

特集 麻酔科学の領域の広がり

## 当学における集中治療のこれから

昭和大学医学部麻酔科学講座

宮下 亮一

### 1. 集中治療医学とは

集中治療医とは、外科系および内科系疾患を問わず、呼吸、循環、代謝脳神経、消化器、泌尿器などの重篤な急性臓器不全に対して、強力かつ集中的な集中治療とケアを行うことで臓器機能を回復させ重症患者を救命するプロフェッショナルである<sup>1)</sup>。集中治療医を欧州では intensivist、米国では critical care physician と表現することが多い。世界集中治療医学会議は欧米の両表現を取り入れて、World Congress of Intensive and Critical Care Medicine (WCICCM) と表現している。集中治療医の歴史は内科や外科に比べて短く、集中治療という概念が世界史の檜舞台に初めて登場したのはわずか約60年前のことである。1953年、コペンハーゲンの市民病院に世界で初めての集中治療室 (intensive care unit: ICU) が開設された。本邦においては、約50年前の1964年、順天堂大学附属病院に初めてICUが開設された歴史がある。

集中治療は、脳神経外科や循環器内科などの臓器別診療科とは異なり、臓器横断的な診療科であるのが特徴である。臓器別診療科はそれぞれ独自の性質や特徴を第三者に目にみえる形で容易に表現できる。一方、臓器横断的な診療科がその特徴を第三者に認識させるには、その目にみえない独自の性質や特徴を目にみえるように表現し説明する工夫を要し、第三者も理解する能力を要する。ここに、集中治療医の identity、プロフェッショナルを第三者に理解してもらうことの難しさがある<sup>2)</sup>。欧米でも集中治療医の identity と必要性を他科の医師に理解してもらうためにそれなりの苦勞をし、努力を重ねてきている経緯が見てとれる<sup>3)</sup>。そのため、日本集中治療医学会においても集中治療専門医育成に必要な

教育プログラムの構築、集中治療専門医が専従するICUでは救命率が改善するデータの構築、そして集中治療専門医の存在を社会へ啓発し、社会的および病院内での集中治療専門医の地位の確立など現在も学会全体で活動していることが多い状況である。

### 2. 近年の集中治療の流れ

集中治療の分野は最近20年で急激な発展を遂げ、重症患者の生存率は格段に上昇している。一方、ICU生存退室患者が増えるにつれて、退院後の長期的な健康問題が知られるようになってきている<sup>4)</sup>。「重症病態により発症もしくは増悪し急性期を脱したあとも継続する、運動機能、認知機能、精神の障害」を総称して集中治療後症候群 postintensive care syndrome (PICS) と呼ぶが、これは、Society of Critical Care Medicine (SCCM) により2010年に提唱された概念である<sup>5)</sup>。これにより集中治療のアウトカムとして従来のICU入室期間、人工呼吸器装着期間、入院期間、生存・死亡率(30日、6か月、12か月など)といった指標から、退院後の患者の長期予後を中心とした指標に基づいた医療の質が提唱されるようになってきている。そこで患者のQOLなどを意識した集中治療ケアの改善と、退院後の患者および家族のPICSを予防するために、“ABCDEバンドル”の考え方が出てきた。

ABCDEバンドルとは、人工呼吸器装着患者の管理においてPICSを予防するためにABCDEを頭文字とする管理をバンドルで行う概念である<sup>6)</sup>。

ABCDEバンドルでは、鎮静、せん妄、体動困難(不動)がPICSのリスクであることを強調している<sup>7)</sup>。そこで、それらのリスクを減らすために、現在、多くの施設でABCDEバンドルが導入され、実践されている。重症患者では35~60%にせん妄がみられ、

