集中治療医学におけるECMO (extracorporeal membrane oxygenation) の流れ

森岡 亨

わが国における集中治療の歴史についての原稿依頼を受けた。私が1950年代から人工呼吸の研究をしていたからであろう。たまたまAPELSO (Asia-Pacific Extracorporeal Life Support Organization) 2015の落合亮一会长¹⁾が企画されたBartlett先生との対談的な講演と重なったので、人工肺による呼吸管理ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) を中心とした昔語りをさせていただく。

I. 集中治療医学発達の時代背景

第二次世界大戦(大東亜戦争)における敗戦(1945年)後のわが国における医療の疲弊は甚だしく、回復も遅かった。1950年に日米医学協議会が米国式医療、なかでも麻酔学をわが国に紹介し、それ以来、外科系医療分野の近代化が加速した。

病院機能の面からみると戦前のドイツ医学的な各科独立した診療体系に代わり、米国式合理化が始まり、病院内諸機能の中央化が進んだ。多くの医療機材のディスポ化、共通化が促進されたほか、大型の消毒装置、オートクレイブやガス滅菌器の導入、医療器具の改良、合理化が進んだ。

木造建築が普通であった戦前の大病院では、火災時の延焼防止、感染性疾患の院内拡散防止のために病棟を分散させていた施設も多かったが、徐々に鉄筋ビル化し、器具や患者の院内搬送が容易になったことも、病院内医療の中央化を助けた。麻酔学の発達、大手術の増加により、濃厚な術後観察や呼吸循環管理の必要性が増えてきたところに、欧州に始まったポリオの大流行は集中管理の有用性を教えた。

1960年代初期の米国では、中央化した手術部に麻酔後の患者観察のためのリカバリールームが併置され、時には麻酔からの覚醒時のみならず progressive patient care の考えから重症患者治療に応用され、集

中管理が行われ始めた。放射線装置をはじめエレクトロニクスの進歩は高度の臨床観察を可能にしたが、初期にはいずれも極めて高額で各科あるいは各病棟への常備は困難であったことも、医療の中央化を進めた。

1970年代になると、わが国でも重症患者管理への関心が高まり、各地で機能的分化のための勉強会が始まった。1974年には第1回ICU研究会が開催され、1976年には雑誌“ICUとCCU”も発刊され、1979年には日本集中治療医学会に発展した。1987年には専門医制度が誕生し、1989年には第5回世界集中治療医学会を京都で開催する程に充実し、2015年には第42回日本集中治療医学会学術集会が東京で開催された。

私自身は、1960年代に発足した順天堂大学病院や東北大学病院の集中治療部を見学したり、東京で開催されたICU研究会に出席して、熊本大学附属病院に集中治療部を設立する準備をした。また1968年秋から1年間米国ユタ大学麻酔科客員教授として出張した際には、その前年にユタ大学に研究所を移しておられた人工臓器の始祖Kolf教授と繋がる仕事をしたこともあった。しかし1972年に熊本大学集中治療部発足後は、勝屋弘忠博士、岡元和文博士などの活躍に頼ったので、以後のことは省略し、日本集中治療医学会の育ての親としてご指導を賜った岩月賢一先生について触れておきたい。

II. 岩月賢一先生について

岩月先生は信州大学外科助教授時代の1957年に「麻酔の基礎」²⁾という本を書かれた麻酔学の先達であった。1952年に雑誌“麻酔”を創刊された宮本忍先生と東京大学外科で同門だったとお聞きした。

1958年に東北大学麻酔科教授となられ、1968年には国立大学で最初の集中治療部を創設された。初期の集中治療医学会会長をなさったばかりでなく、集中治

療学育成のために記念基金を残して下さった。東北大学名誉教授として生涯学問を続けられ、ご夫人を亡くされてからは、ご子息に見守られながら向かい合う家の中で多くの図書に囲まれ執筆を続け、90歳を越えてからも帰根集(丸善, 2006年)などの著書を発刊された。仙台市で開かれた学会の合間に、突然お訪ねしたところ、図書室だけでなく台所や風呂場まできれいにしていらっしゃったのに敬服した。あと3日で満100歳となられる2013年11月10日にご逝去された。

