

## 原 著

## 骨盤骨折を伴う多発外傷患者の新規予後予測・治療指標

井上 健

(指導：前川剛志教授)

独立行政法人国立病院機構 山陽病院外科 宇部市東岐波685 (〒755-0241)

Key words : 重症骨盤骨折, 多発外傷, 予後予測指標, 外傷重症度スコア, 乳酸

## 和文抄録

重症骨盤骨折を伴う多発外傷の予後は悪い。治療成績向上のために、さまざまな指標が重症度評価や予後予測に使用あるいは検討されている。これらにはISS (Injury Severity Score), Revision of Trauma Score, 乳酸値, APACHE (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) などがあるが、多くは必ずしも十分な指標ではなく、特に重症骨盤骨折を伴う場合の指標が必要である。

本研究では外傷の解剖学的重症度指標としてのISS, 病態生理・生化学的指標となる動脈血中乳酸値, およびこれらを乗じた【ISS×乳酸値】を指標として、山口大学病院に緊急入院した重症骨盤骨折を伴う多発外傷患者31名で評価した。また、【ISS×乳酸値】は生命予後と最も良い相関を示し、この値を60点mmol/Lに設定すると生命予後予測の感度は88%、特異度は93%を示した。

結論として、【ISS×乳酸値】は初療室で測定・算定でき、重症骨盤骨折を伴う多発外傷の生命予後予測指標として優れたものであり、経カテーテル的塞栓術を含む治療の指標としても有用と思われる。

## 緒 言

骨盤骨折は多発外傷として発症することが多く、迅速な損傷部位の把握と重症度の評価によって治療の優先順位を決定する必要がある。重症骨盤骨折で

は動脈の破綻による出血性ショックを伴うことが多く、経カテーテル的塞栓術 (Transcatheter Arterial Embolization: TAE) が欠かせない治療法になっている<sup>1-3)</sup>。外傷治療では初期治療が極めて重要であるが、迅速な治療計画策定のためには、初療時に簡便に使用できる重症度評価法が必要である。

重症度評価法には、損傷部位や損傷形態による解剖学的重症度指標によるものと生理学的重症度指標によるものがある。外傷患者のInjury Severity Score (ISS) は多部位外傷の総合重症度評価法として現在最も汎用されているが<sup>4)</sup>、身体部位ごとに算出されるAIS (Abbreviated Injury Scale) を使用するので損傷部位の違いに予後が影響される。胸部の合併損傷では生存例と死亡例に優位差がみられないという報告が示すように、ISSが示す点数によって完全に評価できるものではない<sup>5)</sup>。そして、その欠点を補う試みも報告されているが十分ではない<sup>6)</sup>。また最近新たな生理学的指標として動脈血中乳酸値が注目され、多発外傷における重症度評価指標として有用との報告もあるが<sup>7, 8)</sup>、骨盤骨折を伴う外傷患者では評価されていない。

本研究では従来から行われているISSによる評価に加えて、緊急検査として測定した来院時の動脈血中乳酸値と生命予後との関係を検討し、救命救急センター初療室における重症度評価の新たな指標を考案した。さらに、骨盤血管に対するTAEの生命予後に及ぼす影響も検討した。これらの臨床データに基づき、重症骨盤骨折を合併する多発外傷患者で超急性期に患者救命に役立ち、ベッドサイドで簡便に

平成16年11月19日受理

使用可能な予後予測指標を創成することを目的とした。

### 対象と方法

本研究は山口大学病院に緊急入院、加療した患者を対象として後方視的に行った。乳酸値およびISSの測定項目は全て日常診療で得られた値を使用した。また、個人を特定できる記載はなく、患者個人のプライバシー、尊厳を犯すものは含まれていない。

骨盤骨折を伴った多発外傷患者88名のうち心肺停止症例を除き、来院時動脈血中乳酸値を測定できた31例（男性20例、女性11例、年齢 $48.1 \pm 21.6$ 歳、平均値 $\pm$ 標準偏差）を対象とした。解剖学的重症度評価指標として米国で開発されて本邦で使用されているISSを採用し<sup>9)</sup>、生理・生化学的指標として動脈血中の乳酸値を採用した<sup>10, 11)</sup>。乳酸は来院直後に採取した動脈血でYSI2300STAT Plus (YSI, Ohio, USA) によりペルオキシダーゼ使用の電極法にて測定した<sup>12)</sup>。

