



GETINGE ECMOシミュレーショントレーニングコース受講/ Regensburg University Hospital見学印象記

国際交流委員会 田辺克也・鈴木健一・柏 公一

2019年12月10日にGETINGE Experience CenterでECMOのシミュレーショントレーニングコースを受講し、12月11日にECMOセンターとして有名なRegensburg University Hospitalを視察してきました。

I. 羽田からラシュタット (Rastatt) へ [1日目]

2019年12月9日の深夜便で羽田空港より出発し、現地時間9日5時過ぎにドイツ・フランクフルト空港に降り立ちました。深夜便は値段が安く、飛行機内で寝ることができるため到着時に比較的時差ボケしにくいといったメリットがあると感じました。フランクフルト空港からGETINGE Experience Centerのあるラシュタットまではおよそ150km、タクシーで移動しました。早朝ということとドイツ名物のアウトバーンの使用により、朝7時過ぎには宿泊するホテルに到着しました。この時期のドイツの日の出は朝8時頃です。まだ薄暗い中、北緯48度の寒さをかみしめながら、朝食がとれるところを探しました。ホテルからほど近いショッピングモールの中のベーカリーカフェで朝食をとりつつ、今後の予定の確認を行いました。ラシュタットはドイツ西部の都市で、西側にはライン川が流れており、その先はフランスです。

II. ECMOシミュレーショントレーニングコースの受講 [2日目]

翌朝、ホテルからタクシーで15分ほどのGETINGE Experience Centerへと向かいました。倉庫を改装したセンターは、3階建てで吹き抜けのあるとても開放的な空間でした(写真1)。出迎えてくれたのはFrank Stickel氏とMichael Bosch氏のお2人で、Bosch氏は普段、近隣の病院で看護師として働いており、シミュレーショントレーニングが行われるときは講師として駆けつけているとのことでした。

シミュレーショントレーニングコースのアジェンダは以下の通りでした。



写真1 GETINGE Experience Centerの吹き抜け

- 9:15 ~ 10:15 Simulation Basic (危機管理に関することがメイン)
- 10:30 ~ 10:45 各ブースの見学とECMOシミュレーター、装置の説明
- 10:45 ~ 12:00 ECMO Simulation Session 1
- 13:00 ~ 13:30 ECMO Simulation Session 2
- 13:30 ~ 14:30 ECMO Simulation Session 3
- 14:45 ~ 15:30 ECMO Simulation Session 4
- 15:30 ~ 16:15 ECMO Circuit Exchange
- 16:15 ~ 17:00 Closing

シミュレーショントレーニングに先立ち、ドイツでの危機管理に関する講義を受けました。全体を通して言えることは、最低限の英語力は必要だということです。この講義もあたりまえですが、全て英語での説明でした。講義内容はわかりやすいスライドと聞きなれた単語が多かったためなんとか理解できました。ECMOに絡めた全体的な危機管理の講義で非常に有益な内容であると思いました。

その後センター内を見学しました。様々なシチュエーションに合わせてシミュレーションを実施するため、ICUやオペ室、ハイブリット手術室、病棟、滅菌室等が再現されていました(写真2・3)。各ブースではドイツ国内だけでなく、各国からの来場者が見学やシミ



写真 2・3 数々のシミュレーションルーム



写真 4・5 展示されていた手術台

ュレーション、あるいは撮影を行っていました。移動の途中、1840年代から近代までの手術台の展示コーナーがあり、前身は手術台から始まった会社だということを再認識しました（写真 4・5）。

その後、いよいよ ECMO シミュレーショントレーニングが始まりました。使用した装置は GETINGE 社の CARDIOHELP でした。遠心ポンプと人工肺が一体化した構造で、コンソールでは人工肺の前後圧、差圧、脱血圧、血液流量、静脈血酸素飽和度がモニターできます。本体下部には冷温水槽も搭載されており、装置全体としてもコンパクトな印象を受けました。トレーニングではこの装置と人体模型、生体モニターが用いられました（写真 6）。トレーニング用に臨床で起こりうるシナリオが数種類用意されており、ECMO 施行中にトラブルが発生し臨床工学技士として呼び出されるという設定でトレーニングが行われました。シナリオの詳しい内容は今後参加される方のために内緒にしておきます。私たちは 2 人 1 組となって交互にトレーニングを受けました。よくあることですが、周りで見学しているメンバーは設定された異常に気づけるのに、いざトレーニングの受講者になると異常に気づき



