

特集：血液浄化法

災害時の透析医療と危機管理

Dialysis medicine and risk management in disaster

根木茂雄*¹ 龍田浩一*^{1,2} 重松 隆*¹

Shigeo NEGI*¹, Kouichi TATSUTA*^{1,2}, and Takashi SHIGEMATSU*¹

はじめに

血液透析(人工透析)に代表される透析医療は大量の水と電気,専用の透析機器などを必要とする特殊な医療であり,災害などで断水や停電が生じれば透析を続行することが困難となる。透析が中断されれば透析患者にとって生命維持が困難となり,非常に深刻な状況となる。災害時は透析医療はきわめて脆弱であり,日頃から災害時における対策が非常に重要となる。地震大国といわれる日本において,ここ最近 20 年間でも阪神・淡路大震災(1995 年 1 月 17 日),新潟県中越地震(2004 年 10 月 23 日),新潟県中越沖地震(2007 年 7 月 16 日),最近では観測史上日本最大規模の東日本大震災(2011 年 3 月 11 日)が生じている。これらの災害において透析医療は多くの問題点を露呈してきたが,その経験を生かし,災害時における透析医療をめぐる今後の課題や対策について概説し,最後に 2011 年 9 月に紀伊半島南部に甚大な被害をもたらした台風 12 号による豪雨の際の透析医療について検証する。

人工透析施設内での震災対策(表)¹⁾

1. 透析ベッド・患者監視装置

患者監視装置はキャスターをロックせず,フリーな状態にしておく。そうすれば震災時でも透析室内を自由に移動し,転倒するリスクが低くなる。過去の災害においても,キャスターがフリーになっていた患者監視装置はほとんど転倒を免れていたことからこのことは実証されている。透析ベッドについては患者がベッドより移動する必要がある

表 血液透析室内での震災対策

- 患者監視装置のキャスターはロックせず,フリーにする。
- 透析ベッドのキャスターはロックする。
- 透析液供給装置, RO 装置はワイヤーにて吊り下げ固定あるいはアンカーボルトにて床面に固定する。
- 透析液供給装置, RO 装置の配管にはフレキシブルチューブを使用する。

ため,キャスターはロックしておく。

2. 透析液供給装置, RO(逆浸透: reverse osmosis)装置, 配管

機械室に設置する機器(透析液供給装置, RO 装置)は透析室の機器(患者監視装置, 透析ベッドなど)と比べ大型で重量もあるため,災害時には転倒することがないように対策を立てる必要がある。具体的には,ワイヤーにて機器の上部を吊り下げ固定を施すことや,アンカーボルトにて機器を床面に固定することが転倒防止には有効である。また,経費はかかるが,免震装置の上に機器を設置することも震災対策としては効果的である。機器へ接続する配管に関しては,剛性の強い塩ビ管などは災害時には断裂が生じ,たとえ供給装置自体は全く損傷を受けていない場合でも透析液供給ができない事態を招く結果となる。したがって,機器と接続する配管は,仮に機器が転倒した場合でも断裂や破損が生じないように,フレキシブルチューブを使用し,十分な余裕をもった長さを確保する。

3. 透析の緊急停止と緊急離脱

災害時に透析施行中であれば,緊急に透析を停止して,患者全員を安全かつ迅速にベッド上から開放する必要がある。この緊急離脱には,通常の抜針・回収方法と,市販もしくは施設にて作製した離断セットを用いて透析回路を切断する方法(緊急離断)の 2 つがある。これまでは緊急離

*1 和歌山県立医科大学附属病院腎臓内科学

*2 新宮市立医療センター腎・透析内科

断が推奨されてきたが、災害時という非日常において、パニック状態に近い状況で、日頃行っていない緊急離断を安全かつ確実にできる保証は全くなく、日頃より習熟している通常の回収が望ましいことが、これまでの災害時において実証されている²⁾。

