第49回
人工心臓と補助循環懇話会学術集会

Seeds

―人工心臓の未来に向けて種を蒔く―

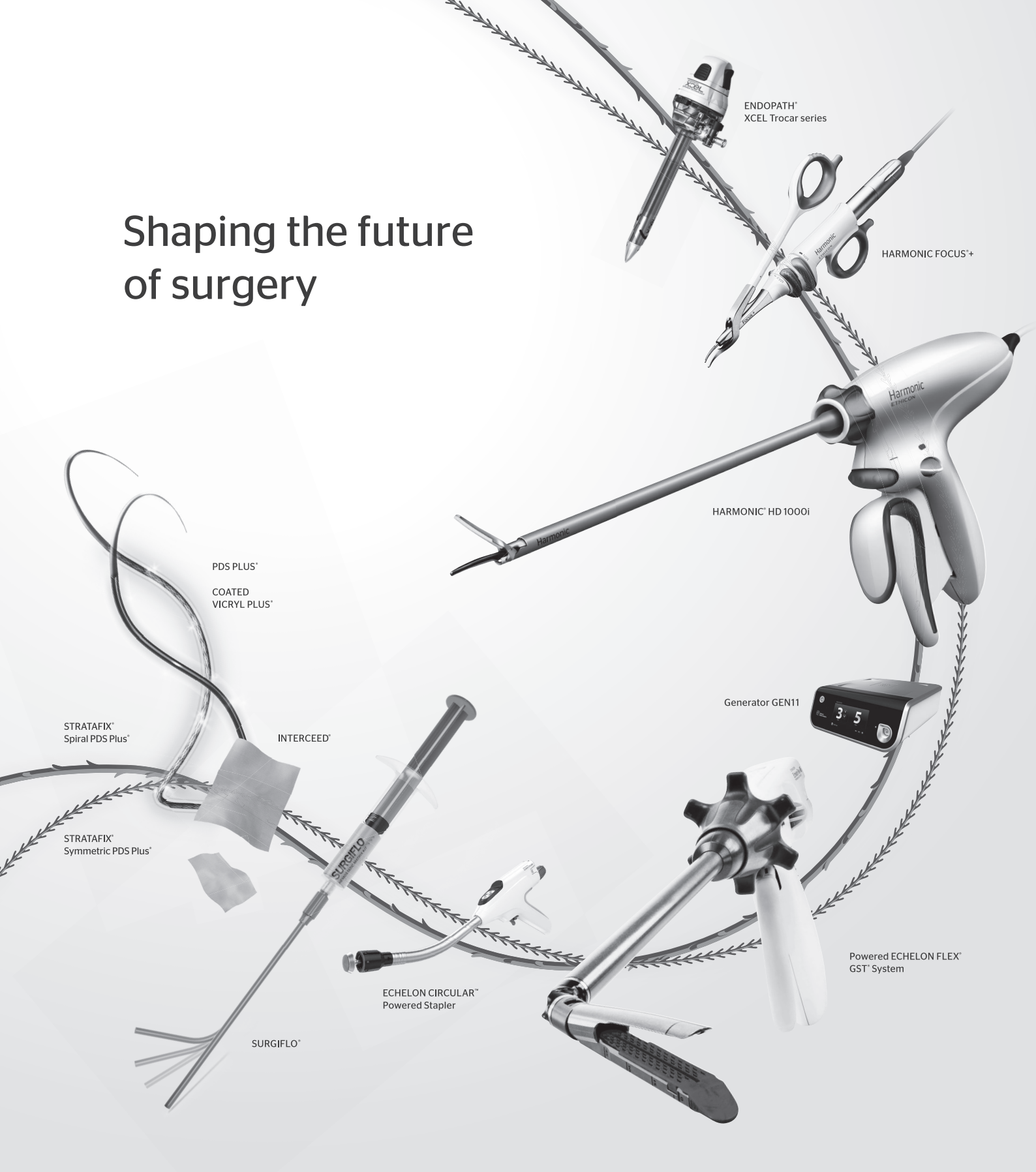
プログラム・抄録集

2021年
2月6日(土)～7日(日)

