



阪神淡路大震災における挫滅症候群の発症に関する因子の検討

八木, 正義
三枝, 康宏
水野, 耕作

(Citation)

神戸大学都市安全研究センター研究報告, 3:323-330

(Issue Date)

1999-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00317549>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00317549>



阪神淡路大震災における挫滅症候群の発症に関する する因子の検討

Prediction of Crush Syndrome in the Great Hanshin-Awaji Earthquake

八木正義¹⁾

Masayoshi Yagi

三枝康宏²⁾

Yasuhiro Saegusa

水野耕作³⁾

Kosaku Mizuno

概要：挫滅症候群の発症を予測し得る因子が存在するか否かについて検討するため、阪神・淡路大震災で負傷した症例について調査を行った。腎機能障害が出現した群では年齢とカリウム及び白血球数が有意に高値であり、カルシウムと総蛋白及びHCO₃⁻は有意に低値であった。さらに死亡群と生存群について同様に比較すると、死亡群においてカルシウムが有意に低値であった。またLDH、GOT、GPTなどの筋逸脱酵素については腎機能障害が出現した群では緊急検査機器の測定限界値を越えていた症例が多かった。従って、建物等の下敷きになった患者が発生した場合には、まず血液検査と血液ガスの採取を行うべきであり、筋逸脱酵素の高値や低カルシウム血症の存在する場合には、特に腎機能障害の出現に充分注意して治療が必要であると考えられた。

キーワード：挫滅症候群、腎機能障害、阪神淡路大震災

1. はじめに

平成7年1月17日午前5時46分に発生した阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）では6000名以上の死者と3万人以上の負傷者が発生し、被災地の中心部にあった神戸大学医学部附属病院にも多数の救急患者が搬送された。倒壊した家屋や家具の下敷きになった患者のなかには、救出時には軽症にみえても経過中に腎機能障害を併発し治療に難渋する挫滅症候群の患者が多発した^{1) 2)}。挫滅症候群についてはBywatersら³⁾が第二次世界大戦においてロンドン空襲によって破壊された建造物の下敷きとなり四肢を圧挫された患者の中から腎機能障害により死亡した4症例を報告し、初めてcrush injuryの名称を与えた。以後その原因について様々な報告⁴⁾がなされているが、病態の詳細については未だ不明な点が多い。

挫滅症候群の治療にあたっては早期診断と早期治療が最も重要であるが、実際の医療現場では混乱がみられた。そこで、今回我々は、この教訓を生かすため、今後大規模災害発生時に初期段階において腎機能障害の出現を予測する指標を検索する目的で、阪神・淡路大震災で受傷した患者の血液検査値を検討したので報告する。

2. 対象および方法

阪神・淡路大震災において神戸大学医学部附属病院に搬送された患者のうち、短時間であっても倒壊した家屋や家具の下敷きとなった患者に対して緊急血液検査を行った。この緊急血液検査を行った患者のうち筋肉の挫滅の指標として初回の血液検査においてクレアチンキナーゼ（CPK）値が1000 IU/lを超え、経時的な血液検査値の調査が可能であった59人を対象とした。なお検査は通常の検査機器の破損のため緊急血液検査（ドライケミカ

ル式)しか行うことができず、CPK値は1753 IU/l以上が測定不可能であった。

対象の内訳は男性35例女性24例で、年齢は3歳から85歳(平均55.5歳)であった。救出までの時間は確認可能であった症例が46例(78%)あり、3時間から68時間(平均11.4時間)であった。腎機能障害の評価には臨床症状と血液検査値から総合的に判断する必要があるが、混乱のため十分な記録を行う事ができなかった。このため血清クレアチニン値を用い当院における全経過中の血液検査においてクレアチニン値が1.5mg/dlを超えた症例は腎機能障害が出現したとし、これらの患者は挫滅症候群へ移行する可能性のある予備群と判定した。