表 1 ABCDE バンドル

・ A : awaken the patient daily : sedation cessation	毎日の覚醒トライアル
・ B : breathing : daily interruptions of mechanical ventilation	毎日の呼吸器離脱トライアル
・ C : coordination : daily awakening and daily breathing	A + B の毎日の実践
choice of sedation or analgesic exposure	鎮静・鎮痛薬の選択
・ D : delirium monitoring and management	せん妄のモニタリングとマネジメント
・ E : early mobility and exercise	早期離床

人工呼吸器管理中の患者では 81.7% もの頻度で起こっていたという報告がある<sup>8)</sup>。そのため、人工呼吸器早期離脱・早期離床が患者アウトカムを改善させるために重要になり、“ABCDE バンドル” (表 1) を用いた評価を行うことで、人工呼吸器管理期間の短縮、せん妄頻度低下、ICU でのベッド上臥床期間短縮につながる。ABCDE バンドルの有用性は認められ、さらに PICS を減らすために、ABCDE バンドルに“FGH” が加えられ (表 2)<sup>9)</sup>、ABCDEF GH バンドルとなった<sup>10, 11)</sup>。FGH の要素は、患者の状態改善について、ICU から一般床や他施設への移動を想定し治療の連続性に配慮したものである<sup>12)</sup>。

集中治療領域の発展により重症患者の生存率は改善し、ICU の生存退室率は上がっているが、医療者にとっては ICU を退室するという短期的な目標に終始するのではなく、長期的な予後や退院後の患者の生活を見据えた将来の QOL にも目を向ける必要性が世界的にも協調されている。患者への長期的なビジョンのためにも ICU 入室中にも行えることはたくさんあり、“ABCDEF GH バンドル” (表 2) はその一助となる可能性がある。現在アジアやオーストラリア、ヨーロッパの病院では ABCDEF バンドルは 56.6% で使用されている<sup>13)</sup>。まだ十分に普及していると言い難く、GH を加えた ABCDEF GH バンドルのさらなる普及が、ICU 退室後の患者の人生も視野に入れ、予防に重点をおいた近年の集中治療の流れにつながると期待できる。

### 3. 集中治療医学教育に関して

#### 1) 当学集中治療の目的と特徴

重症患者管理のスペシャリストとしてチーム医療のなかで力を発揮し、患者の予後向上に寄与できる集中治療医を育成することが当学集中治療研修の目的である。

集中治療科は ICU (14 床) と High Care Unit (16 床) を統括管理し、救急 ICU ならびに CCU と連携して、院内外の重症患者を受け入れている。このため、術後患者や重症内科疾患の管理に加えて、小児先天性心疾患および腎移植の術後管理、免疫抑制状態の患者における重症感染症・重症呼吸不全などの多種多様な症例を経験することができることである。また、集中治療の質を高めるために、集中治療医・担当診療科の医師に加えて、各科専門医、看護師、薬剤師、臨床工学技士、理学療法士、栄養士などによる多領域・多職種参加型チームによる集中治療管理を行っている。

#### 2) 当学集中治療研修プログラム

下記の 5 つの到達目標を掲げている。

- ①患者の治療すべき疾患・病態を診断し、重症度と治療の優先度を判断し、適切な治療目標を設定できる
- ②臓器不全の重症度と緊急性を評価し、臓器機能の回復および維持のための介入を適切なタイミングで行うことができる
- ③疾患・病態の診断や治療介入のために必要な人材・リソースを集め、活用することができる
- ④患者および家族への十分な説明を行い、患者および家族の意思決定を支援できる
- ⑤チームメンバーと情報を共有し建設的なディスカッションを行い、治療方針決定に活かすことができる

具体的な行動目標も掲げている。

#### 当学集中治療行動目標

- ①患者の治療すべき疾患・病態を診断・把握できる
- ②患者について必要十分な情報を説明できる
- ③臓器機能 (脳神経・呼吸・循環・消化管・肝胆膵・腎・代謝・内分泌・電解質・血液凝固系) の評価を行い、臓器別の評価と治療計画をカル