WEB開催（ライブ配信・オンデマンド配信）

代表世話人
西村　隆
（愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学）

Shaping the future of surgery



ETHICON

PART OF THE Johnson&Johnson FAMILY OF COMPANIES

販売名:ハーモニック　HD　1000i　承認番号:22900BZX00116000
販売名:ハーモニック　ブルーハンドピース　承認番号:22100BZX00831000
販売名:エンドパス　トロッカーシステム　認証番号:21900BZX00882000
販売名:STRATAFIX　Spiral　PDS　プラス　承認番号:22900BZX00123000
販売名:エンドスコピック　パワード　リニヤー　カッター　認証番号:22500BZX00396000
販売名:インターシード®　承認番号:20300BZY01058000
販売名:PDS　プラス　承認番号:22300BZX00333000
販売名:EESジェネレーター　承認番号:22500BZX00119000
販売名:エシェロン　サーキュラー　パワードステイプラー　承認番号:30100BZX00156000
販売名:GSTカートリッジ　承認番号:22700BZX00155000
販売名:ハーモニック FOCUS プラス　承認番号:22700BZX00411000
販売名:パイクリル プラス　承認番号:22000BZX01652000
販売名:STRATAFIX　Symmetric　PDS　プラス　承認番号:22800BZX00272000
販売名:サージフロー®　承認番号:23100BZX00112000

製造販売元：ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 メディカル カンパニー　〒101-0065 東京都千代田区西神田3丁目5番2号

133480-200226　©J&JKK 2020

The 49th Annual Meeting for Artificial Heart and Assisted Circulation

第49回
人工心臓と補助循環懇話会
学術集会

会　期：2021年2月6日 (土) ～7日 (日)
オンデマンド配信：2021年2月19日 (金) ～3月19日 (金)

代表世話人：西村　隆
(愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学)

ご 挨 拶

新型コロナ感染拡大の国難とも呼べる未曽有の事態に際し、皆様におかれましてはその収束に向けて日夜努力されている事と存じます。日常の業務に加え、更にコロナ対策等に奮闘されている皆様に心より敬意を表します。

この度、第49回人工心臓と補助循環懇話会学術集会を2021年2月６日（土）、７日（日）にWEBを用いたオンライン学術集会として開催させていただくこととなりました。当会としては初の試みで、まさに手探りの状態で準備しております。いろいろと不都合、御不便をお感じになるとは思いますが、昨今のコロナ感染の事情を鑑みまして、どうかご容赦のほどお願い申し上げます。

さて、歴史と伝統のある「人工心臓と補助循環懇話会」学術集会は、1971年の第１回開催以来、長年にわたり我が国の人工心臓と補助循環治療の研究開発、臨床応用、普及と発展に貢献してまいりました。この間、人工心臓と補助循環に関わる臨床医やコメディカル、研究者、行政や企業の関係者など、多くの参加者によって深夜にわたるまで熱い議論が交わされてきました。私自身、平成8年に熱海で執り行われた第24回に初めて参加させていただき、諸先輩方の熱気に圧倒されたことを鮮明に覚えております。また、大御所であられた渥美先生より暖かいお言葉を頂き、その後の臨床・研究に一層の励みとなりました。本学術集会は他の学会とは一味も二味も異なり、大御所も新人若手も一緒となって、様々な職種・立場の方々が直に議論し、杯を酌み交わし、明日からの更なる臨床や研究開発の発展の糧となってきました。

昨今、植込型補助人工心臓の臨床使用では、Bridge to Transplantationのみの適応からDestination Therapyも加えたものへと拡大しつつあります。年間植込み症例数はうなぎのぼりに増加していますが、その臨床成績は世界でもトップクラスを維持しています。さらに、急性心不全に対する補助循環治療でも、続々と新しいデバイスが投入されて、臨床で活躍し始めています。これらの目覚ましい発展の一部は、今までの本学術集会で温められたアイデアが結実したものと信じております。そこで、今回のテーマは「Seeds　―人工心臓の未来に向けて種を蒔く―」とさせて頂きました。将来にわたって本領域が発展し続けることを目指して、知恵を絞ってアイデアを出し合い、将来を担う若手研究者の発掘・育成を行い、Synergyを引き起こす新たな関係の構築を行う、振り返ってみれば本集会が新たな発展の起爆剤となったと言われるような会に仕上げたいと考えています。