上記の31例を生存群と死亡群に分けて、ISSおよび乳酸値との関係を比較検討した。またISSと乳酸値との関係を調べ、【ISS $\times$ 乳酸値】の新規予後予測指標の有用性を検討した。そしてTAEによる止血術施行の有無と予後、ISS、および乳酸値との関連についても検討した。

統計学的検討はMann-Whitney U検定を用い、測定値は平均値 $\pm$ 標準偏差で示し、 $P < 0.05$ を有意とした。

### 結 果

生存群の性別と年齢はそれぞれ男性11例、女性5例、平均年齢 $44.8 \pm 18.7$ 歳、死亡群ではそれぞれ、男性9例、女性6例、平均年齢 $51.5 \pm 24.6$ 歳で性別と年齢に有意差はなかった。

ISS値は生存群、死亡群でそれぞれ $16.7 \pm 8.3$ 、 $30.2 \pm 12.2$ と有意に死亡群が高値を示した（図1）。しかし、ISSが低値の20以下でも死亡例があり、生存例と混在している。血中乳酸値は生存群、死亡群でそれぞれ $2.8 \pm 2.2$ 、 $7.5 \pm 3.4$  mmol/Lと有意に死亡群が高値を示した（図2）。血中乳酸値が低値での死亡例や高値での生存例が存在する。ISSと乳酸値

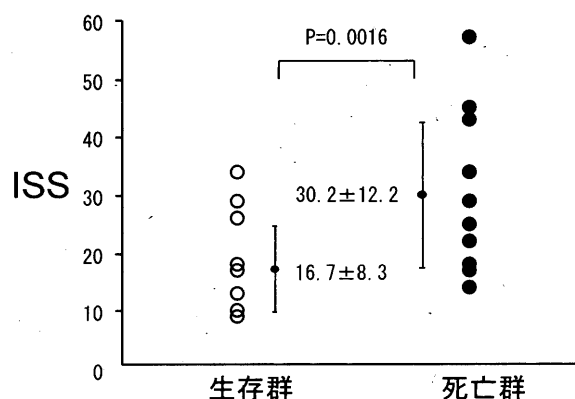


図1 Injury Severity Score (ISS) と予後の関係  
値は平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。

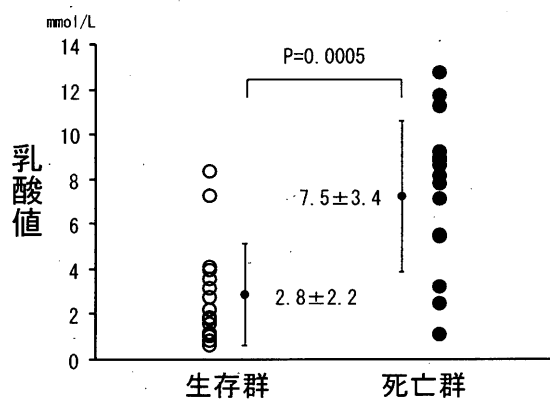
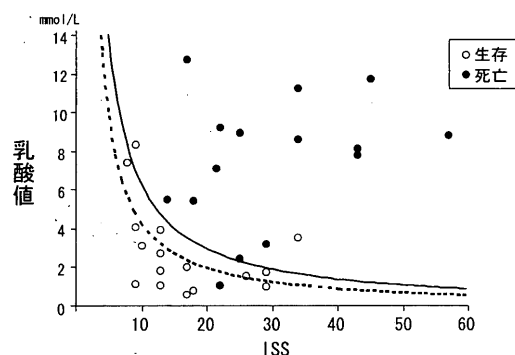


図2 動脈血中乳酸値と予後の関係  
値は平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。



	生存群	死亡群
【ISS $\times$ 乳酸値】	40.0 $\pm$ 27.8*	237.1 $\pm$ 157.4*

図3 Injury Severity Scoreと動脈血中乳酸値の関係  
実線は $y = 60/x$ の曲線を示し、破線は $y = 40/x$ を示す。実線より下方の死亡例は重症骨盤骨折に外傷性くも膜下出血を合併した症例である。実線より上方の生存2例は重症骨盤骨折に大腿骨骨折を合併した症例と胸部損傷を合併した症例である。ISS $\times$ 乳酸値の値は平均値 $\pm$ 標準偏差で示した。