写真 6 ECMO シミュレーショントレーニングルーム
(右にいるのは Michael Bosch 氏)

にくいという結果になりました。緊急時こそ一歩引いて冷静に観察するということが大事だと感じました。4 パターンのシナリオでトレーニングが行われ、それぞれのシナリオ終了時にその事象と原因を確認し、その場でとった行動とその理由、さらには他にできることがなかったのかといったトラブル対処時のプロセスの再確認を行いました。この確認作業が非常に重要で、各施設でシミュレーショントレーニングをする際の参

考になると思いました。

次に人工肺のトラブルの際の回路交換をさせていただきました。ハンドクランクで循環を維持した状況で新しい回路を充填し回路を切断、人工肺・遠心ポンプユニットごと交換を行いました。エア抜きのためベッドをかなり濡らしてしまったり、ユニットの交換に時間を要したりと日ごろのトレーニングの重要性を再確認しました。また小型の遠心ポンプほど揚程を維持するため高回転となりますが、ドライブモーター側が高回転を維持したまま遠心ポンプ部をセットすると、ドライブと遠心ポンプの磁気的デカップリングが起り、遠心ポンプが作動しない状況も模擬され参考になりました。

最後に1日のシミュレーショントレーニングを通しての質疑応答と意見交換を行い、トレーニングコースは終了となりました。終了後、修了証をいただきセンターを後にしました。

Ⅲ. ラシュタットからレーゲンスブルグ (Regensburg) への移動【2日目】

ECMO シミュレーショントレーニングコースが夕方終了し、私たちはタクシーで次の目的であるレーゲンスブルグの街に向かいました。距離にしておよそ400km、だいたい東京-仙台間ぐらいです。タクシーの運転手からの情報では、所要時間は約4時間とのことでした。この都市間の移動は電車だと地形的に遠回りしなくてはならず時間もかかるとのこと、人数を考慮するとタクシー1台で移動した方がコスト的にも良いということになり車で移動することにしました。

GETINGE Experience Center を出発したのは午後5時。予定通り、4時間後の午後9時頃にレーゲンスブルグのホテルに到着しました。ホテルでチェックインを済ませ、遅い食事へ。ホテルで聞いた近くのドイツ料理屋へ直行したものの、時間が遅く提供できるメニューがあまりないとのこと…。とはいえ、仕方ないのでできるものを注文し、みんなでシェアしました。楽しみは伝統のドイツビール。歴史的にも古く、深い味のビールと共にみんなでの食事の旅の醍醐味です。ヒートテックにセーターで防寒してレストランに向かいましたが、ラシュタット以上に寒く感じました。

Ⅳ. 病院見学【3日目】

翌朝9時前にメインエントランスでThomas Müller教授と挨拶を交わして、本日の予定の確認を行いました。最初に見学させて頂いたのは、ICUでのECMO管理でした。そのうちの1例はVA-ECMOで、カニューレ挿入部位からの出血がひどく、抗凝固管理に難渋していました。ECMO装置はNovalungで、日本にはな

い装置でした(写真7)。

手術室見学の前にECMOの物品や運用の説明をPerfusionistのAlois Philipp氏にいただきました。この病院はECMO装着患者の搬送を空路でも陸路でも行っており、緊急時にも対応できるように工夫されていました(写真8)。また、Pre-HospitalでのVA-ECMO導入(院外E-CPR)を積極的に行っており、成績も良いとのことでした。その後、ECMO Carも見せてもらい、記念撮影をしました。なぜ、Audiなのでしょう(笑)(写真9)

手術は人工心肺使用手術2件、TAVI2件を行っており、私たちは上行大動脈人工血管置換術の手術を見学させていただきました。手術室内の人工心肺装置の位置が斬新で麻酔医の横にPerfusionistが並んで座っていました。この位置は術中の血行動態管理や抗凝固管理を行う際に麻酔科医との連携を取る上でとてもやりやすく、執刀医ともコミュニケーションがとりやすいと感じました。セボフルレンの気化器が人工心肺装置に備え付けられていたので、「セボフルレンは全例で使用しているのか?」と質問したところ、効果が早