表 2 ABCDEFGH バンドルの内容と実践

A	awaken the patient daily : sedation cessation 毎日の覚醒トライアル ・ 毎日覚醒させる ・ 鎮静薬の使用を最小にし、患者の鎮静レベルを浅くする
B	breathing : daily interruptions of mechanical ventilation 毎日の呼吸器離脱トライアル ・ 毎日の SBT ・ 早期の人工呼吸器離脱
C	coordination : daily awakening and daily breathing : A + B の毎日の実践 choice of sedation or analgesic exposure : 鎮静・鎮痛薬の選択 ・ SAT と SBT の組み合わせ ・ 鎮静薬はなしにするのではなく、必要時の目的・目標別プロトコルを使用した浅鎮静 ・ ベンゾジアゼピンを避ける ・ せん妄の高リスク患者、心臓手術後患者、人工呼吸器離脱時のデクスメドミジン
D	delirium monitoring and management せん妄のモニタリングとマネジメント ・ CAM-ICU または ICDSC を使用したせん妄の評価 ・ 低活動型せん妄の発見 ・ 過活動型せん妄へのハロペリドール ・ 良眠の確保などの非薬物的介入
E	early mobility and exercise 早期離床 ・ ICU-acquired weakness の評価 ・ 積極的すぎず、適度な早期のリハビリ ・ 動作範囲の拡大、坐位、立位、歩行への移行、ADL の拡大
F	family involvement : 家族を含めた対応 follow-up referrals : 転院先への紹介状 functional reconciliation : 機能的回復 ・ 患者と家族をパートナーとして共に意思決定や治療計画を行う ・ ICU での活動度や PICS および PICS-F に関する情報を紹介状に盛り込む ・ できなくなったことを回復させていき、できるように補っていく
G	good handoff communication 良好な申し送り伝達 ・ 患者状態や行われた検査や治療についての情報を申し送りで引き継ぐ ・ 標準的な申し送り用紙を使用する ・ PICS や PICS-F に関する情報も盛り込む
H	handout materials on PICS and PICS-F PICS や PICS-F についての書面での情報提供 ・ PICS や PICS-F に関する患者や家族情報を書面で患者や家族に渡す ・ PICS や PICS-F に関するパンフレットを活用する ・ ICU 日記を活用する

CAM-ICU : confusion assessment method for the intensive care unit

ICDSC : intensive care delirium screening checklist

PICS-F : PICS-family, SAT : spontaneous awakening trial, SBT : spontaneous breathing trial

Hayhurst CJ, et al. *Anesthesiology*. 2016;125:1229-1241 を参考に作成<sup>9)</sup>

- テに記載できる
- ④臓器不全の病態と治療法を理解し、重症度の評価ができる
  - ⑤臓器不全に対して適切なタイミングで適切な介入ができる

- ⑥患者の個人差を意識した上でのガイドラインやエビデンスを理解している
- ⑦診療中に生じたクリニカルクエストに対する答えを見つけるための検索力を身につける
- ⑧緊急蘇生処置を施行・指揮できる

表 3 成人重症呼吸不全に対する ECMO の適応<sup>14)</sup>

1. 低酸素性呼吸不全では、原因にかかわらず、予測死亡率 50%以上で ECMO 導入を考慮し、80%以上ではその時点で適応と考える。
  - a. FIO<sub>2</sub> > 90%にて、PaO<sub>2</sub> / FIO<sub>2</sub> < 150 あるいは MLIS\*2 ~ 3 であれば、予測死亡率は 50%.
  - b. FIO<sub>2</sub> > 90%にて、PaO<sub>2</sub> / FIO<sub>2</sub> < 80 あるいは MLIS 3 ~ 4 であれば、予測死亡率は 80%.
2. 気管支喘息重積や permissive hypercapnia による高二酸化炭素血症で、PaCO<sub>2</sub> > 80 mmHg あるいは肺保護に基づく安全な吸気圧 (Pplat ≤ 30 cmH<sub>2</sub>O) を達成できない場合.
3. 重度の air leak syndrome.