\* :  $P < 0.0001$

の関係を図3に示した。ISSと乳酸値には有意な相関関係は見られなかったが、ISS、乳酸値ともに高値である症例は死亡症例であった。新規予後予測指標として算出した【ISS×乳酸値】が40点mmol/L、60点mmol/Lの曲線を図3に示した。【ISS×乳酸値】<40点mmol/Lでは11例中10例が生存し、【ISS×乳酸値】>40点mmol/Lでは20例中14例が死亡例であった。【ISS×乳酸値】<60点mmol/Lでは15例中14例が生存し、【ISS×乳酸値】>60点mmol/Lでは16例中14例が死亡した。【ISS×乳酸値】を生存群と死亡群と比較すると40.0±27.8点mmol/Lと237.1±157.4点mmol/Lとなり有意差を認めた(p<0.0001)。

TAEは31例中21例で施行し、その生存率は52%であったが、TAE非施行例10例でも生存率は50%と、TAE施行の有無で予後に有意差を認めなかった。また、ISSと乳酸値もTAE施行の有無で有意差はなかった(表1)。

## 考 察

多発外傷患者の指標として米国で開発されたISSは、解剖学的重症度評価指標である。本研究ではISSと予後との関係を検討し、生存群と死亡群間にP=0.0016の有意差を認め(図1)、骨盤骨折を合併した多発外傷患者でも、従来の多発外傷における報告と同様にその有用性が証明された<sup>13)</sup>。そこで予後とISSレベルとの関係を検討し、ISSレベルを20と30に設定し、それぞれにおける感度と特異度を計算した(表2)。ISS 20レベルでは感度は75%で、特異度が80%であった。ISS 30レベルでは感度が94%となるが、特異度が40%と低くなり、ISSのみでは骨盤骨折を合併した多発外傷の生命予後予測指標としては不十分である。

一方、山口大学病院初療室で血中の乳酸値が簡便に測定できるようになり、外傷患者の動・静脈の乳酸値に有意差がないことが報告されたので<sup>14)</sup>、本研究でも生理・生化学的重症度評価の指標として、動脈血中乳酸値と予後との関係を検討した。その結果、生存群と死亡群間にP=0.0005の非常に有意な相関を認め、従来の多発外傷における報告と同様にその有用性が証明された<sup>7, 8, 10, 15)</sup>。動脈血中乳酸値を4 mmol/Lと6 mmol/Lで予後予測を検討すると、4

mmol/Lレベルでは感度81%、特異度80%となり、6 mmol/Lレベルにすると感度は88%となるが、特異度は67%と低下し(表3)、ISSレベルと同様に乳酸値のみでは生命予後予測指標として不十分である。

そこで、来院時に初療室で骨盤骨折を合併する多発外傷患者の簡便な予後予測指標として【ISS×乳酸値】を本研究のデータをもとに検討した(図3、表4)。この値は生存群と死亡群では有意差を認めた。そこで【ISS×乳酸値】を40点mmol/Lに設定すると生死の予後に対する感度は63%で、特異度は93%となった。この値を60点mmol/Lに設定すると感度は88%、特異度は93%と飛躍的に生死判定が可能となった。特に後者で逸脱した症例は3例のみであり、外傷性くも膜下出血により死亡した1例および大腿骨骨折を伴う重症骨盤骨折例と胸部損傷を合

表1 経カテーテル的動脈塞栓術(TAE)の有無と転帰

	TAE	
	施行群	非施行群
生存症例数	11	5
死亡症例数	10	5
ISS	22.8±12.0	24.2±13.5
乳酸値(mmol/L)	5.4±3.6	4.4±3.9

ISS: Injury Severity Score 平均値±標準偏差

表2 ISSのレベルと予後

ISSレベル	生存症例数	死亡症例数	感度	特異度
20以下	12	3	75%	80%
20以上	4	2		
30以下	15	9	94%	40%
30以上	1	6		

表3 動脈血中乳酸値(mmol/L)と予後

動脈血乳酸値	生存症例数	死亡症例数	感度	特異度
4以下	13	3	81%	80%
4以上	3	12		
6以下	14	5	88%	67%
6以上	2	10		

表4 【ISS×乳酸値】レベル(点mmol/L)と予後

【ISS×乳酸値】	生存症例数	死亡症例数	感度	特異度
40以下	10	1	63%	93%
40以上	6	14		
60以下	14	1	88%	93%
60以上	2	14		

併した症例の2生存例であった。これらのことにより【ISS×乳酸値】は、超急性期の予後予測に非常に有用な指標であり、【ISS×乳酸値】を60点mmol/L以下にするために、重症度を把握した超急性期の治療が最優先されるべきである。また、この値を40点mmol/L以下にできれば、生存の可能性が高くなると思われる(図3)。