当初、会の準備を始めた時点では、私の生まれ故郷でもあります愛媛県の道後温泉で会を執り行う予定でした。日本国内でもひときわ古い3000年もの歴史を持つと言われる温泉で、全国から集まる同志と共に、夜通し語り合うことを夢見ておりました。しかし、それも叶わぬ状況となってしまい、オンライン集会という新しい形をとらざる負えなくなってしまいました。されども、もともと本学術集会は進取の精神をもって世に存在感を示してきた会であります。過去における在り方に拘泥することなく、未来志向で、まさに「種を蒔く」会としてまいりたいと思っております。どうか膝を突き合わせた会と変わらず、いや、それ以上に熱く活発なご討議、ご議論をお願いします。

第49回人工心臓と補助循環懇話会学術集会
代表世話人　西村　隆
愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学

歴代世話人

回数	会期	代表世話人	所属	開催場所
1	昭和46年11月	渥美　和彦	東京大学	東京
2	昭和47年11月	渥美　和彦	東京大学	東京
3	昭和48年11月	渥美　和彦	東京大学	仙台
4	昭和49年11月	渥美　和彦	東京大学	東京
5	昭和50年12月	渥美　和彦	東京大学	東京
6	昭和52年5月	渥美　和彦	東京大学	名古屋
7	昭和53年12月	渥美　和彦	東京大学	熱海
8	昭和55年3月	渥美　和彦	東京大学	熱海
9	昭和56年6月	曲直部壽夫	国立循環器病センター	箕面
10	昭和57年5月	堀内　藤吾	東北大学	松島
11	昭和58年5月	草川　　實	三重大学	鳥羽
12	昭和59年3月	瀬在　幸安	日本大学	熱海
13	昭和60年5月	江口　昭治	新潟大学	新潟
14	昭和61年2月	中村　和夫	神戸大学	有馬
15	昭和62年2月	渥美　和彦	東京大学	湯沢
16	昭和63年3月	星野　俊一	福島医科大学	会津東山
17	平成1年3月	尾本　良三	埼玉医科大学	熱海
18	平成2年3月	瀬在　幸安	日本大学	東京
19	平成3年3月	清水　　健	金沢医科大学	能登和倉
20	平成4年2月	仁田　新一	東北大学	松島
21	平成5年2月	三田村好矩	北海道東海大学	定山渓
22	平成6年2月	高野　久輝	国立循環器病センター	長浜
23	平成7年3月	村上　泰治	川崎医科大学	玉野
24	平成8年2月	長谷川隆光	日本大学	熱海
25	平成9年3月	福永信太郎	広島大学	宮島
26	平成10年3月	高谷　節雄	山形大学	上の山
27	平成11年2月	四津　良平	慶應義塾大学	箱根
28	平成12年2月	岩谷　文夫	福島医科大学	二本松
29	平成13年2月	富永　隆治	九州大学	別府
30	平成14年3月	坂本　　徹	東京医科歯科大学	キロロ
31	平成15年1月	山家　智之	東北大学	宮城蔵王
32	平成16年1月	阿部　裕輔	東京大学	熱海
33	平成17年1月	山根　隆志	産業技術総合研究所	鬼怒川
34	平成18年3月	許　　俊鋭	埼玉医科大学	湯沢
35	平成19年3月	塩野　元美	日本大学	水上
36	平成20年3月	福井　康裕	東京電機大学	湯沢
37	平成21年2月	澤　　芳樹	大阪大学	湯沢
38	平成22年2月	梅津　光生	早稲田大学	諏訪
39	平成23年2月	西村　元延	鳥取大学	米子
40	平成24年2月	穴井　博文	大分大学	由布院
41	平成25年2月	荒井　裕国	東京医科歯科大学	湯田中
42	平成26年2月	巽　　英介	国立循環器病研究センター	湯沢
43	平成27年2月	小野　　稔	東京大学	熱海
44	平成28年2月	吉澤　　誠	東北大学	松島
45	平成29年2月	山崎　健二	東京女子医科大学	いさわ温泉
46	平成30年2月	増澤　　徹	茨城大学	熱海
47	平成31年2月	森田　茂樹	国立病院機構九州医療センター	嬉野
48	令和2年2月	岡本　英治	東海大学	紙上開催