\*MLIS : Murray Lung Injury Score<sup>15)</sup>

- ⑨ Point of care ultrasonography や各種検査を行い、意思決定に活用できる
- ⑩感染症を診断し、適切な抗菌薬を選択し、必要な投与量を決定できる
- ⑪適切な栄養療法を行うことができる
- ⑫適切なタイミングでリハビリテーションの介入を開始できる
- ⑬多職種カンファレンスを主導し、情報共有を適切に行い、建設的な議論を促進できる
- ⑭医療安全対策を実施できる
- ⑮患者および家族へ病態・治療方針を説明し、意思決定を支援することができる
- ⑯院内の呼吸不全／循環不全／感染患者を評価し、適切な助言ができる
- ⑰学会やジャーナルへ発表するためのアカデミックな活動を促進できる

#### 4. 当学においての新たな集中治療領域導入

##### 【VV (veno venous)-ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) 導入】

ECMO は、重症呼吸・循環不全に対して長期間、通常は数日から週の単位で持続的な呼吸・循環補助を、膜型人工肺を組み込んだ体外循環装置で行う方法である。ECMO の目的は、傷害肺を休ませ、その間に基礎疾患を治療し、急性肺傷害から回復させるための時間稼ぎをし、かつ、人工呼吸器関連肺損傷 (VILI) を最小限にすることである。

導入の適応は、死亡の危険性が非常に高く、病態的に可逆性と考えられる急性期の状態で、予測致死率 80%以上と考えられる患者である。以下に、Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) のガイドラインの VV ECMO 適応基準を示す (表 3)<sup>14)</sup>。

ECMO を行うに当たり、解剖学的アプローチと

しての 2 種類の基本方式がある。veno-arterial (VA) および veno-venous (VV) である。表 4 に、VA と VV のおもな違いを示す。また、本邦で現在効果的な ECMO システムは、長期耐久性を有する小型の遠心ポンプと、抵抗の低いポリメチルペンテン (PMP) 膜型人工肺の組み合わせである (図 1)。

ELSO レジストリーによると、成人重症呼吸不全に対する ECMO 症例は累計 9,102 例登録され、5,254 例 (58%) が生存退院したデータある。本邦ではこれまで治療成績の全国集計はなかったが、2009 年の新型インフルエンザのアウトブレイクを機に日本呼吸療法医学会において ECMO プロジェクトが発足し症例登録が開始された。2010 年までに 55 例が登録されたが、離脱率 64%、生存退院率 38% と欧米先進国の ECMO センターの成績と比較して明らかに劣っていた<sup>16)</sup>。症例解析の結果、デバイス使用上の問題や合併症発生率の高さが浮き彫りになった。この結果を受け、ECMO プロジェクトにより症例検討会や多職種同時参加型実習などの教育活動が開始された。この結果、昨年の集計ではインフルエンザ肺炎の ECMO 実施患者の生存率は 8 割を超えるなど、本邦でも治療成績は向上している。

ECMO は複雑な集中治療技術であり、適切な機器や設備、そして ECMO 治療に習熟した専門医療チーム、緊急時の各科のバックアップ体制を有する施設で行うべきである。人工心肺装置により、24 時間、2 ~ 3 週間以上にわたって、安全に重症患者の呼吸循環を維持管理できる施設の能力が必要であり、長期体外循環に伴う機械的あるいは患者に発生する合併症に、迅速かつ的確に対応できるように、常に訓練が必要である<sup>17)</sup>。特に、チームでのシミュレーショントレーニングを定期的に行い、トラブルに対処できるようにするべきである。そこで、当学