検討を行った項目は、症例の背景因子として性別、年齢、救出までの時間と、血液生化学的検査では白血球数、赤血球数、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値、血小板数、総蛋白、カルシウム、カリウム、ナトリウム、クロール、CPK、LDH、GOT、およびGPTについて検討した。また動脈血液ガス分析は対象59例のうち38例(65%)に行い、pH、Base Excess、およびHCO₃について検討した。動脈血液ガスの検査については原則として来院直後に採取しているが、症例により酸素投与等の緊急処置を施行した後に採血された症例も含まれている。血液検査および動脈血液ガスの結果についてはクレアチニン値以外はすべて初回の検査結果を使用した。

これらの症例に対して、(1)初期の血液検査や患者の背景因子から予後を予測する因子が存在するかを検討するため、腎機能障害が出現した群と腎機能障害が出現しなかった群での比較、(2)初期の血液検査値から経過中の腎機能障害の程度が予測可能かどうかを検討するため、初期の血液検査値と経過中のクレアチニンの最高値との相関を検討した。

結果はすべて平均値±標準偏差で表し、統計処理はMann-Whitney検定、 χ^2 検定およびPearsonの相関係数を用いた。

3. 経過および結果

対象59症例の経過は死亡した症例が11例(19%)、救命しえた症例が47例(81%)であった。死因は高カリウム血症、ショックおよび多臓器不全などであった。全経過中の血液検査においてクレアチニン値が1.5mg/dlを超えた症例を腎機能障害の基準とすると59例中31例(53%)に出現し、このうち腎機能障害が進行し当院で対応可能であった血液浄化を施行したのは13例であり、その後4例が死亡した。血液浄化の内訳はcontinuous arterio-venous hemo-filtration (CAVH) 6例、continuous veno-venous hemofiltration (CVVH) 6例、peritoneal dialysis (PD) 1例であった。

(1) 患者の背景因子と初期の血液検査値の比較

腎機能障害が出現した群(31例)と腎機能障害が出現しなかった群(28例)において、年齢、性別および救出までの時間について比較すると腎機能障害が出現した群では出現しなかった群に比べて性別および救出までの時間には差を認めなかったが、有意に高年齢であった(表1)。

表-1 腎機能障害発現に関与する因子

	Renal dysfunction (n=31)	Non-renal dysfunction (n=28)	p value
Age (yr)	65.5±12.4	49.8±23.3	0.05
Male/Female	20/11	15/13	NS
	(n=22)	n=(24)	
Time with extrication (hr)	12.4±14.9	10.4±14.1	NS

同様に両群において初期の血液検査値を比較すると、腎機能障害が出現した群においてカリウムおよび白血球数が有意に高値であり、カルシウムおよび総蛋白が有意に低値であった。また動脈血液ガス分析では、Base ExcessおよびHCO₃が有意に低値であった(表2)。CPK、LDH、GOT、GPTの筋逸脱酵素については、通常の検査機器が使用できなかったため測定限界値以上の計測(CPK> 1793 IU/l, LDH> 1665 IU/l, GOT> 854

IU/l, GPT> 854 IU/l) が不可能であり、詳細を比較検討する事はできなかった。そこで測定限界値を超えた症例数を比較すると、LDHとGOTについては腎機能障害が出現した群において有意に測定限界値を超えた症例数が多かった(表3)。