参加者の皆様へ

参加登録

一　般　13,000円
学　生　 7,000円
３月18日（木）正午まで受付けております。

参加方法

ご登録いただきましたメールアドレスにご視聴アドレスとWEB開催ページ入室用のＩＤ（ユーザー名）とパスワードをお送りいたします。ライブ配信終了後にご登録いただいた場合は、決済完了メールにオンデマンド配信WEB開催ページ入室用のＩＤ（ユーザー名）とパスワードを記載いたします。
ご視聴方法
Zoomウェビナーにてご視聴いただきます。
※Zoomを始めて使う方は事前にアプリのダウンロードをしておくとスムーズに接続ができます。

１）パソコンの方はこちらからダウンロードできます。（ミーティングクライアント）
https://zoom.us/download#client_4meeting
２）iPhoneやiPadの方はこちらからダウンロードできます
http://itunes.apple.com/jp/app/zoom-cloud-meetings/id546505307?mt=8
３）Androidスマホの方はこちらからダウンロードできます
https://play.google.com/store/apps/details?id=us.zoom.videomeetings
４）すでにZoomを使った経験のある方
すでに、アプリをダウンロードされている方は、アプリが立ち上がり、自動接続します。
（PC、タブレット、スマホ等）

質疑応答等

Zoomウェビナーの参加者の挙手機能を使用して質疑を行います。
ご質問いただく際にはZoomの下部の「手のひら」のアイコンをクリックしてください。
座長よりミュートを解除する通知が行きますので、解除してご質問ください。

参加証明書と領収書について

ライブ配信終了後1週間以内に、ご登録いただいた参加証郵送先に参加証名書兼領収書を郵送いたします。ライブ配信終了後に新たにご登録いただいた方にはオンデマンド配信終了後に郵送いたします。
人工心臓管理技術認定士認定の新規申請・更新申請にご利用ください。

学術集会抄録集について

参加登録された方への学術集会抄録集は送付いたしません。WEB開催ページ内にてPDFダウンロードをお願いします。WEB開催ページ内へはＥメールにて送信しましたWEB開催ページのご入室用IDとパスワードが必要です。

オンデマンド配信について

一般演題は開催期間中、発表動画をWEB開催ページにてオンデマンド配信いたします。
会期終了後、2021年2月19日（金）より3月19（金）まで、WEB開催ページ内にて、オンデマ

ンド配信いたします。参加登録（クレジット決済のみ）も引き続き行います。
オンデマンド配信につきましては、参加登録いただいた方は再度のご登録は必要ありません。
WEB開催ページ内には同じIDとパスワードでご入室いただけます。
ライブ配信をご視聴できない方もオンデマンドをご視聴いただければ参加したこととみなします。その際には必ずご視聴確認フォームにて視聴確認をご送信ください。

オンライン懇親会について

詳しくは本ホームページの「オンライン懇親会のご案内」ページをご確認ください。
オンライン懇親会にて最優秀若手演題賞1名と優秀若手演題賞2名を表彰いたします。
演題登録された方はぜひご参加ください。

座長の先生へ

打ち合わせ用に控室のZoom会議のアドレスと配信用のZoomウェビナーのアドレスをお送りいたします。Zoom会議にご入室いただき、接続チェックや打ち合わせ等お願いいたします。
その後、パネリストとして、Zoomウェビナーにご入室ください。
Zoom会議にはご担当のセッションの開始1時間前よりご入室いただけます。
参加者からのご質問につきましては、「挙手」にてお伺いしますので、ご指名ください。
音声にてご質問を受付いたします。

演者の先生へ

特別講演・シンポジウム・ワークショップ・J-MACS　報告

打ち合わせ用に控室のZoom会議のアドレスと配信用のZoomウェビナーのアドレスをお送りいたします。Zoom会議にご入室いただき、接続チェックや打ち合わせ等お願いいたします。
その後、パネリストとして、Zoomウェビナーにご入室ください。
Zoom会議にはご担当セッション開始の1時間前よりご入室いただけます。
ご発表は原則事前にお送りいただきました動画を座長のご紹介の後、運営事務局にて配信いたします。