病院としての防災対策

病院としての防災対策の基本は、災害に強い場所での病院の設置である。埋め立て地や軟弱地盤は勧められない。また海岸沿いも津波の危険が高い。したがって、昔から人が住んでおり、やや高台への設置が必要である。東日本大震災と大津波を経験したわが国では、この認識はかなり広く共有されたものとなった。しかしながら、新築移転の場合とはもかく既存の病院では容易な対策ではない。このためには以下の震災対策が考慮される。ハード面は耐震、免震、その中間の制震、の3つに大別できる。免震構造とは、建物と地盤の間に積層ゴムなどの特殊な免震装置をつけることで、地震の力を建物に直接伝えないようにする構造である。免震構造は地震に強いだけでなく、免震装置が車のショックアブソーバーのような作用をして、揺れ自体を軽減することで、建物内の損傷を防ぐ働きも有している。一方耐震構造とは、建物の構造(柱や梁や壁など)自体が地震に耐える強度で設計されており、建物自体は地震に対して威力を発揮するが、内部の設備や医療機器は大きな被害を受けることがある。したがって、病院としては震災にも耐える免震構造であることが望ましい。しかしながら、免震構造がすべてを解決するわけではなく、震度7の大震災の場合には免震構造も万能ではないという認識が必要である。

水と電気の供給がストップすれば透析医療は続行困難となるため、災害時におけるライフラインである水・電気の確保こそ災害対策として重要である。そのため、断水となっても短期間であれば水を供給できる貯水槽、停電の場合でも電気を供給できる自家発電機が必要となる。自家発電機の設置場所は津波による被害を最小限にするため、上層階に設置することも重要である。実際、2011年の東日本大震災では、自家発電機を設置していた病院の多くは地下に設置していたため、津波にのまれ全く機能しなかったことが後日判明している。

以上のような防災対策が万全なことが災害時透析拠点病院としての必要条件となる。災害時透析拠点病院は、地域の透析施設が透析不能となった結果生じる透析難民を受け

入れなければならず、大災害においても透析不能となることは絶対避けなければならない。災害時には透析医療以外にも患者が集中することが予想されるため、災害拠点病院に指定されていない病院が災害時透析拠点病院となることが理想的であるが、実際は病院の規模などを考えると両方兼ねている場合がほとんどであろう。東日本大震災に際して仙台社会保険病院はこれらのすべての条件を満たしており、その結果、あれ程の大災害においても透析続行が可能であり、震災翌日より3時間透析を最大8クール施行という超人的なスケジュールで透析を施行できたのであり、高く評価されている³⁾。

患者-透析施設間での情報伝達

災害時には通信が途絶し、情報伝達が正常に機能しなくなる。固定電話、携帯電話、メール・インターネットなど日頃は当たり前のごとく使用している手段が全く使用できない状況となる。したがって、透析患者は自分が通院している病院が透析可能な状況なのか、どこへ行けば透析してもらえるか、病院としては外来透析患者の安否はどうか、などの情報を収集することが非常に困難となる。このような状況において、確実な情報手段をいくつか構築しておく必要がある。最も確実なのは人の足による情報伝達である。車でもよいが、災害時は交通網も寸断され、幹線道路は交通渋滞が生じ、普段の数倍時間を要するため、自転車や徒歩による患者-病院間での連絡や患者間での情報交換などが確実な方法なのかもしれない。通常の通信手段が機能しなくなる災害時では、MCA(multi channel access)無線や衛星携帯電話は有用である。MCA無線はすべての地域で傍受可能というわけではないが、通信可能エリア内であれば、災害時においても混雑なく使用可能であったことが東日本大震災時に実証されている。しかし、MCA無線機は停電によるバッテリー切れの問題、基地局間の光ケーブルの遮断による通信不能という問題点があることも発覚し、今後の改善策としては、バッテリーの交換、無停電電源装置の活用などが考えられる。衛星携帯電話については高額であるため、使用している施設はそれほど多くはないが、災害時の通信手段としては有用である。