Ⅲ. APELSO2015について

集中治療でよく用いられる人工臓器に関しては1955年にAmerican Society for Artificial Internal Organs (ASAIO), 1977年にInternational Society for Artificial Organs (ISAO)などの会が始まった。人工肺に関しては、米国やヨーロッパで研究会が始まり、私も症例報告に参加し、Bartlett先生や、人工肺のKolobow先生、“Extracorporeal CO₂ removal”の語を生んだGattinoni先生などにお会いする機会があった。日本でも時々、膜型肺研究会に参加させてもらった。

1993年に熊本大学を定年退職した私は知らなかったが、2013年に太平洋を囲む16カ国が集まりAPELSOが発足していた。その第2回が落合亮一会長(東邦大学麻酔科教授)のもと2015年7月17~19日に京都国際会館で開催され、Keynote speechとしてBartlett先生の“ECMO in 2025 – what will have changed?”の講演が行われ、それに引き続いて、私も講演の機会をいただいた。

私は“An old man talks old stories”と題して、同じく京都で60年前に開催された日本医学会総会外科学分科会で“各種用手工呼吸の比較検討”³⁾を発表した時代背景から話を始めた。まだ麻酔器すら普及しておらず、患者の胸壁を圧したり緩めたりする用手工呼吸法の研究が一般演題に採用されたほど日本の医療事情は遅れていたが、次の10年には、急速な国力の回復、医学の進歩があった。

1965年に熊本大学麻酔科が発足し間もない頃、ベンチレータでも十分な換気ができずPaCO₂が200 mmHgを越えた重症呼吸不全患者が病棟で発生した。友人の本山博博士から「人工心肺によりCO₂を除去できないだろうか」と相談を受け、Kay-Cross型人工心肺で30分間ずつ2回の体外循環を行ってみた。患者の肺胸郭コンプライアンスが改善し、ベンチレータでの管理が可能になり救命できた⁴⁾。それを契機に人工肺の研究を開始した経緯、人工肺を利用した初期の救

命例、体外循環下に呼吸不全患者の気管内チューブを抜き取り会話を可能にし、死亡前日にワインやアイスクリームを楽しませた例、食事をさせながらのECMO例、気道内に吸い込まれた多量の鋸くずをECMO下に除去し救命した例などの思い出を話した。1980年代初めには、体外循環下に会話や食事ができたことが学会の話題になりえたのである。

Ⅳ. ECMOにまつわる言葉の変遷

少量血液の酸素化は、単純な気泡注入で可能である。心臓手術が始まった頃の人工肺に応用されたが、完全な気泡除去に困難性があった。気液接触表面を有効に拡大し、気泡問題を避けるために回転円盤型人工肺ができたが、ガスと血液の直接的接触による血液障害が残った。生体の至る所に膜を隔てての物質交換がみられる。これを人工的に利用したのがKolf教授の人工腎であった。これにならない分子レベルでのガス交換が可能な膜型肺ECMOが1960年代に登場した。長時間の体外循環が可能になり呼吸管理への応用が始まり、大きな関心呼んだ。ところが1970年代の米国NIH (National Institutes of Health) によるNational Study⁵⁾の結果は予想外に悪く、成人の呼吸不全に対するECMO熱は冷めたかにみえた。しかし人工肺の開発研究は続き、接触面積を有効に拡大するために中空糸タイプの人工肺が登場した。初期には生体肺なみに血液が中空糸内を流れるようにしたが、後には、流体抵抗の関係から中空糸の中を酸素、外を血液が通る方式に変えるなど改良が繰り返されてきた。いずれにしろ膜を介してのガス交換であるからECMOである。

