

4. 災害時における災害拠点病院を中心とした地域内の資源再配分に関する調査

○ 阿部喜子 中川敦寛 古川宗 工藤大介 松村隆志 熊田真紀子 久志本成樹
(東北大学病院高度救命救急センター)

【研究目的】

大震災時に被災地の医療の中心を担うのは被災地および周辺地の災害拠点病院である。災害拠点病院では、入院患者の治療継続、新規患者の受け入れ（トリアージ）、域内治療、重症者の域外搬送と被災地域の医療支援が求められるが、現在、災害拠点病院の運用に関する具体的なガイドラインはなく、厚労省より医政局長通知として出されている医療計画の指針のうち、「災害医療について」のスライド数枚分に耐震耐火建築物、インフラ、資材、支援に関する記載があるのが現状である。

当院では、東日本大震災発災直後より災害対策本部と高度救命救急センターにおけるイベントクロノロジーの記録を開始し、災害対策本部が解散する4月15日まで継続した。クロノロジーからは当院を含む仙台市市街部の病院では、発災直後の予想を大幅に下回る来院者数であったにもかかわらず、広範囲にわたるインフラの停止、機能低下による重要業務継続に関する脆弱性が明らかとなった。とくに発災後72時間という時間帯では、さまざまな医療ニーズや災害対応体制の確立に伴う業務がピークとなる一方で、病院の重要業務を継続するために必要なあらゆる機能が顕著に低下していたことが浮き彫りとなった。その一方で、技術的なイノベーション、最小限行うべき投資、複数の代替案の考慮、限られた資源を地域の資源も含めて最大限に活用、再配分、など最低限の機能維持を実現するために可能な点も明らかになってきた。さらには、実際に発災するまでは予想しつくせない様々な局面に迅速に対応し、病院の重要業務を継続する確率をあげるためには、資源の供給などの低下、中止を前提として重要業務を考える、すなわち、病院の事業継続計画（business continuity plan : BCP）の策定が重要であるとの結論に達し、現在、東北大学病院の公的なミッションとして病院BCP策定に取り組んでいる。

本研究は、災害拠点病院の重要業務を継続するにあたり、「地域内の資源の最大活用、再配分」が有用である場面を明らかにし、現状と課題を明らかにすることを目的とした。

【方法】

宮城県では、基幹災害拠点病院（独立行政法人国立病院機構仙台医療センター）1施設に加えて、地域災害医療センターとして13施設（公立刈田総合病院、みやぎ県南中核病院（仙南医療圏）、仙台市立病院、東北大学病院、総合病院仙台赤十字病院、独立行政法人労働者健康福祉機構東北労災病院、東北厚生年金病院、財団法人宮城厚生協会坂総合病院（仙台

医療圏)、大崎市民病院(大崎医療圏)、栗原市立栗原中央病院(栗原医療圏)、登米市立登米市民病院(登米医療圏)、石巻赤十字病院(石巻医療圏)、気仙沼市立病院(気仙沼医療圏))の計14施設が災害拠点病院の指定を受けている(医療圏ならびに名称は東日本大震災発災当時)。本研究では、宮城県下全二次・三次医療施設(72施設)を対象とした東日本大震災時偶発性低体温症宮城県全県調査(1. 偶発性低体温症の発生状況に関する調査、2. 情報通信手段に関する調査 3. 病院の暖房環境調査)の一環として東北大学医学部・医学系研究科倫理委員会の承認を得て、宮城県災害対策本部内に設置された災害医療本部および前記14施設を対象とし、イベントクロノロジーの解析および書面による調査、仙台市ガス局を含めた関連部署の訪問ヒアリング調査を実施した。

病院の重要業務の継続に必須と考えられる要素をライフライン、設備、資材、その他の4つの大項目に分け、さらに細分化し、以下の25項目において検討を行った。

- ・ ライフライン(電力 / ガス / 水道 / 重油 / 軽油)
- ・ 設備(エレベーター / ヘリポート / 診断機器(CT) / 検査機器 / 滅菌 / 吸引器 / 透析 / 手術室 / 治療機器(血管撮影) / オーダリング)
- ・ 資材(薬剤 / 輸血 / 事務資材 / 医療資材 / 酸素ボンベおよび医療用ガス / 毛布)
- ・ その他(入院患者食 / 職員食 / 職員通勤(ガソリン) / 衛生(トイレ))

【結果】

本研究期間内においては、ライフライン、設備の各項目についての調査を終了した。資材に関しては、酸素、薬剤の調査まで終了した。このうち、地域内の再配分が可能な要素が認められたのは、電力、滅菌、酸素、薬剤であった。