一般演題

WEB開催ページにて開催期間中、オンデマンドにて配信いたします。ライブでの配信はございません。

お問い合わせ

第49回人工心臓と補助循環懇話会学術集会運営事務局
株式会社キョードープラス
担当：白神　憲一／佐藤　あゆみ
〒701-0205　岡山県岡山市南区妹尾2346-1
TEL：086-250-7681　FAX：086-250-7682
E-mail：ahac49@kwcs.jp (専用メールアドレス)

日　程　表　（ライブ配信）

2月6日（土曜日）

12：00	開会の辞
12：02 13：32	シンポジウム 1 「DT 時代の幕開け　今後の課題を探る」 座長：吉岡　大輔 木下　　修
13：32 14：32	ワークショップ 1 「経皮エネルギー伝送システムの 現状と課題」 座長：増澤　　徹 築谷　朋典
14：32 14：52	J-MACS　報告 座長：中谷　武嗣 演者：小野　　稔
	コーヒーブレイク（10 分）
15：00 16：30	シンポジウム 2 「VAD 治療の地域連携における課題と展望」 座長：泉谷　裕則 大石　醒悟
16：30 17：30	ワークショップ 2 「補助循環治療における 遠隔診療・モニタリング」 座長：荒川　　衛 田ノ上禎久
18：00 20：00	オンライン懇親会

2月7日（日曜日）

8：00 9：30	シンポジウム 3 「体外循環システムの未来予想図 － 30 年後はこうなっている！－」 座長：柏　　公一 東條　圭一
9：30 10：30	特別講演 座長：西村　　隆 「人工心臓の現況と展望 ～ DT 時代を迎えて～」 演者：澤　　芳樹
	コーヒーブレイク（10 分）
10：40 12：10	シンポジウム 4 「VAD 治療の未来　－臨床で解決すべき 課題と開発が目指す目標－」 座長：松宮　護郎 西中　知博
12：10	次回世話人挨拶
12：12	閉会の辞

一般演題　オンデマンド配信　2月6日～2月7日

プログラム

特別講演

座長：西村　隆（愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科学）

『人工心臓の現況と展望 ～DT時代を迎えて～』

大阪大学大学院医学系研究科外科学講座　心臓血管外科学　澤　芳樹

シンポジウム1

『DT時代の幕開け　今後の課題を探る』

座長：吉岡　大輔（大阪大学大学院医学系研究科外科学講座　心臓血管外科学）
木下　　修（東京大学医学部附属病院　心臓外科）

S1-01　デュシェンヌ型筋ジストロフィーはDTの適応となりうるか

東京大学医学部附属病院　循環器内科　辻　正樹

S1-02　植込型VAD適応拡大における課題

大阪大学大学院医学系研究科　循環器内科学　世良　英子

S1-03　誰が、どこで、いつまで診るのか。
―VADによるlong life supportに必要な医療・社会体制―

国立循環器病研究センター病院　移植医療部　簗瀬　正伸

S1-04　高次脳機能障害発症後にVAD長期補助を要した症例の終末期に関する検討

東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科　藤原　立樹

S1-05　Destination Therapy時代において求められる補助人工心臓とは？

総合病院　国保旭中央病院　心臓外科　梅木　昭秀

シンポジウム2

『VAD治療の地域連携における課題と展望』

座長：泉谷　裕則（愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科学）
大石　醒悟（兵庫県立姫路循環器病センター　循環器内科）