私達は当初、人工心肺を用いての呼吸管理に“extra-corporeal lung assist (ECLA)”と“assist”の語を用いたが、それは当時心臓外科領域で“left ventricular assist device”の術語が用いられていたからであった。その後ECLAに、肺補助だけでなく生命補助“life assist”の意味を込めて広義に用いる人も出てき、“extra-corporeal life support (ECLS)”の言葉も見られる。

血液を循環させるポンプは、ピストンタイプから管をしごく型、遠心力を利用したポンプへと血液障害を避ける努力が続けられた。遠心ポンプで経皮的に補助体外循環ができることを強調し“percutaneous cardiopulmonary support (PCPS)”の言葉も使われている。

V. ECCPR または ECPR (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation)

膜型肺，血液循環装置の改良，簡略化により，最近では急性循環不全に対する蘇生法へも応用され，Bartlett 先生のご講演の一部にも取りあげられていた。

出生前の胎児にまで，各種の機械的治療法が可能になってきた現在，ECMO による集中治療範囲拡大には予想しがたいものがある。ECCPR には，事故発生からの時間的制約が大きな問題で，予備的設備と，患者受け入れ態勢が整備されたところでのみ可能なことである。ECCPR は体外循環式心肺蘇生と訳されている。

APELSO2015 での講演を終えた私に，Bartlett 先生らのサイン入り「ECMO 第4版」⁶⁾をいただいた。2013 年の発刊で，ECMO の歴史に始まり，適応や手段，装置，成績，法的な問題から，最後は新生児への ECMO で救命できず，それを中断する場合の親に対するケアのような，倫理的な面についてまで書いてあるのに心を打たれた。この本でも部位により ECMO や ECLS の語彙の使い方が異なることを付け加えておきたい。

VI. ECMO の将来

APELSO2015 と併行して国際会館で開催された第 37 回日本呼吸療法医学会学術集会⁷⁾でも，シンポジウム 10 題中の 1 つとして ECMO が選ばれていた。同学会の招請講演 4 題中に 1 題，一般演題中に 20 題，ポスターセッションに 5 題，医療連携プログラムの中の 1 題が ECMO の術語を演題中に含めており，ECMO が呼吸療法学会関係でもいかに主要な領域になっているのかを実感させられた。同じく 2015 年 2 月に東京で

開催された第 42 回日本集中治療医学会学術集会の際には，第 25 回日本経皮的心肺補助 (PCPS) 研究会⁸⁾が併催された。ECMO は今後とも集中治療医学における主要分野の 1 つとして残っていくであろう。

文 献

- 1) The 2nd Conference of Asia-Pacific Chapter of Extracorporeal Life Support Organization (APELSO2015). 落合亮一 会長，国立京都国際会館，2015 年 7 月 17～19 日。
- 2) 岩月賢一，麻酔の基礎：問題と解答，東京：南江堂；1957。
- 3) 森岡 亨，他，胸郭横隔膜動態よりみた呼吸停止とその対策，日本医学会総会，日本外科学会，京都南座，1955 日外会誌 1955;56:763。
- 4) 飛松辰典，定永良明，柴田稔一，他，重症呼吸不全患者に対する人工心肺の応用，第 3 回日本麻酔学会九州地方会，長崎市，1965。
- 5) Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study. JAMA 1979;242:2193-6。
- 6) Annich GM, Lynch WR, Maclaren G, et al. ECMO Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care (4th Edition). Extracorporeal Life Support Organization: USA; 2013。
- 7) 第 37 回日本呼吸療法医学会学術集会，橋元 悟 会長，国立京都国際会館，2015 年 7 月 17～18 日。
- 8) 第 25 回日本経皮的心肺補助 (PCPS) 研究会，ホテル日航東京，2015 年 2 月 11 日。

ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) in ICU

Tohru Morioka, MD, PhD.
Distinguished Service Member of the Japanese Society of Intensive Care Medicine
Professor Emeritus Kumamoto University

J Jpn Soc Intensive Care Med 2016;23:3-5.