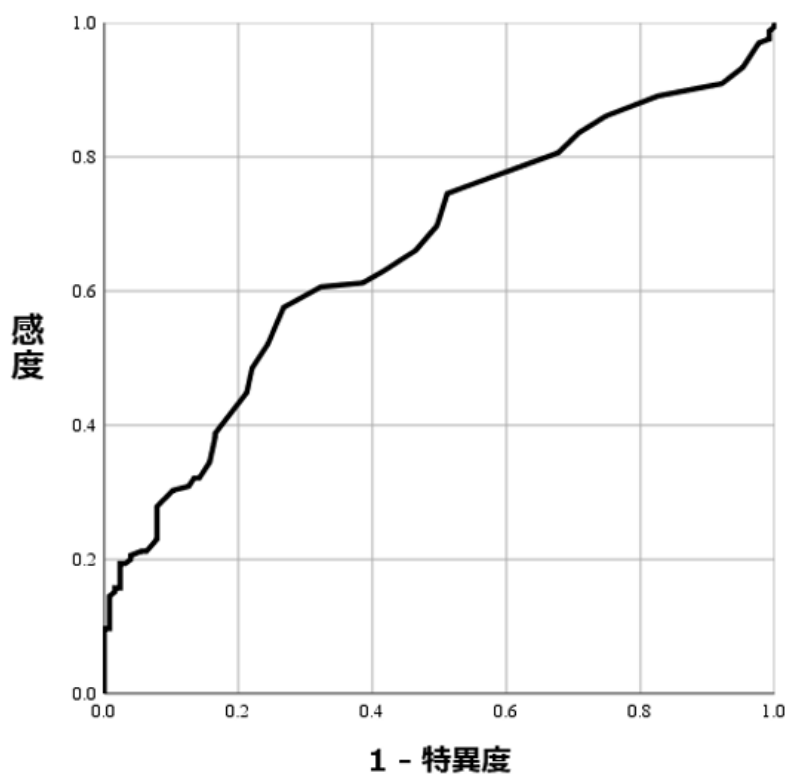


図2 3次適応(最終判断)に対する乳酸値のROC解析

曲線下面積 0.660 (0.598-0.722, P<0.001)
乳酸値カットオフ2.05mmol/L 感度60.6% 特異度67.7%

最終判断 3 次・2 次適応症例群において、救急隊判断 3 次・2 次適応それぞれの乳酸値を比較した(実数値比較および 2.0 mmol/L をカットオフとしたカテゴリ比較)。救急隊判断 3 次適応症例において、乳酸値は実数値比較・カテゴリ化比較ともに有意差を認めた。救急隊判断 2 次適応症例において、乳酸値は実数値比較では有意差なく (P = 0.061)、カテゴリ化比較では有意差を認めた (P = 0.019)。(表 3)

表 3 乳酸 2.0mmol/L カットオフ値と最終 3 次・2 次の割合

乳酸値(mmol/L)	3 次(最終) (n = 165)	2 次(最終) (n = 127)	P 値
3 次(救急隊判断) (n = 164)			
乳酸値	2.3(1.6-3.8)	1.7(1.3-2.1)	0.003
>2.0	82/134(61%)	9/30(30%)	0.002
2 次(救急隊判断) (n = 128)			
乳酸値	2.3(1.4-3.1)	1.6(1.2-2.3)	0.061
>2.0	18/31(58%)	32/97(33%)	0.019

Mann-Whitney U 検定、Fisher の正確確率検定

アンダートリージと考えられる、救急隊判断 2 次適応・最終判断 3 次適応群において、乳酸値 2.0 mmol/L をカットオフとした二群で各因子を単変量解析で比較検討した。乳酸値は 58%(18/31)の症例で>2.0 mmol/L であった。他の背景因子には有意な差を認めていない。(表 4)

表 4 救急隊判断 2 次適応以下・最終判断 3 次適応群の背景

	乳酸値>2.0 (n = 18)	乳酸値≤2.0 (n = 13)	単変量 P 値
年齢 (歳)	68(54-84)	80(73-88)	0.062
男性	4(31%)	4(31%)	0.149
JCS	1(0-3)	2(0-30)	0.275
sBP (mmHg)	133(113-200)	152(123-175)	0.953
dBP (mmHg)	90(70-114)	75(69-101)	0.275
HR (bpm)	87(80-112)	86(70-94)	0.411
RR (bpm)	20(18-25)	18(18-21)	0.115
SpO2 (%)	96(89-99)	98(92-100)	0.556
乳酸値(mmol/L)	2.9(2.4-4.4)	1.3(1.0-1.5)	<0.001
脳疾患	6		
心疾患	3		
呼吸器系疾患	1		
泌尿器系疾患	1		
その他疾病	3		
交通事故	2		
一般負傷	1		
自傷行為	1		