写真7 ECMO装置 Novalung



写真8 ECMO導入に必要な物品が載っているECMOカート (右にAlois Philipp氏)



写真9 ECMO Car

く得られ、切れやすいから、麻酔薬として常に使用しているとのことでした。人工肺ガス排気口は余剰ガス排出装置につながられていました。

メインポンプはローラーポンプであり、脱血回路径は1/2インチで吸引補助脱血（VAVD）は使用せず、回路充填量は1,200mLとのことでした。回路内圧は日本と同様に人工肺前後で常時測定しており、脱血回路圧も測定しているとのことでした。VAVDを使用していないことから静脈リザーバー内圧の測定は不要とのことでした。人工心肺操作中の血液ガスはCDI 500で測定しており、SvO₂ 70%、最低 Hct 24%以上、離脱時 Hct 30%を目標に操作しているとのことでした。メインポンプから人工肺の間に側枝が立てられており、その陽圧を用いてヘモコンセントレーターに血液を流していました。心筋保護に関しては75φのポンプを2基使って送液しており、心筋保護液はプレットシュナイダー液（HTK液）を使用し、20分間隔で投与しているとのことでした。

手術室での見学後、人工心肺準備室を見せていただき、チーフ Perfusionist の Mike Foltan 氏と情報交換をさせていただきました。Regensburg University Hospitalでの人工心肺装置はLivaNova社製のS5を使用しており、全装置とも同じレイアウトで、それぞれに名前が付けられていました（写真10）。準備されていたのは“PINK PANTHER”！。日本だと‘○号機’のように区別することが多い中、このような名前の付け方は良いと思いました。私はJaSECT教育委員でもあるので、人工心肺操作中のトラブルに関して質問してみました。人工肺前圧の上昇やガス交換能の低下時に行う人工肺の交換は、循環停止を用い、回路を切断して行っているとのことでした（JaSECTの統一回路にも標準装備されている交換用の側枝回路はありませんでした）。交換時間は20秒以内とのことで、事前にプライミングを行ったうえで、2名で交換を行うとのことでした。私たちからは日本の施設で使われている人工肺

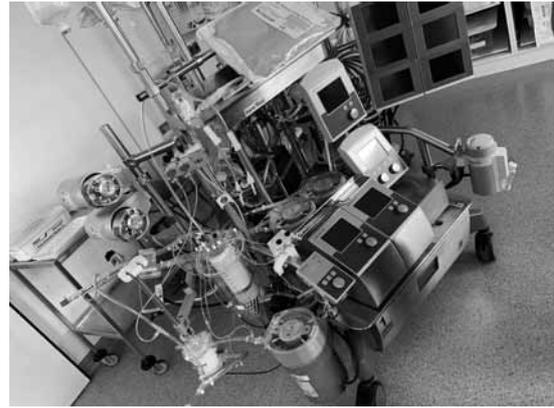


写真10 Regensburg University Hospitalの人工心肺装置S5

の交換が行いやすいように工夫されている回路についてお伝えしました。もしかしたらRegensburg University Hospitalの回路に、今後、変化が現れるかもしれません。また、メインポンプが壊れた際のバックアップはどうしているのかを尋ねたところ、バックアップはなく、基本的には手回しとのことです（当たり前じゃん？という顔をされました…。）トラブルシューティングは月に1度は行っているとのことでした。前日にECMOシミュレーショントレーニングコースを受講したこともあり、各施設で定期的にトラブルシューティングを行うことは重要であると思いました。そして、その模範たるトラブルシューティングの教育を学会で行うことは重要だと改めて考えさせられました。TAVI等でコンバージョンする時に用いるMini Circuitも見せてもらいました。この際に榊原記念病院で使用している装置の写真をお見せしたところ、興味を持たれたようでした。ECMO装置の使い分けに関してお聞きしたところ、CARDIOHELPは値段が高いためPre-Hospitalでの導入や搬送用として使用し、パワーがあるということでVV-ECMOではNovalungを、ヘパリンコーティングではないLivaNovaのシステムはHIT疑いの患者に用いるということを念頭に選択しているとのことでした。