1995年の阪神・淡路大震災において自分の透析条件を全く知らない透析難民が多数現われ、透析施行において非常に苦慮したという経験から、災害時患者カード(氏名、血液型、感染症の有無、dry weightなどの透析に必要な最低限の条件を記載している)を作成する運動が広がった。しか

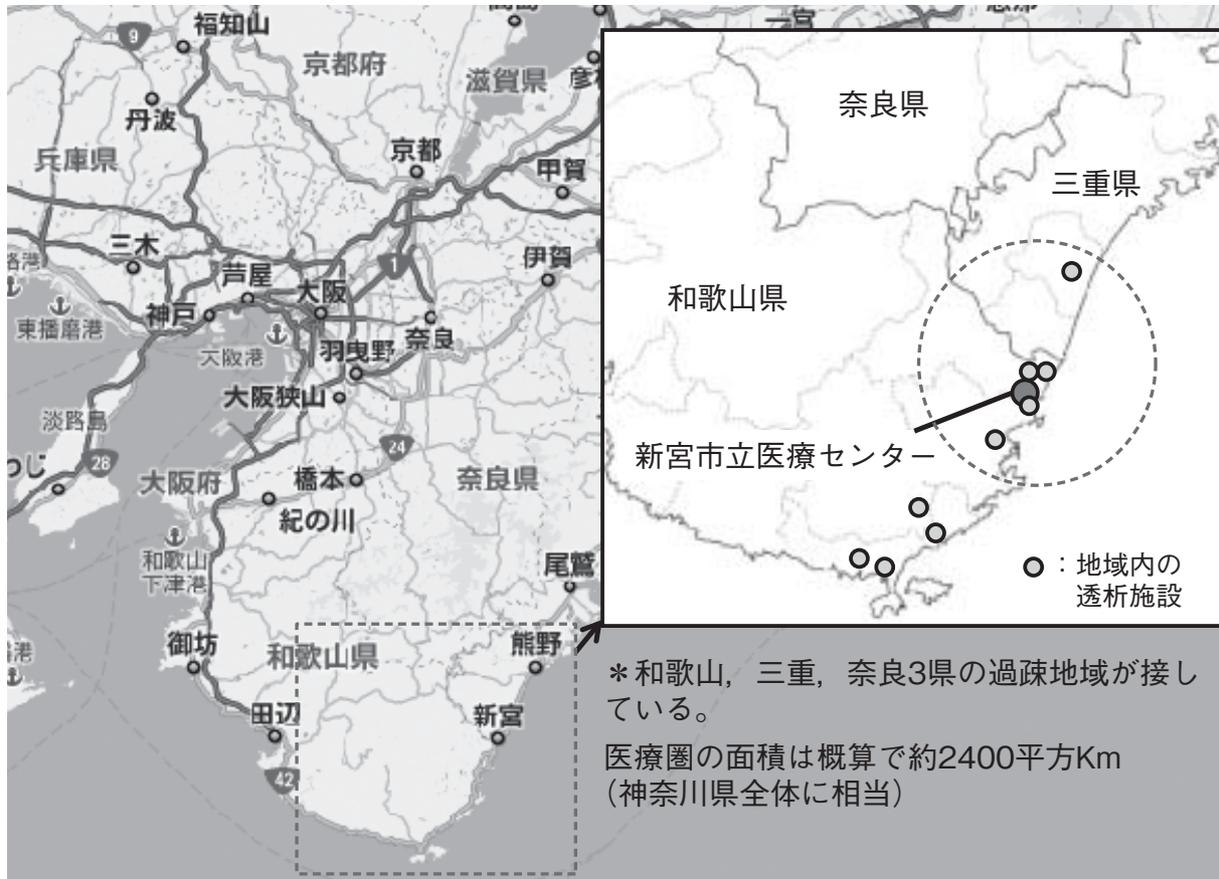


図 新宮市の地理的背景

し、このカードは災害時に使用するカードでありながら、災害時にはほとんど役に立たなかったというのが現状である。つまり、日常ではほとんど使用されることがないため、災害といった非日常時には誰も思い出さず、持参されないため、役に立たないのである。普段から使用している血圧手帳や血糖手帳と一緒にしておくと、たとえ非常時でも忘れず、持参できるのではないか。