多発外傷では初期診断と初期治療が極めて重要であることは言うまでもないが、救命救急領域の治療ではダメージ・コントロールの概念により、手術とTAEの両者を併用、または選択して治療を進めることが多い<sup>2, 16)</sup>。前述の【ISS×乳酸値】を60点mmol/L以下にするには、ISSと乳酸値に対するアプローチが必要である。ISSは解剖学的項目により重症度が決まる背景があるので、ダメージ・コントロールという観点からも実質臓器や血管損傷に対する開胸・開腹止血術やガーゼパッキングの手法が取られる<sup>16)</sup>。血中の乳酸値は循環不全の良い指標であり<sup>17)</sup>、これを低下させるためには酸素吸入や循環動態の安定化が重要である。後者については輸液、輸血療法と動脈性出血がある場合には1972年にMargoliesら<sup>18)</sup>により始められたTAEが不可欠である。骨盤骨折が明らかで循環動態が不安定な場合や循環動態が安定していてもComputed Tomography (CT) 検査で後腹膜に血腫が認められる場合や貧血が進行する場合に血管造影検査の適応があり、血管外漏出像が認められれば出血をコントロールするためにTAEが適応となる<sup>2)</sup>。そこで本研究でもTAEの有無と予後を検討したが、生存群と死亡群間に有意差はなかった(表1)。これは対象が多発外傷であったこと、ISSがTAEの有無で有意差がなかったこと、動脈血中乳酸値もTAE施行の有無で有意差がなかったことから(表1)、本研究における症例ではISSや動脈血中乳酸値を参考にしてTAE治療を施行しておらず、出血点検索のために行われた胸腹部、骨盤の血管造影検査の結果によって行われたものと推測できる。患者の予後は頭部や胸部の重篤な損傷が影響しており、必ずしも骨盤損傷に規定されなかった。これらの結果より、【ISS×乳酸値】を算出し、60点mmol/Lを大きく超える症例であれば予後不良であり、60点mmol/L以下であれば生存の可能性が高いと判断できる。また60点mmol/L付近では、早急にこれを下げることが重要で、その治療

法の1つとして、TAEを施行すべきか否かを人的、物的要素を含めて検討し、他の治療法との優先順位を明確に短時間に決めることができる。すなわち【ISS×乳酸値】が60点mmol/L前後を示す症例の中で、ISSが低く乳酸値が高い患者は循環動態の改善を図れば救命できる可能性が高くなるので積極的なTAEが第一選択となる。逆にISSが高く乳酸値が低い症例では他部位の治療を優先すべきと判断できる。さらに、本研究の動脈血中の乳酸値とISSは初療時のもので、これらは経時的に変化するものであり<sup>13, 15)</sup>、【ISS×乳酸値】を経時的に測定・算出することにより、予後を含めた重症度把握が可能となり、患者の予後改善に益するものと考えられる。

## 結 語

骨盤骨折を伴う多発外傷患者では、

1. 乳酸値とISSはともに予後予測指標として有用であったが、それぞれ単独では不十分である。
2. 【ISS×乳酸値】が60点mmol/L以上の患者は死亡する可能性が高い。
3. 【ISS×乳酸値】は初療室における予後予測指標として有用であり、治療判定指標としても使用できる。

## 謝 辞

稿を終えるにあたって、御指導と御高覧を賜った山口大学医学部生体侵襲医学(救急医学)講座 前川剛志教授に深甚なる感謝の意をささげます。また本研究に対し御助言と御協力をいただいた国立病院機構大阪医療センター定光大海先生に深謝いたします。

## 文 献

- 1) 堀見, 永田凱彦, 島袋国定, 大城潔, 安谷正, 蒔田修. 動脈塞栓術を必要とする骨盤骨折の単純写真における診断に関する検討, 臨床放射線 1990; 35 (8) : 935-938.
- 2) 西巻博, 瀧川政和, 相馬一亥, 大和田隆, 松林隆. 救急領域におけるinterventional radiologyの進歩. 日本外科学会雑誌 1999;