表-2 腎機能障害発現に関与する検査値

		Renal dysfunction (n=31)	Non-renal dysfunction (n=28)	p value
WBC	($\times 10^3/\text{mm}^3$)	164.5 \pm 63.2	114.1 \pm 43.2	<0.01
hemoglobin	(g/dl)	14.2 \pm 3.1	13.3 \pm 2.1	NS
platelet	($\times 10^4/\text{mm}^3$)	17.4 \pm 5.8	20.4 \pm 5.8	NS
total protein	(g/dl)	6.1 \pm 1.5	6.9 \pm 1.0	<0.05
Ca	(mg/dl)	6.4 \pm 1.5	8.2 \pm 0.8	<0.01
K	(mEq/l)	5.3 \pm 1.2	4.1 \pm 0.7	<0.01
Na	(mEq/l)	138.4 \pm 3.5	132.9 \pm 6.0	NS
Cl	(mEq/l)	99.4 \pm 5.1	100.3 \pm 18.9	NS
		(n=26)	(n=12)	
pH		7.35 \pm 0.11	7.42 \pm 0.03	NS
base excess	(mEq/l)	-6.8 \pm 5.4	0.8 \pm 3.1	<0.01
HCO ₃ ⁻	(mmol/l)	17.1 \pm 4.9	22.9 \pm 2.5	<0.01

表-3 筋逸脱酵素値の測定限界を越えた症例

		Renal dysfunction (n=31)	Non-renal dysfunction (n=28)	p value
CPK	(>1,793 IU/l)*	31	26	NS
LDH	(>1,665 IU/l)*	29	15	<0.01
GOT	(854 IU/l)*	21	5	<0.01
GPT	(>854 IU/l)*	3	0	NS

*indicates the measurement limit of the serum enzyme level

血液検査は原則として来院直後に行っているが、特に地震当日は混乱が激しく採血時間が一定しておらず受傷翌日になってから初回の血液検査を行った症例が含まれている。そこで初期段階の血液検査で予後を予測する因子が存在するかを検討するため24時間以内に初回の血液検査を行った症例(22例)において、腎機能障害が出現した群(15例)と腎機能障害が出現しなかった群(7例)で同様の項目について同様に比較した。腎機能障害が出現した群では白血球数が有意に高値であり、カルシウムが有意に低値であった(表4)。

表-4 受傷24時間以内に検査された症例の腎機能障害発現に關与する因子

		Renal dysfunction	Non-renal dysfunction	p value
		(n=15)	(n=7)	
Age	(yr)	61.3±17.1	51.6±24.7	NS
WBC	(x10 ² /mm ³)	194.9±58.5	144.6±35.3	<0.05
total protein	(g/dl)	5.9±1.0	6.2±1.3	NS
Ca	(mg/dl)	6.1±1.6	7.5±1.4	<0.05
K	(mEq/l)	5.2±1.4	4.4±1.4	NS
		(n=9)	(n=5)	
base excess	(mEq/l)	-8.9±6.2	-5.1±4.8	NS
HCO ₃ ⁻	(mmol/l)	15.7±5.3	19.2±4.5	NS

続いて腎機能障害が出現した症例（31例）において、初期の血液検査と重症度に關連する因子が存在するかを検討する目的で以下の検討を行った。まず死亡群（11例）と生存群（20例）において同様の項目について比較すると、死亡群ではカルシウム値とBase Excessが有意に低値であった（表5）。また当院で血液浄化を行った群と血液浄化を必要としなかった群において同様の比較をおこなったところ、両群間に有意差を認めた項目はなかった。なお、血液浄化を行わず死亡した症例や転院して血液浄化をおこなった症例は除外した。

表-5 腎機能障害患者の予後に關与する因子

		Renal dysfunction (n=31)		p value
		Death	Survival	
		(n=11)	(n=20)	
Age	(yr)	67.5±10.3	64.4±11.2	NS
WBC	(x10 ² /mm ³)	173.4±55.0	158.9±57.6	NS
total protein	(g/dl)	6.3±1.3	6.8±1.2	NS
Ca	(mg/dl)	6.1±1.3	6.8±1.1	<0.05
K	(mEq/l)	5.0±0.8	5.5±1.2	NS
		(n=11)	(n=16)	
base excess	(mEq/l)	-9.2±5.2	-5.2±4.8	<0.05
HCO ₃ ⁻	(mmol/l)	16.0±5.5	17.9±3.0	NS