災害時の血液浄化法

災害時においても血液透析は中止できないが、水の供給が制限される状況においては、通常の透析とは異なった方法をとることも必要となる。透析液流量は 500 mL/hr が標準的であるが、300 mL/hr 程度に減量し、その分血液流量を増加させることで尿毒素のクリアランスを増加させる。血液透析の時間も 2~3 時間と短縮し、除水が必要なら、ECUM を併用する。また、尿量の保たれている患者では週 2 回で行う。このような特殊な透析も災害という非常事態の場合短期間なら致し方ないと思われる。

腹膜透析については、通常の持続的携行式腹膜透析 (CAPD) は電気も水も必要としない (ライフラインに依存しない) 治療法であるため、災害時で停電や断水が生じた場合でも施行は可能で、血液透析ほど影響を受けない。一方、自動腹膜透析 (APD) は停電時には APD 装置が使用できないため、通常の CAPD に切り替える必要がある。しかしながら、自動腹膜透析と CAPD では使用する透析液のセットが異なり、交換手技が異なるため、災害という非常時にはスムーズに施行できない可能性もあり、日頃より CAPD 液の手技を教育しておくことが重要である。具体的には、長時間腹腔内貯留でも除水性能が維持できる CAPD 液 (イコデキストリン) などが災害時には望ましい。問題となるのは CAPD 液の自宅での在庫が少ないときに災害が生じ、宅配ができなくなった場合である。今回の東日本大震災では企業の努力により、震災当日に CAPD 液配送体制の確認が行われ、翌日には緊急配送が行われ、大きな問題は生じなかったようである。

和歌山県における台風 12 号による紀伊半島豪雨^{4,5)}

2011 年 9 月に台風 12 号(8 月 25 日に発生)が紀伊半島を直撃し、和歌山県を中心に奈良・三重県を加えた紀伊半島南部は記録的な豪雨に見舞われ、死者 73 名、不明者 19 名と多くの尊い命が奪われた。これほどの大災害を被ったにもかかわらず、半年前に生じた東日本大震災、それに続く東京電力福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故があまりに大事故であったため、「紀伊半島大水害」が報道されることはそれ程多くはなく、実態と被害に関してはあまり知られていない。この大水害で和歌山県南部に位置する新宮市の拠点病院である新宮市立医療センター(以下、医療センター)(図)の透析医療も大打撃を被った。新宮市は人口約 3.2 万人の都市で紀伊半島の南東に位置している。医療センターは免震構造で地上 6 階、地下 1 階、病床数 304 床の災害拠点病院である。透析ベッドは 30 床で、和歌山県南部、三重県南西部、奈良県南部の透析導入や合併症を有する透析患者をすべて受け入れ、治療を行っている。新宮市内の透析施設は医療センター以外には 3 施設で、いずれも透析患者 40~60 名程度で大規模な施設はない。

台風 12 号は 9 月 2 日(金)より紀伊半島南部に激しい雨をもたらし、新宮市内への幹線道路(国道 168 号線、国道 311 号線)は通行止めとなった。翌 3 日(土)の夕刻には雨脚は一時的に弱まったが、3 日夜より再び雨は激しくなり、深夜から 4 日(日)未明にかけて、新宮市内では 1 時間に 131.5 mm という空前絶後の豪雨に襲われた。豪雨により新宮市内を流れる熊野川は上流で大洪水となり、新宮市も広域に浸水し、土石流による被害も甚大なものとなっていた。医療センターは高台に位置していたため、直接の被害は免れたが、周辺の家屋の多くは浸水し、道路も流木や岩石にて車両の通行ができない状態に陥った。病院自体は大きな被害は被らなかったため、通常診療にはそれ程支障をきたしていないなか、4 日(日)の夕になって突然断水の知らせが医療センターに入った。新宮市水道局の 3 台ある熊野川取水ポンプのうち 2 台が浸水による水没で機能しなくなったことが断水の主な原因であった。新宮市内の各透析施設は直接の浸水被害を免れていたが、断水により透析続行困難という危機に直面することとなった。新宮市内の各透析施設は自前の貯水タンクの水で 5 日(月)の午前の透析は開始できたものの、午後には水の枯渇が予想され、緊急に水確保の対応に直面した。医療センターを中心として、情報を交換しながら、各施設は透析液流量減少、透析液時間短縮などの制限透析を施行して、水制限の状況に何とか