Regensburg University HospitalのPerfusionistは10名おり、年間の人工心肺症例数は約1,000件、ECMO件数は200件とのことでした。手術時の人工心肺操作やICUでのECMO管理だけでなく、心肺蘇生を目的としたPre-HospitalでのECMO導入にも携わっているとのことで、かなりハードワークである印象を受けました。

遅い昼食後、Thomas Müller教授にVA-ECMO、VV-ECMO、E-CPR時の患者管理に関する講義をしていただきました。改めて日本の事情との違いや先生の経験をお聞きすることができ、有意義な時間を過ごすことができました。その後、再度ICUの見学を行った



写真 11 CRRT の機器

際、驚愕な CRRT の機器を発見しました。日本にはないと思います… (写真 11)。

V. 病院見学後

丸一日、病院見学を行い、充実した時間を過ごした後、Thomas Müller 教授から食事に誘われるという嬉しいハプニングが起きました。夜は遅かったですが、ドイツ料理とドイツビールを楽しんだ後、レーゲンスブルグの街を案内してくれました。私は Thomas Müller 教授が Euro-ELSO での大会長や講演をしている姿を見ており、高名な先生がこんなにフレンドリーで楽しい話をしてくれていることに感激していました (写真 12)。

VI. 総 括

ECMO シミュレーショントレーニングでは、発生しているトラブルの状況を理解させ、その原因を探させるだけでなく、なぜこのようなことが起きたのか、対応するまでに他に何かできることはなかったのか？という点について、トレーナーと受講者が時間をかけてディスカッションを行い、受講者自身の頭で考えさせるということを徹底して行っていました。また、シナリオも綿密に作り上げられており、トレーニング開始前にトレーナー同士が入念に打ち合わせを行っている姿が印象的でした。シミュレーショントレーニングを行う際は入念な準備が必要であること、そして答え探しをさせるだけではなく、原因究明までの対処方法を受講者から徹底的に引き出すやり取りが重要であるということに気づかされました。

Alois Philipp 氏は CARDIOHELP の開発者であり、彼の部屋には CARDIOHELP 初号機の写真や Pre-Hospital で ECMO を導入したときの数々の新聞の切り抜き、様々な学会で受賞した時に授与された盾が壁一面に飾られていました。臨床だけでなく装置の開発にも多大な貢献をされてきたことが一目でわかり、私たちが目標とすべき人だなと感じました。このような方と



写真 12 Thomas Müller 教授に案内していただいた大聖堂

気軽にお話できる機会が得られたことは、私たちのモチベーションを向上させることにもつながりました。また、Thomas Müller 教授が夕食の際におっしゃっていた perfusionist の手術室での業務は今後少しずつ減っていくだろうが、ECMO はこれから症例数が伸びる、ECMO の管理には perfusionist が最も適しているという言葉や Michael Bosch 氏がランチを一緒にとっているときにおっしゃっていた ECMO は特別な治療、きちんとトラブルシューティングを行わなければならないといった言葉から、JaSECT 主催での ECMO 実技セミナーやトラブルシューティングの開催は今後、必要不可欠になるであろうと感じました (Michael Bosch 氏の施設では年に 3~4 回はシミュレーショントレーニングを行っているとのことでした)。

今回のトレーニングコースの受講および Regensburg University Hospital の視察の中で、Thomas Müller 教授、Mike Foltan 氏、Frank Stickel 氏に JaSECT 会員への支援をお願いしたところ、「協働しましょう。できることなら何なりと」という返事をいただきました。海外の施設見学をしたり様々なことを体験したりする最大の魅力は、自分自身の姿を見つめなおし、私たちに足りないものは何なのか、そして今後、何をすべきなのかを考えるきっかけを与えてくれることだと思います。JaSECT 国際交流委員会では今後、すでに行っている IJN 見学ツアーのような企画が立てられるかを検討し、欧州の施設とのつながりをさらに強化していければと考えております。

最後に非常にお忙しい中 ECMO シミュレーショントレーニングを行ってくださった Frank Stickel 氏と Michael Bosch 氏のお 2 人、約 50 チームが ECMO の研修待ちという状況にある中で私たちを受け入れてくださった Thomas Müller 教授、Alois Philipp 氏、Mike Foltan 氏に心から感謝申し上げます。

(執筆分担: I~II 担当: 田辺、III~V 担当: 鈴木、VI 担当: 柏)