(2) 最初の血液検査値とクレアチニン最高値の相関

初期の血液検査から腎機能障害の程度が予測可能であるかを検討するために、初回の血液検査値と経過中のクレアチニン最高値との相関を検定した。なおCPK、LDH、GOTおよびGPTの筋逸脱酵素については測定限界値を超えている症例があるため相関の検討から除外した。初期のカリウム値は経過中のクレアチニンの最高値と正の相関があり、カルシウム値については負の相関関係を認めた（表6）。

表-6 クレアチニン値と検査値の相関

		R	p value
K	(mEq/l)	0.52	<0.01
Ca	(mg/dl)	-0.41	<0.05
HCO ₃ ⁻	(mmol/l)	-0.40	NS
total protein	(g/dl)	-0.26	NS
WBC	(x10 ² /mm ³)	0.21	NS

3. 考察

挫滅症候群については1941年にBywaters³⁾らが最初に報告して以来、地震^{5, 6)}や戦争⁷⁾の際において挫滅症候群の患者が多数発生したと報告されている。その機序について、Bywaters³⁾らはミオグロビンやヘモグロビン色素円柱そのものが原因物質であるとしていたが、Blacharら⁸⁾は動物実験にてミオグロビン投与だけでは腎機能障害が出現しないことを報告し、現在では糸球体濾過量の減少や交感神経刺激による血管収縮による尿細管の低酸素状態や再灌流障害など様々な要因^{4, 9, 10)}が関与していると考えられている。

挫滅症候群の診断の際に重要なのは受傷機転および理学所見から挫滅症候群をまず疑うことである²⁾。理学所見において特徴的であるのは、四肢の麻痺や腫脹、水泡形成などの皮膚の変化、および尿色の異常（ミオグロビン尿）などであり、これを見のがさないことが大切である^{2, 4)}。四肢麻痺に関しては種々の麻痺症状を呈するが、一般的に神経支配領域に一致しないとされている¹¹⁾。また圧迫部では中心が蒼白で血行障害を来し水泡形成を認め、周辺に腫脹、硬結、発赤を呈し、⁴⁾尿については血尿と鑑別が必要であるピンクから暗褐色のミオグロビン尿が認められる^{2, 4)}。以上のような所見に注意することが早期診断に重要であるが、今回の震災時のように非常に混乱した状況では、一人の患者に対して詳細な臨床症状を観察することは困難であり、また当初は患者を被災地外に転送する方法もなかった事より、簡便な診断法が望まれる。平井ら¹²⁾は阪神・淡路大震災の患者の調査を行い、SIRS (systemic inflammatory response syndrome) 評価が重症患者の予後を予測するうえで有効であったと報告している。しかし、実際にSIRSに関しても入院患者の65%において調査可能であったように、本震災時ではカルテ記載が充分でなく理学所見における集計を行う事ができなかった。挫滅症候群では破壊された筋肉からカリウム、リン、ミオグロビン、及びその他の蛋白が漏出することから、高カリウム血症、高リン血症、低カルシウム血症、低蛋白血症等が特徴であるとされている^{13, 14)}。そこで我々は、挫滅症候群の患者における腎機能障害の出現を当初対応可能であった緊急血液検査によって予測可能であるか否かについて検討をおこなった。

今回の検討では、腎機能障害が出現した群では腎機能障害が出現しなかった群と比較して、年齢において有意差を認め、性別および救出までの時間については有意差を認めなかった。挫滅症候群の重傷度に関連する因子として圧挫傷を受けた程度、範囲および圧迫を受けた時間が関連すると思われるが、救出までの時間のみでは実際の圧迫の程度と範囲が反映されず、救出までの時間が短時間であっても高度の圧挫傷を受けている場合があり、注意を要する。一方、高齢者や何らかの基礎疾患などを有し、予備機能の低下している症例は挫滅症候群において危険因子の1つであると考えられた。