表 4 VA と VV の違い

	veno-arterial (VA)	veno-venous (VV)
カニューレーション	脱血：内頸静脈, 大頸静脈, 右房 送血：総頸動脈, 腋窩動脈, 大腿動脈, 大動脈	内頸静脈, 大頸静脈, 伏在静脈, 右房
PaO <sub>2</sub>	60 ~ 150 mmHg (採血部位による)	45 ~ 80 mmHg
SaO <sub>2</sub>	85 ~ 100% (右上肢)	75 ~ 85%
酸素化の指標	Sv̄O <sub>2</sub> , S <sub>m</sub> O <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub> , S <sub>j</sub> O <sub>2</sub> , D <sub>MO</sub> O <sub>2</sub> , Sv̄O <sub>2</sub> の経時的变化
心臓への影響	前負荷↓, 後負荷↑, 脈波↓, 冠動脈への酸素化↓, cardiac stun	・冠動脈の酸素化↑ ・肺動脈血管抵抗↓に伴う右心負荷軽減の可能性
酸素運搬能	高い	中等度
循環補助	部分的~完全補助	冠動脈の酸素化↑による心拍出量の増加の可能性
肺循環への影響	中等度~著明に負荷を軽減	酸素化↑に伴う二次的な改善効果が期待
再灌流 (recirculation)	なし	酸素運搬能に影響あり
二酸化炭素除去能	膜面積と吹送ガス流量に依存	膜面積と吹送ガス流量に依存

D<sub>MO</sub>O<sub>2</sub>：人工肺酸素付加量, S<sub>m</sub>O<sub>2</sub>：人工肺流入部酸素飽和度, S<sub>j</sub>O<sub>2</sub>：頸静脈酸素飽和度

では集中治療科および循環器内科が主導で ECMO 院内講習などを行い (写真 1), 安全性を高め院内での普及活動に繋げている。

【Tele-ICU (遠隔 ICU) 導入】

重症患者診療に関しては, 専門トレーニングを受け, ICU に専従することで, その診療に深くかかわる集中治療専門医の関与が必要であるとされている。Pronovostらは, 集中治療医の関与の程度と患者予後に関する観察研究のメタ解析を行い, low-intensity physician staffing (集中治療医の関与の小さい) ICU に比べ, high-intensity physician staffing (集中治療医の関与の大きい) ICU では病院死亡率や ICU 死亡率が低いことを示した<sup>18)</sup>。これを受け, 米国では集中治療室は 24 時間体制で集中治療医が管理を行うか, 主治医と共同で管理を行うことの重要性が強調され, Society of Critical Care Medicine (米国集中治療医学会) は集中治療医を増やす計画を立てた。しかし, 米国では集中治療医は期待ほどに増加せず, high-intensity ICU は不足する状況が続いている。このような集中治療専門医の構造的不足を補うべく, 遠隔医療 telemedicine に必要なインフラの技術的革新を背景に, 基幹施設の集中治療専門医がネットワークを介して専門医の不足する地域病院 ICU の診療支援を行う試みが開始された。これを遠隔 ICU (Tele-ICU) と呼ぶ (図 2)。Tele-ICU は通常アクセスが便利なオフィス街にあり, 複

VV ECMO

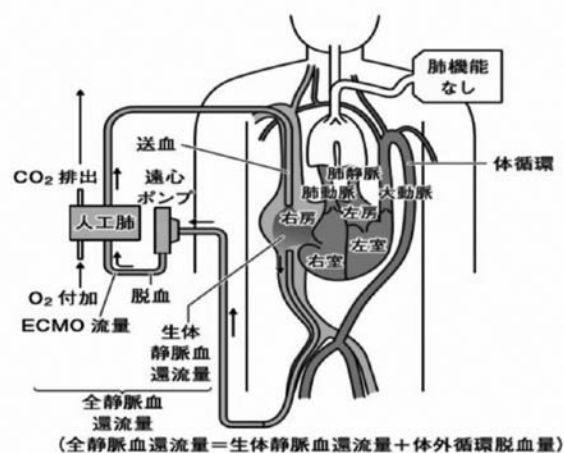


図 1 VV-ECMO システム

数の地域の ICU とセキュリティの高いネットワークで繋がった支援センター内で集中治療専門医, 集中治療看護師, データアシスタントがチームを組み活動する。Tele-ICU システムは各病院の医療情報サーバと連携され, 生体情報モニタや各種検査結果を自動的に収集し経時的な情報として集約していく。カルテ情報や放射線画像も閲覧でき, 随時 Tele-ICU システムに入力できる。さらに, 専用光回線によるウェブカメラを介して現場 ICU の医師



