

特 集

災害医療

災害医療からみた本院臨床検査の状況

¹⁾ 獨協医科大学病院 臨床検査センター

²⁾ 獨協医科大学 感染制御・臨床検査医学

及川 信次¹⁾ 池田眞由美¹⁾ 堀内 裕次¹⁾ 菱沼 昭^{1,2)}

1. はじめに

平成23年3月11日、14時46分18秒、宮城県牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源地として、マグニチュード9.0の東日本大震災が発生した。栃木県では、震度6弱の揺れを経験した。その後太平洋沿岸では、大規模な津波で約2万人という多くの尊い人命が失われ、さらに福島県では安全とされていた東京電力福島第一原子力発電所が水素爆発を起こし、広い地域に放射性物質が拡散した。設定していた地震や津波の大きさに対応できず予想外の事故が発生し、さらなる二重三重の安全管理対策の充実が求められた。このような経験したことの無い大規模地震において、臨床検査センターが遭遇した事例と今後の改善について報告する。

2. 施設の被害状況

激しい揺れと同時に大学病院が停電となり、臨床検査システムおよび各検査装置、冷蔵庫・冷凍庫の非常ブザーが鳴った。スタッフは、機器から離れ柱に捕まるようにして揺れが収まるのを待った。数分後、遺伝子検査・夜間休日輸血検査室の天井から水漏れが発生したが、温水配管バルブの破断によるものであった。しかし、排水系の破損は見られなかった。温水配管バルブの破断は、パイプの永年経過による腐食のためであった(図1)。外来採血待合室では、地震による一時的な天井の歪みで補正板が数十か所で外れたが、紐で固定されていたため、宙吊り状態になった。臨床検査センターの壁は、一部亀裂を認めたが、検査機器および机・棚からの落下物は無かった。自家発電の稼動とともに水道、ガスなどのライフラインが復旧し、患者様およびスタッフへの人的被害も無かった。概ね施設損傷が少なかった要因の一つは、平成22年度に耐震工事を含めた病院リフォームが行なわれたことによるものと考えられる。

3. 検査装置の被害状況

地震発生と同時に電源の供給が停止した。間もなく電源は、非常用自家発電装置が起動し回復した。この自家発電装置は、後の計画停電において事前に起動させることで、電源の切り替え作業による瞬間停電を防ぐことができた。これにより臨床検査システムや輸血を含めた検査装置を24時間止めることなく、検査を遅延させず報告することができた。

臨床検査システムは、震災当日の停電によりシステムダウンし、修復作業に約2時間を要した。臨床検査システムは、富士通東北(仙台)から導入したため、事業所が震源地に近く電話連絡等の通信が不能となり、臨床検査センター内のシステム担当者がメンテナンスにあたった。サーバーの再起動やフリーズしたハブの交換を行なったが改善されず、原因は、ハブを交換した際に、LANケーブルを間違えてループさせて配線し取り付けしたことにある。この間、検査結果の報告手段は、紙による手渡しと内線電話で対応した。また瞬間停電により、-80℃の冷凍庫が再起動できず修理となった。検査システムや検査機器など重要な機器においては、無停電装置を設置する大切さを痛感した。

血液製剤用保冷庫は、床へ固定していなかったため、約20cm水平移動した。また、検体搬送装置は、付属遠心器の位置ズレと検体分注装置部の歪みで作動不能となり、震災翌日メーカー修理となった。

生化学分析装置は、反応セル恒温槽内の専用液が液漏れを起こし、比色部に付着して測定不能となった。しかし、県内に出張していたメーカー技術者が交通停滞により帰宅できず、たまたま本院へ機器点検のため立ち寄り、修理できた。血液学的検査部門は、検査装置自体の被害は無かったが、標本室に積み立てて保管していた末梢血液像標本および骨髄像標本保管箱が一部、倒壊破損した。