1. 電力

本震災では、電力の供給制限による稼働制限を受けた。当院を含む東北大学星陵キャンパスでは電力使用量は約7500kWで推移しており、商用電源と常用自家発電による供給電力は1000kWで賄っていた。非常時は病棟・中央診療棟用として最大出力1600kW、その他建物用として最大出力1200kWで72時間維持可能な備蓄重油による自家発電2基と病棟専用のガス供給による最大出力1000kWの自家発電装置2基総必要電力の稼働による計4800kWが最大出力であった。本震災直後には、非常用自家発電が作動、4800kWが供給された(カバー率65%)。しかし、液化天然ガス精製工場の津波被災に伴い、発災から2時間も経過しないうちに早々と供給停止となり、最大供給量は2800kWに低下した(カバー率37%)。さらには備蓄重油による自家発電も商用電源の復旧の目途が立たないことから、最大出力の50%で稼働せざるを得なかったため、発災当日の供給電力は1400kWに制限された(カバー率18%)。その結果、診断機器の一部、とくに救命センター内のCTは非常電源に接続されていたが、立ち上げ時に60-100kWの電力を消費し、許容量を超過する可能性があったため、稼働できなかった。

2. 滅菌

当院では、2か所の中央材料室において、高圧蒸気滅菌8台、酸化エチレンガス滅菌4台、過酸化水素ガスプラズマ滅菌2台を用いて滅菌業務を行っていた。滅菌の主力となる高圧蒸気滅菌が再開したのはボイラーが本格復旧した3月23日（発災12日目）であった。この間、エチレンオキサイドガスおよび高圧蒸気滅菌を要する機材に関しては、近隣病院、隣県病院で滅菌を代行していただいた。洗浄に関してはウォッシャーディスインフェクターの加温方式を元のボイラー蒸気から内蔵電気ヒーターに切り替えて2台を使用したが、所要時間の短縮化のため、洗浄後の乾燥は別の乾燥機で行った。歯科外来開始後は、卓上滅菌器6台を借用した。

3. 酸素

配管供給の酸素に関しては、供給日から間もなかったこともあり、震災当日に残量が問題になった病院はなかった。精製工場は津波で機能停止したが、タンクローリーを用いて他県より、通常通りの日程で補充を受けることができた。タンクや配管の損傷の損傷はなかった。酸素ボンベに関しても、酸素充填会社が津波で被災したが、発災翌日から県内、県外の別ルートを介して配送を受けることができた。当院では、エレベーターは復旧していたが、エレベーター停止中の病院では、人力での運搬で対応した。酸素ボンベに関する照会は災害拠点病院から県医療本部への問い合わせが多かった項目の一つで、業者との連絡がつかなかったこと、需要が読めなかったことが影響しているものと考えられた。

4. 薬剤

当院における薬剤の平均在庫日数は、経営の合理化による在庫の削減、物流システムの迅速化により卸売業者から緊急を要する薬剤の場合、1～1.5時間で調達できる体制となっていたため、震災時には3.8日となっていた。また、発災が3月であり、年度末に向けて医薬品の在庫量を調整し、2010年度の4月から12月までの月平均在庫金額から3割以上削減したところであった点、金曜日で土から月曜日までの3日分の注射剤を個人セットとして病棟に払出すことになっており、払出し後の注射剤の在庫は1日分以下となっていた点、卸売業者に対して行う15時の定時自動発注の直前であった点がかさなり、発災直後の医薬品の備蓄量は約1日分程度であった。さらには、トリアージ体制の確立に伴う薬剤の移動、病棟への薬剤配給に加えて、院内の薬剤の再分配をエレベーター停止下で、全て人力により行わざるを得ず、難渋した。当院では、宮城県沖地震、直下型地震やテロを想定して品目選定し、災害用備蓄医薬品（注射剤を中心として構成した69品目）を一定量確保していた。実際は、救急トリアージに関しては、発災当日から翌12日の朝までに、500名を超える受傷者の来院が予想され、医薬品不足も懸念されたが、実際には、津波の被害が中心であり、発災後に緊急の治療を要する外傷患者が少なかった点、この期間の対応患者は54名（緑18名、黄18名、赤16名、黒2名）であり、予想の10分の1程度にとどまった点から、医薬品不足には至らなかった。

本震災では、卸売業者の倉庫も甚大な損傷を受けただけでなく、情報通信、ガソリンの

枯渇や震災当日の交通マヒなどにより発災後数日間の薬剤供給事情は大幅に悪化した。これに対して、個人セットの切り崩し、再分配することで対応したが、特に輸液製材を階段で運搬することは大きな負担となった。また、電力の大幅制限に伴って、薬剤部内の非常用電源に接続されていない4台の冷蔵庫、外来処置室や手術部、重症病棟部、救命センターおよび一般病棟に保管されていた抗体製剤、G-CSF製剤、インターフェロン製剤、エリスロポイエチン製剤など全ての冷所保管医薬品を非常用電源に接続した15台の冷蔵庫に集約したが、重量、あるいは体積を有する物品はなく、大きな混乱はきたさなかった。その一方で、輸液類など、重量、あるいは体積を有する物品の輸送に関しては難渋した。