写真 1 院内 ECMO 講習会と ECMO 回路の water drill の様子

や看護師、場合によっては患者本人や家族と双方向のコミュニケーションをとりながら、患者の診察や説明も行うことが可能である。Tele-ICU システムの導入によって、院内死亡率が低下し、入院期間および合併症も減少したとする複数のデータが報告されている<sup>19)</sup>。主に Tele-ICU は米国を中心に成果をあげている。

本邦でも集中治療医の絶対数不足に加え、高齢患者の増加に伴う医療費の増加、今後発生する人口減少の中での医療スタッフの確保が病院運営上の大きな課題になっている。こうした背景のもと、遠隔医療システムは本邦においても実効性のあるソリューションになると期待されている。2015年6月の「経済財政運営と改革の基本方針2015」(骨太の方針2015)で「医療資源を効果的・効率的に活用するための遠隔医療の推進」が閣議決定され、これを受けて厚生労働省は、2015年8月に「情報通信機器を用いた診療(いわゆる「遠隔診療」)について」において、「遠隔診療についても、現代医学から見て、疾病に対して一応の診断を下し得る程度のものであれば、医師法第20条等に抵触するものではない」と明記し、遠隔診療は「事実上の解禁」となったと

考えられている。

昭和大学では一昨年より経済産業省の支援を受けて Tele-ICU に関する共同臨床研究を米国フィリップス社と開始した。アジア初となる Tele-ICU システムを導入し、品川区にある昭和大学病院と 15 km 離れた江東区の昭和大学江東豊洲病院を繋いで、わが国の実情にあったシステムの開発とその有効性を追究している段階である。将来的には横浜市にある2つの関連施設も接続する予定である。昭和大学病院の支援センター eConnect は、共同研究のためにあえて院内3つの ICU とは異なるフロアに開設され、フィリップス社の eICU システムが米国と同様の仕様で導入されている。eCare Manager (eCM) と呼ばれる情報集約・解析システムが展開され、1 スタッフに対し eCM を利用するための4画面と各施設の電子カルテ閲覧画面の計6画面を用いる。eConnect では医師 (eMD)、看護師 (eRN)、データアシスタントの3名が同時に勤務することを想定している。患者側の設備としては、各ベッドサイドには CCD カメラとディスプレイ、音声システムが設置され、担当スタッフと対面での双方向コミュニケーションが取れる(図3)。これら設備のないベッ