心配していた微生物検査室は、血液培養装置等の検査



図1 破断した配管バルブ

機器や培養中のシャーレの倒壊も起こらなかった。また、抗酸菌・真菌検査陰圧室の損傷も見られず、病原菌の放出・汚染は無かった。

その他外部との連絡では、血液センターとの電話・FAXが通信不能となったが、震災後、2時間程度で回線の混雑は緩和された。

これ以降、節電対策として室内照明を減らし、さらに検査機器の稼働時間を短縮させた。

4. 検査試薬ならびに消耗物品の供給状況

検査試薬・消耗品は年度末の試薬棚卸にそなえて各検査部門とも在庫調整時期と重なっていた。微生物検査・生化学検査試薬は、福島県内に生産工場や物流センターを有する事業所から納品されていたため、試薬供給不足に陥った。

微生物検査では、血液寒天培地とチョコレート寒天培地が不足し、他2社の製品の代替を担当部署に指示したが、現場ではコロニー形成の違いから誤判定に躊躇して発注が遅れた。その間、ガソリン等の燃料不足、鉄道・道路交通事情の悪化遅延も加わり、国内の供給体制が停滞した。一部、過剰に試薬を備蓄した施設もあったと聞いている。そのため、他2社の培地に完全な切り替えができず、講座研究試薬や血液寒天/チョコレート寒天分画培地なども代用した。因みに、自己採血した血液と粉末培地でチョコレート寒天培地を作製したが、目的とした *H. influenzae* は、夾雑物の影響でコロニーが形成されず使用できなかった。血液培養ボトルは、神戸市に流通センターがあり、順調に供給された。血液培養の重要性から3月27日より血液培養ボトルを24時間体制で血液培養装置へ投入することにした。検査資材供給者としてメーカーは、この震災の経験から配送センターの一極集中を見直し、リスクを分散させてハード・ソフト両

面から緊急時に備え、また海外工場との補完関係を強化する対策が取られた¹⁾。

生化学検査は、試薬物流センターが郡山市にあり、建物が立入封鎖となったため供給停止となった。試薬17品目(酵素7項目、無機物質3項目、微量蛋白5項目、補体2項目)が4月4日で当院の在庫が底を突く事が判明した。急遽、他メーカーへの試薬変更を決定し、基準範囲も変更した。試薬メーカーの流通が安定した時点(同年6月)で精度の良い4試薬は従来使用のものに戻した(表1)。

輸血検査分析機の試薬は、供給元の高萩市の倉庫が被災したが、震災7日後に試薬の納品が可能となった。試薬納期の停滞を予想し、用手法への切り替え準備を行なったが、変更せずに済んだ。

医療材料では、採血後の止血用テープの供給が停止し、別品にて対応した。さらに、ディスポーザブルサージカルマスク、ディスポーザブル手袋の納品も遅延傾向にあった。

5. 南相馬市内の病院から入院患者の緊急受け入れ

平成23年3月20日17時ごろに福島県南相馬市内の病院から入院患者31名(男性22名 平均80.5歳、女性9名 平均87.1歳、全年齢52歳~99歳)を緊急に受け入れた。平均入院期間は16.9日、死亡退院した者は2例であった。臨床検査センターには、生化学、血算・凝固線溶検査、尿一般検査、症状によっては血液ガス、血液培養検査の依頼があった。入院時すべての検査項目で基準値を超えたのは、CRP、次にWBC 15件、BUN 13件、また、A型インフルエンザ陽性は2件であった。微生物学的検査の実施率は64.5%(20/31件)であった(表2)。血液培養検査依頼16件のうち陽性は、*S. intermedius* 1件のみであった。また喀痰からMRSAが9件、ESBL産生菌5件(*P. mirabilis*)、尿からESBL産生菌1件(*E. coli*)とMBL産生菌1件(*P. aeruginosa*)が検出された。尿中肺炎球菌抗原1件も検出された。しかし、緊急受け入れ者から院内への伝播拡散は無かったのは幸いである。