【考察】

本研究では、病院の重要業務の継続に必須と考えられる要素をライフライン、設備、資材、その他の4つの大項目に分け、さらに細分化し、25項目において調査を行った。資材、その他については引き続き調査を継続するが、地域内の再配分が可能な要素が認められたのは、電力、滅菌、酸素、薬剤であった。

電力に関しては、当院で経験したCT運用の事例の教訓も踏まえ、油谷らの報告（病因設備2012）にあるように災害の程度にあわせてグレード、すなわち維持すべき病院機能を想定し、グレードにあわせて非常用電源の運転時間を設定し、各グレードにおいて予め電気負荷を設定しておく方法が望ましいと考えられた。

今回の調査の項目中では、詳細に言及はできなかった透析、そして本研究で言及した滅菌、薬剤の項目は、隣県まで含めた地域内連携を平時から構築しておくことが重要な項目であるものと考えられた。滅菌に関しては、複数のエネルギー源で運用する、あるいは必要最低限となる項目をやはり前述のグレードに応じて設定しておくことはもちろんのこととして、各施設でどういった内容の対応が可能か、把握する必要があるものと思われる。薬剤に関しても貯蔵可能な薬剤に限界があるのは自明の理であり、複数の病院間で計画的に備蓄を行うなどの取り組みも有用であると考えられる。

本震災では、ライフラインの広範囲途絶に伴い機器を必要とする慢性疾患患者への対応が大きな問題となった。とくに、維持透析患者、在宅酸素療法患者、在宅人工呼吸患者など、震災による直接の傷病者ではないが医療の継続が必要である患者だけでなく、被災により機能できなくなった診療所や近隣二次病院で維持透析を行っていた多くの患者も多数来院した。震災による傷病者を多数受け入れるためにも、これらの患者を長期に入院させることはできず、平時に構築した地域のネットワークを駆使して転院などを手配した。広範囲に及びライフラインが途絶するような大震災において、災害拠点病院など地域基幹病院は急性期災害医療のみならず、機器を要する慢性疾患患者を一旦受け入れ、他の医療機関の体制が回復した時に転院を手配するなどの社会的役割を求められることが明らかになると同時に災害拠点病院における医療資源を確保するために、近隣病院、老健施設をはじめ地域の学校や集会所などを活用することも視野に入れ、保管体制や保安の問題を含めた

法整備を含めた検討を今後考慮する必要があるものと考えられた。

【今後の課題】

本研究期間内においては、病院の重要業務に必要な要素のうち、主にライフライン、設備について調査を終了したが、資材、その他の各項目については今後調査を継続し、論文として報告すると同時に得られた知見を東北大学病院版 BCP 策定に盛り込む予定である。

【業績】

1. 阿部喜子、中川敦寛、古川宗、工藤大介、小西竜太、越智小枝、的場匡亮、大崎静香、前澤翔太 松村隆志、岡本智子、江川新一、富永悌二、久志本成樹。災害拠点病院の事業継続の見地からみた燃料ガス運用の現状と課題：東日本大震災宮城県災害拠点病院調査。病院設備（投稿中）
2. Furukawa H, Kudo D, Nakagawa A, Matsumura T, Abe Y, Konishi R, Yamanouchi S, Kobayashi M, Narita N, Washio T, Arafune T, Tominaga T, Kushimoto S. Accidental hypothermia in victims of the Great East Japan Earthquake: a survey in Miyagi prefecture. Disast Med Pub Preparedness (under submission)
3. Kudo D, Furukawa H, Nakagawa A, Yamanouchi S, Koido Y, Matsumura T, Abe Y, Konishi R, Matoba M, Tominaga T, Kushimoto S. Resources for business continuity in disaster base hospitals in the Great East Japan Earthquake: Survey of Miyagi Prefecture disaster base hospitals and the Prefectural Disaster Medicine Headquarters. Disast Med Pub Preparedness (2013, Epub ahead of print)
4. 中川敦寛、古川宗、阿部喜子、工藤大介、松村隆志、丹野寛大 岡本智子、久道周彦、山内聡、久志本成樹、富永悌二。災害拠点病院の事業継続におけるエレベーター：東日本大震災宮城県下災害拠点病院調査から 日本集団災害医学会誌 18: 9-17, 2013
5. Nakagawa A, Furukawa H, Kudo D, Abe Y, Sato D, Washio T, Arafune T, Arii M, Yamanouchi S, Kushimoto S, Tominaga T. Chronological analysis in Tohoku University Hospital during the first 72 hours after the Great East Japan Earthquake. IEEE PULSE 4:20-27, 2013

【経費使途明細】

交通費（拠点病院アンケート調査聞き取り（10,000×28回）	280,000 円
通信費（郵送代、切手代、メール便）	5,920 円
データベース作成用ソフト（adobe ソフトウェアライセンス×1）	86,240 円
合計	372,160 円