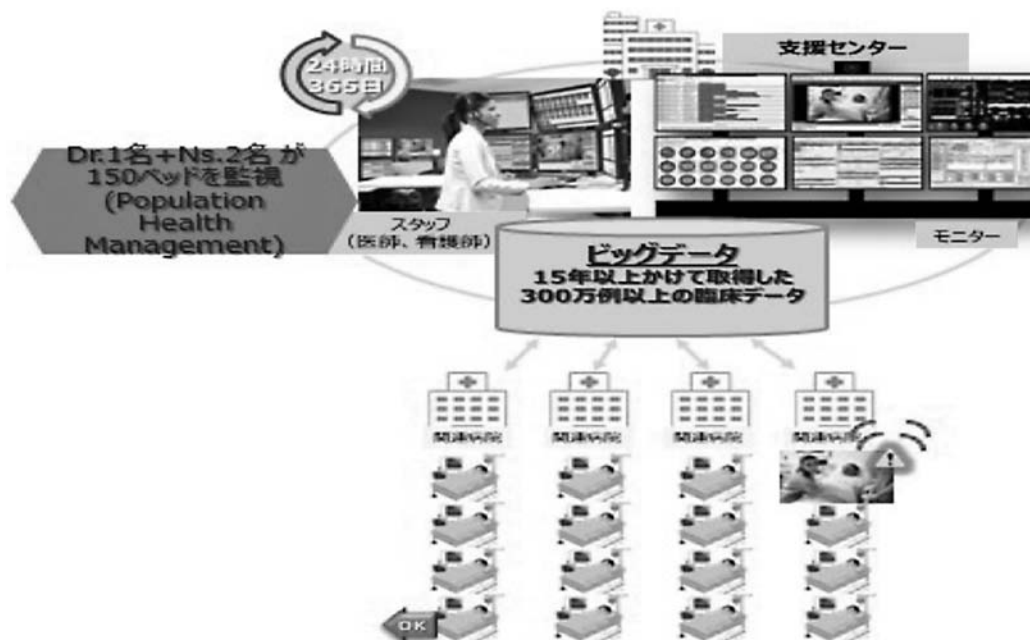


図 2 Tele-ICU コントロールセンターが各病院のICU をモニタリングする概念図

ドには、LAN 環境が整っていれば mobile cart と呼ばれる移動用ユニットを配備し、同様の双方向コミュニケーションが取れる。CCD カメラは患者の表情だけでなく皮膚の状態や創部の観察も可能で、人工呼吸器や超音波診断装置の生画像も鮮明に見ることができる。これらの装置を用い、患者のICU入室から退室までリアルタイムのきめ細かいサポートが可能となった。これまでに若手医師を中心とした現場からの、人工呼吸器設定や呼吸循環補助 (ECMO) 導入の相談、各種薬物療法や侵襲的治療の介入時期、実施した治療の評価などの支援要請に対し、要請者の求めに応じて、あるいは、病態変化に遅れることなく支援でき、現場スタッフの疑問や不安に的確に対応できることが実証されつつある。

### 5. 当学におけるこれからの集中治療

日本の集中治療の現場では、麻酔科、救急科、および小児科の専門医が主に活動しているが、内科系や外科系などの背景をもっている専門医の参加が増えプロフェッショナルが協働することで、集中治療医学はより幅広い基盤を得てさらなる発展が期待できる。さらに、チーム医療として、医師、看護師、臨床工学技士、栄養士、薬剤師、理学療法士、緩和

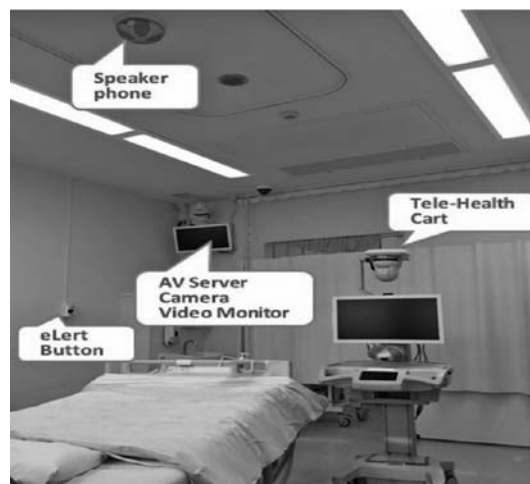


図 3 ベッドサイドとセンターを結ぶ双方向性アクセス

ケア専門医、精神心理療法士、その他必要となる専門家とコミュニケーションを取り重症患者のケアに従事することで、効率よくかつ効果的にマネジメントできる。当学においても、専門医だけでなくあらゆる職種のプロフェッショナルが参加し、ICUの効率のかつ円滑は運営に大変役立っている。この多方面からのアプローチは、ICU退室という短期的な目標だけでなく、退院後の生活やQOLといった