6. 避難生活を送っている被災者支援活動

獨協医科大学は栃木県、栃木県臨床衛生検査技師会、検査センター、機器・試薬販売業者と連携し、福島第一原子力発電所の事故のため、栃木県で避難生活を送っている約220名の健康診断を行なった。6月18日から獨協医科大学呼吸器・アレルギー内科医師と技師会会員の獨協医科大学病院臨床検査技師5人が、それぞれボラン

表 1 東日本大震災にともなう試薬変更一覧

項目	変更前の測定法	変更後の測定法	変更日→再変更日
AST	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	4/ 4
ALT	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	4/11
ALP	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	4/27
LD	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	4/15
γ-GT	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	4/29
CK	JSCC 標準化対応法	JSCC 標準化対応法	5/ 4
LAP	L-ロイシル-p-ニトロアニリド基質法	L-ロイシル-p-ニトロアニリド基質法	5/ 5
Ca	クロロホスホナゾ-Ⅲ法	メチルキシレノールブルー(MTB) 法	5/19→6/15
Mg	酵素法	酵素法	7/ 2→6/15
CRP	ラテックス凝集比濁法	ラテックス比濁法	5/22→6/15
尿中-Alb	免役比濁法	免疫比濁法	4/25
NAG	酵素法	酵素法	4/12
β2-mg (血中, 尿中)	ラテックス免疫比濁法	ラテックス免疫比濁法	4/ 2
C3	免疫比濁法	免疫比濁法	4/ 2
C4	免疫比濁法	免疫比濁法	4/ 6
アンモニア	酵素法	酵素サイクリング法	4/ 6→6/15

ティアで診療と採血に当たった²⁾。健診は、三菱化学メディエンスの健康調査表を用いて血算、肝機能、脂質、血糖、腎機能を同社のラボで実施した。

7. 東日本大震災を通じて要望された臨床検査機器および検査項目

臨床検査室で使用されている多くの分析装置は、100V以上の電源と大量の水を必要とするため、測定にはライフラインの復旧が必要不可欠であった。この厳しい状況において「そのとき、その場で行なう検査」POCT (Point of care testing) が今回の震災において注目された^{3,4)}。

POCT ガイドライン³⁾によると「POCTとは、被検者の傍らで医療従事者が行なう検査であり、検査時間の短縮および被検者が検査を身近に感ずるという利点を活かし、迅速かつ適切な医療・看護、疾病の予防、健康増進等に寄与し、ひいては医療の質、被検者のQOL (Quality of life) および満足度の向上に資する検査である。」と定義されている。

東日本大震災に際し、日本臨床検査医学会および日本臨床検査自動化学会 POCT 推進委員会では、東日本大震災対策委員会を開催し、社団法人日本臨床検査薬協会からの協力も得て、POCT 対応機器・キットおよび人の支援を検討した。被災地基幹病院である岩手医科大学、

表 2 被災地病院よりの転入患者の微生物検査

1. 細菌検査の全実施率：	64.5% (20/31 件)
2. 血液培養検査：S. <i>intermedius</i>	1 件 (1/16 件)
3. 喀痰培養：MRSA	9 件
4. 喀痰培養：ESBL 産生菌 P. <i>mirabilis</i>	5 件
5. 尿培養：MBL 産生菌 P. <i>aeruginosa</i>	1 件
ESBL 産生菌 E. <i>coli</i>	1 件
6. インフルエンザウイルス抗原検査：	A 型 2 件
7. 尿中肺炎球菌抗原検査：	陽性 1 件