JCS: Japan coma scale、sBP: 収縮期血圧、dBP: 拡張期血圧、HR: 心拍数、RR: 呼吸数、SpO2: 経皮酸素飽和度

単変量解析: Mann-Whitney U 検定、Fisher の正確確率検定

※ 脳疾患でけいれんは 1 例のみ。その他疾病は主に敗血症。

考察

本研究は、病院前乳酸値測定が日本のシステムである 3 次・2 次救急選定に役立つか否かの検討を目的とした、病院初期血中乳酸値を用いた前向き観察研究である。

1: 最終判断での 3 次・2 次救急症例群の比較において、単変量解析のみではなく病院前の判断材料であるバイタルサインを含めた多変量解析でも血中乳酸値は有意差を認め、最終判断と相関する因子と考えられた。2: 最終判断 3 次救急適応に対する血中乳酸値の ROC 解析では、曲線下面積 0.660 と有意な結果を示し、最左上点からの最良カットオフは 2.05 mmol/L と判断されました。3: 救急隊判断による 3 次・2 次救急適応症例をサブグループとした比較では、救急隊判断 3 次救急適応症例では血中乳酸値の有意差を認めたものの、2 次救急適応症例では有意差を示したのは 2.0 mmol/L をカットオフとしてカテゴリ化した血中乳酸値のみであり、救急隊判断 2 次救急適応症例ではカットオフを用いた方が有用な可能性が示唆されました。4: アンダートリージ症例と考えられる、救急隊判断 2 次救急適応で最終判断が 3 次救急適応となった症例群について検討を行ったところ、58%の症例で血中乳酸値が 2.0 mmol/L より大きい値を示していました。また乳酸値 >2.0 、 ≤ 2.0 mmol/L の 2 群において比較を行ったところ、病院前判断の材料であるバイタルサインには有意差なく、差を認めたのは血中乳酸値のみであった。血中乳酸値 >2.0 mmol/L の主な症例内訳は脳疾患、心疾患、敗血症、外傷であった。[また救急隊判断 2 次救急適応症例において、最終 3 次・2 次救急適応判

断の症例群におけるバイタルサインを比較したが JCS 以外の差異を認めず(さらに多変量解析では有意ではない)、血中乳酸値 >2.0 mmol/L が最も有用と考えられた(参考表)]

病院前の救急隊による血中乳酸値測定は重症度把握において、その重要性が海外論文で示唆されている。その主な病態は、外傷^{2,3}、出血性ショック⁴、敗血症⁵、けいれん⁶などである。今回、血中乳酸値測定かつカットオフ 2.0 mmol/L が日本の救急システムにおいても、アンダートリアージを減少させるために有用な可能性が示唆された。

病院前血中乳酸値測定に使用する携帯型の乳酸値測定器は、すでに特定行為に含まれている血糖値測定と測定方法は同様のため、救急救命士が手技に関する教育を受ける負担は少ないと考えられる。しかし、現場において救急救命士が迷うことなく傷病者に有益な乳酸値測定を実施できるためにはプロトコルなどを整備する必要がある。

今後の方針について、本研究結果を元に救急救命処置検討委員会への特定行為の追加申請または実証研究に向けと取り組みを進めたいと考えている。

本研究の限界として、1: 病院内血中乳酸値測定で病院前値を推測していること、2: 乳酸値測定は初期診療を行った医師の判断に任されていること(プロトコル測定はしていない)、3: 前向き検討であるが血中乳酸値測定有無の影響で組入率が 57%であること、4: 本研究は三重県津市周辺で施行されたものであり、当地域の救急システムを反映した結果であること、が挙げられる。

結語

救急隊による病院前血中乳酸値測定による3次・2次救急適応判断への補助効果を救急外来受診時の血中乳酸値をその代替えとして用いることで検討した。血中乳酸値は最終判断の3次・2次救急適応と相関しており、アンダーtriageを来した症例の58%で上昇を認めていた。

謝意

本研究は一般財団法人救急振興財団の「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。

文献

1. 富田泰成、金子唯、今井寛「血中乳酸値測定の救急隊病院選定における有用性の検討」後方視検討による予備試験「第30回全国救急隊員シンポジウム抄録集 P171」
2. Zadorozny EV, Weigel T, Stone A, et al. Prehospital lactate is associated with the need for blood in trauma. *Prehosp Emerg Care* 2022; 26: 590-9.
3. Lewis CT, Naumann DN, Crombie N, et al. Prehospital point-of-care lactate following trauma: a systematic review. *J Trauma Acute Care Surg* 2016; 81: 748-55.
4. Carton SP, Lutfi W, Daley BJ, et al. Lactate as a mediator of prehospital plasma mortality reduction in hemorrhagic shock. *J Trauma Acute Care Surg* 2021; 91: 186-91.
5. Jouffroy R, Léguillier T, Gilbert B, et al. Prehospital lactate clearance is associated with reduced mortality in patients with septic shock. *Am J Emerg Med* 2021; 46: 367-73.
6. Magnusson C, Herlitz J, Höglind R, et al. Prehospital lactate levels in blood as a seizure biomarker: a multi-center observational study. *Epilepsia* 2021; 62: 408-15.

参考 救急隊判断 2 次症例の背景

最終判断	3 次(最終) (n = 31)	2 次(最終) (n = 97)	単変量 P 値	多変量 P 値	オッズ比
年齢 (歳)	77(59-86)	66(34-80)	0.009	0.028	1.028(1.003-1.053)
男性	15(48%)	53(55%)	0.680	0.810	0.890(0.344-2.304)
JCS	2(0-3)	0(0-2)	0.019	0.050	1.233(1.000-1.522)
sBP (mmHg)	137(118-185)	142(123-159)	0.715	0.447	0.992(0.971-1.013)
dBP (mmHg)	83(69-108)	81(69-93)	0.338	0.074	1.025(0.998-1.053)
HR (bpm)	86(78-100)	85(73-100)	0.935	0.254	0.986(0.962-1.010)
RR (bpm)	20(18-24)	20(18-24)	0.514	0.520	1.026(0.948-1.111)
SpO2 (%)	97(91-99)	98(96-99)	0.684	0.681	1.012(0.955-1.072)
乳酸値(mmoL/L)	2.3(1.4-3.1)	1.6(1.2-2.3)	0.061	0.069	1.400(0.974-2.012)

JCS: Japan coma scale、sBP: 収縮期血圧、dBP: 拡張期血圧、HR: 心拍数、RR:

呼吸数、SpO2: 経皮酸素飽和度

単変量解析: Mann-Whitney U 検定、Fisher の正確確率検定

多変量解析: ロジスティック回帰分析