- 100 (7) : 435-442.
- 3) 川俣博志, 隈崎達夫, 田島廣之, 弦間和仁, 伊藤公一郎, 惠畑欣一. 重症骨盤骨折における径カテーテル的動脈塞栓術の検討. 日本医学放射線学会雑誌 1991 ; 51 (6) : 649-655.
  - 4) Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score : a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care*. 1974 ; 14 (3) : 187-196.
  - 5) Kollmorgen DR, Murray KA, Sullivan JJ, Mone MC, Barton RG. Predictors of mortality in pulmonary contusion. *Am J Surg* 1994 ; 168 (6) : 659-664.
  - 6) Brenneman FD, Boulanger BR, McLellan BA, Redelmeier DA. Measuring injury severity: time for a change? *J Trauma*. 1998 ; 44 (4) : 580-582.
  - 7) Cerovic O, Golubovic V, Spec-Marn A, Kremzar B, Vidmar G. Relationship between injury severity and lactate levels in severely injured patients. *Intensive Care Med*. 2003 ; 29 (8) : 1300-1305.
  - 8) Schulman AM, Claridge JA, Young JS. Young versus old: factors affecting mortality after blunt traumatic injury. *Am Surg*. 2002 ; 68 (11) : 942-948.
  - 9) 小関一英, 益子邦洋, 横田順一朗, 坂本哲也, 藤田尚, 森村尚登. AIS-90によるISS算出法とスコア判定のための部位別簡易チャート. 日本外傷学会雑誌 2002 ; 16 (2) : 202-209.
  - 10) Manikis P, Jankowski S, Zhang H, Kahn RJ, Vincent JL. Correlation of serial blood lactate levels to organ failure and mortality after trauma. *Am J Emerg Med* 1995 ; 13 (6) : 619-622.
  - 11) Coats TJ, Smith JE, Lockey D, Russell M. Early increases in blood lactate following injury. *J R Army Med Corps* 2002 ; 148 (2) : 140-143.
  - 12) Wandrup J, Tvede K, Grinsted J, Jordening H. "Stat" measurements of L-lactate in whole blood and cerebrospinal fluid assessed. *Clinical Chemistry* 1989 ; 35 (8) : 1740-1743.
  - 13) Sauaia A, Moore FA, Moore EE, Haenel JB, Read RA, Lezotte DC. Early predictors of postinjury multiple organ failure. *Arch Surg* 1994 ; 129 (1) : 39-45.
  - 14) Lavery RF, Livingston DH, Tortella BJ, Sambol JT, Slomovitz BM, Siegel JH. The utility of venous lactate to triage injured patients in the trauma center. *J Am Coll Surg* 2000 ; 190 (6) : 656-664.
  - 15) Abramson D, Scalea TM, Hitchcock R, Trooskin SZ, Henry SM, Greenspan J. Lactate clearance and survival following injury. *J Trauma* 1993 ; 35 (4) : 584-589.
  - 16) Ertel W, Keel M, Eid K, Platz A, Trentz O. Control of severe hemorrhage using C-clamp and pelvic packing in multiply injured patients with pelvic ring disruption. *J Orthop Trauma*. 2001 ; 15 (7) : 468-474.
  - 17) Weil MH, Afifi AA. Experimental and clinical studies on lactate and pyruvate as indicators of the severity of acute circulatory failure (shock). *Circulation*. 1970 ; 41 (6) : 989-1001.
  - 18) Margolies MN, Ring EJ, Waltman AC, Kerr WS Jr, Baum S. Arteriography in the management of hemorrhage from pelvic fractures. *N Engl J Med*. 1972 ; 287 (7) : 317-321.

## A New Prognostic and Treatment Index for Multiple Trauma Patients with Pelvic Fracture

Takeshi INOUE  
(Director : Prof. Tsuyoshi MAEKAWA)

*Department of Surgery, Sanyo Hospital, National Hospital Organization,  
685 Higashi-Kiwa, Ube, Yamaguchi 755-0241, Japan*

### SUMMARY

Prognosis of multiple trauma patients with severe pelvic fracture has been extremely poor. There are some indices to evaluate the severity and the outcome, such as injury severity score (ISS), revision of trauma score, lactate, and acute physiology and chronic health evaluation, but many of them are not good enough in emergency rooms.

In the present study, ISS based on anatomical injury score, arterial lactate based on pathophysio-chemical score on admission and **ISS×lactate** index was evaluated in 31 multiple trauma patients with severe pelvic fracture, who were admitted to Yamaguchi university hospital. ISS and arterial lactate were good indices to evaluate their mortality. Moreover, **ISS×lactate** was an excellent index, because the sensitivity was 88% and the specificity was 93%, if the index was fixed at 60 points mmol/L.

It is concluded that **ISS×lactate** is an excellent index to evaluate the severity and the mortality of the multiple trauma patients with severe pelvic fracture and to decide the priority of their treatments, including transcatheter arterial embolization.