東北大学、福島県立医科大学と連携をとり、情報の収集・共有・一元化を図り臨床検査支援体制の構築にあたった。日本臨床検査医学会の東日本大震災対策委員会における活動報告から、要望があった検査試薬は、尿中 hCG、RS ウイルス、アデノウイルス (呼吸器)、アデノウイルス (消化器)、ノロウイルス、ロタウイルス、インフルエンザウイルス、尿中レジオネラ、尿中肺炎球菌抗原検査、尿定性検査など電源を必要としないイムノクロマト法や試験紙による簡易検査であった。装置を用いるものとしては、簡易バッテリー型で測定できる電解質、血糖、血液ガス、BUN、クレアチニン、一般生化学検査、PT (INR)、D ダイマーなどであった^{5,6)}。しかし、これらの検査は、環境温度により影響を受ける場合があるため、十分に熟知して取り扱う必要がある。被災地の臨床

検査支援において当病院庶務課からも簡易血糖測定器の問い合わせがあり、臨床検査医学のBSL実習用の簡易血糖器10台保有していることを伝えている。近年、POCT分析装置は、高性能化し、イムノクロマト法も多くの検査項目が開発され、今回の被災地支援活動において、POCT検査の重要性が実証された。

8. 検査の機能維持のためのポイント

災害時の大学病院および検査室の機能維持のためには、日頃のリスクマネジメント管理が大切である。災害現場での経験豊富な在日米軍施設に勤務する検査技師は、以下のポイントを指摘している⁷⁾。

- 1) 水を確保する：手洗いや分析装置に供給する。
- 2) 冷蔵庫、冷凍庫の機能を保持する：血液製剤や一度融解すると検査が不適になる試薬の劣化を防ぐ。
- 3) 停電に備える：重要な機器には無停電装置（バッテリー）を備える。
- 4) 患者一覧を作成する：災害対策プランを立てやすくする。
- 5) 臨床検査システムおよび電話、FAXのダウンに備える：殆どの検査データはサーバー内にあるため情報の破壊を防ぐ。迅速で正確な結果報告に努める。
- 6) 検査の精度管理を徹底する：緊急検査により、即時治療が行なわれるため検査の正確性を高める。
- 7) 検査室の室温を管理する：分析装置によっては高温で作動しないものや、また低温で試薬の反応が遅く低値に測定されるものがある。
- 8) 感染予防を徹底する：標準予防策を遵守し、微生物検査室からの汚染を防止する。
- 9) 職員の休息時間を確保する：疲労による検査過誤や事故を防止する。
- 10) 用手法検査を活用する：個々にあるもので何処までできるかを実践する。
- 11) チーム医療を充実する：各職種間で十分にコミュニケーションをとり情報の収集に当たる。

まとめ

検査を遅滞無く正確に報告するには、我々が経験した事例をもとに、常に改善が必要である。今後、これらを参考に、常日頃から非常事態に備えた検査体制を構築していきたい。

参考文献

- 1) 金光啓二, 長沢光章・賀来満夫, 高橋洋, 小林郁夫, 富井啓士: 緊急特別企画—地震・津波・原発災害: 復興への道—シンポジウム. 日本臨床微生物学雑誌 **21**: 62-67, 2012.
- 2) 東日本大震災—進む都道府県レベルの被災者支援—栃木県で被災者の健康診断. THE MEDICAL & TEST JOURNAL **1162**: 1, 2011.
- 3) 中井利明, 松尾収二, メ谷直人, 他: POCTガイドライン第2版 (suppl2). 日本臨床検査自動化学会誌 **33**: 1-123, 2008.
- 4) メ谷直人: POCTの現状と今後の課題. 臨床病理 **59**: 864-868, 2011.
- 5) 坂本秀夫, 後藤健治, 長沢光章, 他: 東日本大震災対策委員会における活動報告. 臨床病理 **59**: 1144-1153, 2011.
- 6) 櫛引健一: 災害医療現場に必要な検査. 検査と技術 **40**: 518-521, 2012.
- 7) メ谷直人, 前川真人, 宮地勇人監修: シリーズ災害対策—検査技師の災害現場経験に学ぶ. 臨床検査グローバルニュース **4**: 18-19, 2012.