腎機能障害が出現した群と出現しなかった群において初期の血液検査について比較すると、カリウム、白血球数が有意に高値であり、カルシウム、総蛋白、Base Excess、HCO₃⁻は有意に低値であった。これらは一般的に挫滅症候群において認められる異常値であり、血液検査をおこなった時点では既に挫滅症候群が進行していた可能性もあり、上記の因子が真に腎機能障害の出現を予測する因子であるかは不明である。しかし、なかでもカルシウム値については腎機能障害が進行し死亡した群や24時間以内に初回採血を行った群においても有意に低値であった。筋挫滅が生じると、ナトリウム-カルシウムイオンポンプの不活性化が筋肉細胞膜からナトリウムの押し出しを減少させ、間接的に細胞からカルシウムの排出が障害されるため低カルシウム血症となる機序が報告されていることから^{8, 9, 10, 15)}、挫滅症候群の早期段階で認められるカルシウムの低値は腎機能障害進行を早期に予測する重要な指標の1つであると思われる。

筋逸脱酵素については、筋肉が高度の挫滅を受け、広範囲に横紋筋融解が生じるため、その重症度の把握には筋逸脱酵素の測定が重要であるとされている。今回の震災でも重本ら¹⁶⁾は来院時の血清CPK値が10000IU/l以上

の23例において、筋逸脱酵素と血液浄化の離脱までに要した日数とに強い相関を認め、急性腎不全の重症度は挫滅を受けた筋組織の程度に大きく依存していたとの報告もなされている。今回は通常の測定機器が破損しており測定限界値以上の計測は不可能であったため、正確な検討は不能であった。しかし、GOTやGPT値は腎機能障害が出現した群において測定限界値を超えた症例が有意に多く、GOTやGPT値は初期段階の腎機能障害の程度を予測するには重要な因子であると思われた。従って、実際の被災地では今回のように緊急血液検査しか出来ない場合が予測され、CPKの正確な測定が困難な場合には筋逸脱酵素として比較的鋭敏でなく測定限界値を超えることが少ないLDH、GOT、GPTなどの測定も重要であると考えられた。

動脈血液ガス分析では全症例について採取されていないため詳細な検討はできなかったが、腎機能障害が出現した群において、明らかに代謝性アシドーシスが高度であった。アシドーシスは挫滅症候群において脱水、早期の腎性アシドーシスおよび広範囲の筋肉組織の破壊により進行するため、予後を判定する因子として重要であり¹⁷⁾、今後早期に動脈血液ガス分析によってアシドーシスの程度を評価する必要があると思われた。

従来報告では、横紋筋融解症を呈した症例において腎機能障害が出現した群と出現しなかった群についてretrospectiveに分析し初期段階でCPK、カリウム、リンの高値、アルブミン値が低値であれば腎機能障害が出現する可能性が高いとするWard¹⁸⁾やアシドーシスが予後を判定するのに重要であるとするMucharra¹⁷⁾の報告がみられるのみである。また今回の震災では、宮市ら¹⁹⁾は、挫滅症候群を呈した23例を調査し、心拍数増加、血圧低下および筋逸脱酵素の高値は腎機能障害と関連があったことを報告している。我々の検討は、これらの結果を裏づけるものであるが、血液検査や血液ガス分析だけでは予後を予測することは困難であるので、特徴的な理学所見も含めて総合的に診断を行う必要がある。