対応した。その間行政とも連絡し、給水車による水補給は施行されていたが、給水車が 1 台(4 トン)しかないため、給水効率は低く、十分な水確保というわけにはいかなかった。6 日(火)には災害派遣の陸上自衛隊の給水車も加わり、水不足は解消するものと思われたが、思わぬ落とし穴があった。自衛隊給水車の送水口径と医療センターの受水口径が合わないため、自衛隊給水車からいったん他の給水車のタンクに水を移してから医療センターに給水するという非効率な給水方法となってしまった。また道路の渋滞や水汲み場の混雑により、給水車の 1 往復に必要な時間が 40 分程度から最大 2 時間程度まで延びてしまい、なかなか貯水量は増加しなかった。このため、6 日の透析開始 3 時間後について医療センターの有効貯水が底をついてしまった。7 日(水)になっても水道復旧の目途は立たず、病院自体は大きな被害もなく、通常診療が行われていたなか、医療センターは透析をいったん放棄するという苦渋の決断を余儀なくされた。幸い午後になると海上保安庁の巡視船が水を積載し、医療センターからほど近い新宮港に入港してくれたおかげで給水効率が一気に改善し、貯水量も増加に転じた。また、自衛隊給水部隊の本格展開や応援自治体の給水車増加もあり、市民への給水も大幅に改善された。8 日(木)には医療センターも災害後初めて貯水タンク満水状態となり、透析も可能となった。最終的に水道の全面復旧には 12 日(月)の朝まで要したが、各方面の懸命な努力により、各施設の透析は安定して施行できた。

今回の紀伊半島大水害は地震でなかったため、病院自体はほとんど被害がなかったが、それ以上に、今回の災害では透析医療において水がどれほど重要なのかを考えさせられた。また、災害では想定外の問題点が起こるということを再認識した。送水口径と受水口径が一致しないことなど誰も想像さえしなかったことであった。

おわりに

透析医療には高度のインフラ設備を必要とする特殊な医療である。災害においては水・電気の確保が困難となり、その結果透析医療の続行が脅かされる。今後起こることが予想されている東海地震・東南海地震・南海地震に対する準備として、これまでの経験が今後の災害対策に少しでも役立つことを期待したい。

利益相反自己申告：申告すべきものなし

文 献

1. 赤塚東司雄. 透析施設の災害対策—東日本大震災における災害への取り組み—. 日透医誌 2012 ; 27 : 239-250.
2. 関本洋子, 土田栄子, 青柳とみ子. 新潟県中越地震における緊急透析離脱の経験. 透析会誌 2005 ; 38 : 777.
3. 木村朋由, 佐藤光博, 佐藤壽伸, 田熊淑男. 東北大震災—被災地からの報告(2)被災地の中核施設として①仙台社会保険病院. 臨牀透析 2012 ; 28 : 299-305.
4. 龍田浩一, 山中慎太郎, 山本脩人, 半羽慶行, 是枝大輔, 大矢昌樹, 重松 隆. 平成 23 年台風 12 号豪雨災害における透析医療—被災地からの報告と今後の災害への課題—. 日透医誌 2012 ; 27 : 80-85.
5. 重松 隆, 龍田浩一, 山中慎太郎, 山本脩人, 田中佑典, 是枝大輔, 半羽慶行, 根木茂雄. 特集: 災害時の腎疾患治療災害時に起こりうる諸問題: 和歌山での経験. 腎臓 2013 ; 35 : 182-190.