長期的な予後にも目を向ける治療には必要不可欠である。

さらに、当学ではアジア初となる遠隔ICUシステムを導入し、品川区にある昭和大学病院と江東区の昭和大学江東豊洲病院を繋いで、わが国の実情にあったシステムの開発とその有効性を追究している。医療安全と経済性において一定の成果が得られると期待しており、このシステムをさらに多くの地域に展開する意義は大きいと考えている。

以上の活動から、①重症患者に質の高い集中治療とケアを提供できる体制を構築し、②質の高い集中治療専門医を育成するシステム、そして、③社会および病院内での集中治療医の地位を確立し社会へアピールする、という大目標を目指している。

#### 文 献

- 1) 岡元和文. 重症患者と集中治療. 日本救急医学会専門医認定委員会編. 救急診療指針. 改訂第4版. 東京: へるす出版; 2011. pp588-592.
- 2) Kelley MA. Critical care medicine: a new specialty? *N Engl J Med*. 1988;318:1613-1617.
- 3) Vincent JL. Need for intensivists in intensive care units. *Lancet*. 2000;356:695-696.
- 4) Modrykamien AM. The ICU follow-up clinic: a new paradigm for intensivists. *Respir Care*. 2012;57:764-772.
- 5) Needham DM, Davidson J, Cohen H, *et al*. Improving long-term outcomes after discharge from intensive care unit: report from a stakeholders' conference. *Crit Care Med*. 2012;40:502-509.
- 6) Balas MC, Vasilevskis EE, Olsen KM, *et al*. Effectiveness and safety of the awakening and breathing coordination, delirium monitoring/management, and early exercise/mobility bundle. *Crit Care Med*. 2014;42:1024-1036.
- 7) Davidson JE, Harvey MA, Bemis-Dougherty A, *et al*. Implementation of the pain, agitation, and delirium clinical practice guidelines and promoting patient mobility to prevent post-intensive care syndrome. *Crit Care Med*. 2013;41(9 Suppl 1):S136-S145.
- 8) Marra A, Ely EW, Pandharipande PP, *et al*. The ABCDEF bundle in critical care. *Crit Care Clin*. 2017;33:225-243.
- 9) Hayhurst CJ, Pandharipande PP, Hughes CG. Intensive care unit delirium: a review of diagnosis, prevention, and treatment. *Anesthesiology*. 2016;125:1229-1241.
- 10) Harvey MA, Davidson JE. Postintensive care syndrome: right care, right now...and later. *Crit Care Med*. 2016;44:381-385.
- 11) Blair KTA, Eccleston SD, Binder HM, *et al*. Improving the patient experience by implementing an ICU diary for those at risk of post-intensive care syndrome. *J Patient Exp*. 2017;4:4-9.
- 12) Davidson JE, Harvey MA, Schuller J, *et al*. Post-intensive care syndrome: what it is and how to help prevent it. *Am Nurse Today*. 2013;8:32-38.
- 13) Morandi A, Piva S, Ely EW, *et al*. Worldwide survey of the "assessing pain, both spontaneous awakening and breathing trials, choice of drugs, delirium monitoring/management, early exercise/mobility, and family empowerment" (ABCDEF) bundle. *Crit Care Med*. 2017;45:e1111-e1122.
- 14) ELSO (Extracorporeal Life Support Organization) (Internet). (accessed 2016 Jul 29) <https://www.elseo.org/Home.aspx>
- 15) Murray JF, Matthay MA, Luce JM, *et al*. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1988;138:720-723.
- 16) Takeda S, Kotani T, Nakagawa S, *et al*. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) severe respiratory failure in Japan. *J Anesth*. 2012;26:650-657.
- 17) Annich GM, Lynch WR, MacLaren G, *et al*, eds. ECMO: extracorporeal cardiopulmonary support in critical care. 4th ed. Ann Arbor: Extracorporeal Life Support Organization; 2012.
- 18) Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, *et al*. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: a systematic review. *JAMA*. 2002;288:2151-2162.
- 19) Young LB, Chan PS, Lu X, *et al*. Impact of telemedicine intensive care unit coverage on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2011;171:498-506.