阪神・淡路大震災では救出された直後は比較的軽症にみえても、その後急速に四肢の浮腫やショック症状を呈する挫滅症候群が多発した^{1, 2)}。このような病態をきたす機序は不明であるが、近年、虚血再灌流障害の関与が推測されている。人為的に虚血再灌流を生じさせる駆血帯を使用する手術の際に血圧の低下、アシドーシス、心拍数および血清カリウムの上昇など全身性的変化が報告^{20, 21)}されており、駆血帯解除後に横紋筋融解が生じ腎機能障害が出現した症例²²⁾も報告されている。そこで我々は、駆血帯を使用して手術を行った症例の血液検査値を調査した。手術における検討と実際の震災時の症例では状況が異なるため単純に比較はできないが、手術を行った症例では駆血帯解除後にCPKのみ軽度の上昇のみみられたが、震災時にみられた様な低カルシウム血症や腎機能障害をきたした症例はなく、駆血帯を使用した虚血再灌流では血液検査に有意な変動がみられなかった。挫滅症候群における再灌流障害は重要な要因であると思われるが虚血再灌流だけで発症するとは考えにくく、広範囲の筋肉挫滅の関与など病因についてさらに検討の必要があると思われた。

5. まとめ

阪神・淡路大震災において家屋の倒壊などで下敷きとなった59症例の血液検査を調査し検討した。その結果、腎機能障害が出現した群では出現しなかった群と比較して高齢であり、白血球数、カリウム、LDH、GOTの高値、総蛋白、カルシウム、Base Excess、 HCO_3^- の低値を認め、中でもカルシウムとGOTは様々な条件における比較でも有意差を認めた。また、初期のカリウム値と経過中のクレアチニンの最高値とは正の相関を認め、初期のカルシウム値は負の相関を認めた。したがって、挫滅症候群が予想される場合には早期に血液検査および血液ガス分析を行い、白血球数、カリウム、LDH、GOTの高値、および総蛋白、カルシウム、Base Excess、 HCO_3^- の低値を認める場合には特に慎重な対応が必要であるが、理学所見を含めて総合的な診断が重要である。

参考文献

- 1) 水野耕作：阪神大震災（兵庫県南部地震）その発生から圧挫症候群まで一神戸大学医学部整形外科学教室の目を通して一、整形外科，Vol. 46, pp. 515-523, 1995.
- 2) 中山伸一，石井 昇，森田須美春：挫滅症候群一早期診断ならびに治療のポイントとpitfall一，日外傷会誌，Vol. 11, pp. 67-75, 1997.
- 3) Bywaters EGL, Beall D: Crush injuries with impairment of renal function, Br Med J, Vol. 1, pp. 427-432, 1941.
- 4) 横田順一朗: Crush syndrome, 日外傷会誌, Vol. 10, pp. 71-80, 1996.
- 5) Sheng ZY: Medical support in the Tangshan Earthquake: a review of the management of mass casualties and certain major injuries, J Trauma, Vol. 27, pp. 1130-1135, 1987.
- 6) Collins AJ: Kidney dialysis treatment for victims of the Armenian earthquake, N Engl J Med,

Vol. 320, pp. 1291-1292, 1989.

- 7) Reis ND, Michaelson M: Crush injury to the lower limb. Treatment of the local injury, J Bone Joint Surg, Vol. 68-A, pp. 414-418, 1986.
- 8) Blachar Y, Fong JS, de Chadarevian JP, Drummond KN: Muscle extract infusion in rabbits. A new experimental model of the crush syndrome, Circ Res, Vol. 49, pp. 114-124, 1981.
- 9) Weeks RS: The crush syndrome, Surg Gynecol Obstet, Vol. 127, pp. 369-375, 1968.
- 10) Odeh M: The role of reperfusion-induced injury in the pathogenesis of the crush syndrome, N Engl J Med, Vol. 324, pp. 1417-1422, 1991.
- 11) 八木正義, 金谷貴子, 藤田健司, 三枝康宏, 水野耕作: 阪神・淡路大震災において四肢麻痺を呈した症例の予後調査, 日災医誌, Vol. 45, pp. 575-577, 1997.
- 12) 平井昭博, 中山伸一, 石井昇: 大規模災害時の外傷患者でのSIRS/MODSの臨床的意義についての検討, 日外傷会誌, Vol. 11, pp. 250-255, 1997.
- 13) Better OS, Stein JH: Early management of shock and prophylaxis of acute renal failure in traumatic rhabdomyolysis, N Engl J Med, Vol. 322, pp. 825-829, 1990.
- 14) Michaelson M: Crush injury and crush syndrome, World J Surg, Vol. 16, pp. 899-903, 1992.
- 15) Christensen O: Mediation of cell volume regulation by Ca²⁺ influx through stretch-activated channels, Nature, Vol. 330, pp. 66-68, 1987.
- 16) 重本達弘, 林下浩士, 松尾吉郎, 鍛冶有登, 月岡一馬, 鶴飼卓, 嶋岡英輝: クラッシュシンドロームにおける血液浄化の臨床的検討—阪神大震災23例の分析から—, 日救急医学会誌, Vol. 7, pp. 633-640, 1996.
- 17) Muckart DJ, Moodley M, Naidu AG, Reddy AD, Meineke KR: Prediction of acute renal failure following soft-tissue injury using the venous bicarbonate concentration, J Trauma, Vol. 33, pp. 813-817, 1992.
- 18) Ward MM: Factors predictive of acute renal failure in rhabdomyolysis, Arch intern med, Vol. 148, pp. 1553-1557, 1988.
- 19) 宮市功典, 重本達弘, 林下浩士, 他: 控滅症候群の来院時臨床所見と重傷度—血液浄化により分けた臨床検討—, 日外傷会誌, Vol. 11, pp. 61-66, 1997.
- 20) Lynn AM, Ficher T, Brandford HG, Pendergrass TW: Systemic responses to tourniquet release in children, Anesth analg, Vol. 65, pp. 865-872, 1986.
- 21) 遠藤拓男, 土居修司, 松宮直樹, 田中誠, 内藤裕史, 福林徹: 空気駆血帯の呼気炭酸ガス濃度, 筋内圧の変化, 臨床麻酔, Vol. 12, pp. 1649-1651, 1988.
- 22) Williams JE, Tucker DB, Read JM 3rd: Rhabdomyolysis-myoglobinuria: consequences of prolonged tourniquet, J Foot Surg, Vol. 22, pp. 52-56, 1983.

筆者: 1) 八木正義, 医学部整形外科学講座, 研究生; 2) 三枝康宏, 医学部整形外科学講座, 講師; 3) 水野耕作, 医学部整形外科学講座, 教授

Prediction of Crush Syndrome in the Great Hanshin-Awaji Earthquake

Masayoshi Yagi
Yasuhiro Saegusa
Kosaku Mizuno

Abstract

Many of the patients who were buried under fallen masonry in the Hanshin-Awaji earthquake of January 17, 1995, developed acute renal dysfunction. These patients were considered victims of "Crush syndrome". Although, it has been reported that crush syndrome has been observed in seismic catastrophes and wars, the mechanism of this disease has not been fully understood. In order to investigate the predictive factors of crush syndrome, a retrospective study of the charts of patients injured in the Hanshin-Awaji earthquake was performed.

Fifty-nine patients in whom serum creatine kinase level was higher than 1000 IU/L were studied. The emergency laboratory data and clinical background of those patients with renal dysfunction were compared with patients without renal dysfunction. Renal dysfunction was defined as levels of serum creatinine greater than 1.5 mg/dl.

When clinical variables were compared between the renal dysfunction and the non-renal dysfunction groups, average age, potassium level and white blood cells were significantly higher in the renal dysfunction group, while calcium, total protein and HCO₃⁻ in blood gas were significantly lower. When clinical variables were compared between those who died and those who survived, calcium was significantly lower in those who died. As it was only possible to use emergency units, the serum enzyme level from muscles, such as LDH, GOT and GPT exceeded the measurable limit in many cases in the renal dysfunction group.

In conclusion, when patients suffer from crush injury, blood chemistry and gas analysis should be performed immediately. If an extremely high level of musclogenic enzyme and a low level of serum calcium are observed, extensive care will be needed to prevent the risk of renal dysfunction developing.