S2-01　DT(Destination Therapy)時代の地域連携の在り方

愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科学　薦田　宗則

S2-02　東北地方での植込型補助人工心臓治療における地域連携の現状と展望

東北大学　心臓血管外科　秋山　正年

S2-03　末期重症心不全からiLVAD装着、心移植に至るまでの地域中核病院の役割

広島市立安佐市民病院　循環器内科　小田　登

S2-04　地方民間病院における経験から

佐久医療センター　心臓血管外科　濱　元拓

S2-05　iVAD在宅管理の地域連携における遠隔医療、遠隔モニタリング導入の課題と展望

練馬光が丘病院循環器センター　心臓血管外科　荒川　衛

プログラム

シンポジウム3

『体外循環システムの未来予想図 ―30年後はこうなっている！―』

座長：柏　公一（東京大学医学部附属病院　医療機器管理部）
東條　圭一（北里大学病院　ME 部）

S3-01　今日から始めよう！
人工心肺のイノベーションを生み出す学際的・多角的アプローチ

三井記念病院　麻酔科　横塚　基

S3-02　看護の視点から考える補助循環治療の未来

北里大学病院　看護部　集中治療センター　内藤　亜樹

S3-03　機械的循環補助に期待すること

弘前大学医学部附属病院　臨床工学部　後藤　武

S3-04　補助人工心臓の未来を考える - 臨床工学技士の立場から

東京大学医学部附属病院　医療機器管理部　朝倉　陽香

S3-05　未来のニーズを捉える仕組み創りとDX（デジタルトランスフォーメーション）

森ノ宮医療大学　臨床工学科　西垣　孝行

シンポジウム4

『VAD治療の未来　―臨床で解決すべき課題と開発が目指す目標―』

座長：松宮　護郎（千葉大学大学院医学研究院　心臓血管外科学）
西中　知博（国立循環器病研究センター研究所人工臓器部）

S4-01　VAD治療における血栓塞栓症について

千葉大学大学院医学研究院　心臓血管外科学　渡邉　倫子

S4-02　臨床現場における問題点から着想する補助循環デバイスの研究開発
－遠心ポンプのリアルタイム血栓モニタリング－

東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科　藤原　立樹

S4-03　重度の出血傾向から周術期を乗り切るための手術戦略

九州大学病院　心臓血管外科　　牛島　智基

S4-04　植込型LVAD装着前に出血合併症リスクを予測できるか

東北大学　心臓血管外科　齋木　佳克

S4-05　ドライブライン感染に対する我々の取り組み

大阪大学大学院医学系研究科　外科学講座　心臓血管外科学　戸田　宏一

S4-06　連続流VADの心拍同期制御. -BTRに向けたtailor made治療の開発-

総合病院　国保旭中央病院　心臓外科　秋山　大地

プログラム

ワークショップ1

『経皮エネルギー伝送システムの現状と課題』

座長：増澤　　徹（茨城大学大学院理工学研究所　機械システム工学領域）
築谷　朋典（国立循環器病研究センター研究所　人工臓器部）

W1-01　補助人工心臓ドライブライン皮膚貫通部・ポンプポケット感染症の現況と経皮エネルギー伝送システム開発への期待

国立循環器病研究センター研究所　人工臓器部　西中　知博

W1-02　経皮的エネルギー伝送システムの歴史と現状

東海大学　札幌教養教育センター　大学院生物学研究科　岡本　英治

W1-03　経皮電力伝送システムの概要と課題

東京理科大学　基礎工学部　電子応用工学科　柴　建次

W1-04　TET研究開発のガイドライン策定の現状と課題

産業技術総合研究所　健康医工学研究部門　西田　正浩

ワークショップ2

『補助循環治療における遠隔診療・モニタリング』

座長：荒川　衛（練馬光が丘病院循環器センター　心臓血管外科）
田ノ上　禎久（九州大学　重症心肺不全講座）

W2-01　植込型LVAD患者の在宅管理と遠隔医療

九州大学病院　循環器内科　藤野　剛雄

W2-02　当院におけるLVAD患者の（遠隔）診療とモニタリングの現状と課題

富山大学附属病院　第二内科診療部門　循環器内科　中村　牧子

W2-03　現在行っている植込型補助人工心臓装着患者に対するモニタリングの方法とその限界

東京大学医学部附属病院　医療機器管理部　柏　公一

W2-04　当院における補助人工心臓植込み後の外来遠隔介入の取り組み

東京女子医科大学　心臓血管外科　寶亀　亮悟

J-MACS　報告

座長：中谷　武嗣（医療法人　清翠会　牧病院）

『J-MACS　報告』

東京大学医学部附属病院　心臓外科　小野　稔

プログラム

一般演題

O-1　IMPELLAの使用による出血性合併症の検討

愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科　薦田　宗則

O-2　心室中隔穿孔および自由壁破裂に対してImpella5.0を右腋窩動脈経由に挿入し待機的に開心術を施行した一例

神戸大学　心臓血管外科　河野　敦則

O-3　人工肺の血栓評価法の確立とリアルタイム血栓モニタリングの試み

東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科　櫻井　啓暢

O-4　Bridge-to-Bridgeによる植込み型補助人工心臓装着術の術後成績および脳血管イベントとの関連

国立循環器病研究センター心臓血管外科　藤内　康平

O-5　IMPELLAによる心負荷軽減の実験的評価のための拍動循環シミュレータの開発

早稲田大学理工学術院総合研究所　坪子　侑佑

O-6　左室補助人工心臓植え込み後遠隔期に生じたoutflow graft感染に対してgraft部分置換により感染コントロールに成功した一例

大阪大学大学院医学系研究科　心臓血管外科学　山田　翔平

O-7　HeartMate3植込後に腎機能障害が改善した虚血性心筋症の一例

愛媛大学大学院医学系研究科循環器・呼吸器・腎高血圧内科学　三好　徹

O-8　補助人工心臓患者における高カリウム血症の意義

富山大学第二内科　今村　輝彦

O-9　重症COVID－19肺炎に対する当院のVV ECMO治療の現状

東京都健康長寿医療センター　心臓血管外科　伊達　数馬

O-10　体外式膜型人工肺(ECMO)回路への持続的血液ろ過透析(CHDF)回路接続時のリスク削減に向けた取り組み

愛媛大学医学部附属病院ME機器センター　三木　航太

O-11　植込型補助人工心臓装着患者の看護を振り返る-耳介後部モデルを装着した患者のQOL向上を目指した関わりと今後の課題-

獨協医科大学病院　亀山　友理子

O-12　前乳頭筋断裂による重症MRに対しECPELLA補助下にMVRを施行した経験

久留米大学医学部外科学講座心臓血管外科部門　高木　数実

プログラム

O-13　模擬循環回路を用いた大動脈解離治療用新型ステント開発のための分枝血流通過圧損評価法の検討

東北大学大学院医工学研究科　繁浦　瑠偉

O-14　「補助人工心臓患者のＣＰＸ実施において」～当院での実施方法～

社会福祉法人恩賜財団済生会松山病院リハビリテーションセンター　山本　拓也

O-15　右心補助に応用可能な高速度マルチカメラを用いた半天球型ePTFE弁葉挙動可視化装置の開発

東北大学大学院医工学研究科　永野　友香

O-16　植込型VAD装着後に低酸素血症が遷延した拡張型心筋症の１例

東京大学医学部附属病院　心臓外科　安藤　政彦

O-17　Mycobacterium abscessus によるドライブライン感染・縦隔炎の１例

大阪大学大学院医学系研究科外科学講座心臓血管外科　村上　貴志

O-18　バイオフロートを用いた両心補助人工心臓の使用経験

愛媛大学医学部附属病院　診療支援部　ME機器センター　品部　雅俊

O-19　植込み型補助人工心臓の低流量アラームに対するフローチャートの作成

自治医科大学附属さいたま医療センター　臨床工学部　梅田　千典

O-20　VWF損傷に関する流体剪断特性定量化のための基礎検討

東北大学大学院　医工学研究科　医工学専攻　人工臓器医工学講座　中地　真太郎

O-21　植込型左室補助人工心臓装着症例に対して、難聴が進行し人工内耳の植え込みを行った一例

神戸大学医学部附属病院　循環器内科　山下　健太郎

O-22　周波数解析によって遠心ポンプの駆動音変化を捉えた一例

愛媛大学医学部附属病院　診療支援部　ME機器センター　伴野　誠幸

人工心臓の現況と展望 ～DT時代を迎えて～

澤　芳樹
大阪大学大学院医学系研究科　外科学講座　心臓血管外科学

1970年代から開発が始まった補助人工心臓はもともとDestination therapy(DT)を目的としていた。しかしながら、1980年代半ばからはLeft Ventricular Assist System(LVAD)がBridge to transplantation(BTT)として盛んに臨床応用されるようになった。また、近年、補助中に自己心機能の回復を認めLVADから離脱例もみられており、Bridge to recovery (BTR)としての使用や、DTや移植適応に到達するためのBridge to candidacy (BTC) も欧米では盛んになってきている。

一方、再生医療の進歩も近年著しく、その効果が大変期待されている。教室では、細胞シート工学による心筋再生に15年間取り組み、その前臨床試験を経て、2007年にFirst in manの臨床研究としてLVAD補助下に心臓移植待機していたDCM患者の世界初のLVAS離脱に成功した。これまで40例以上の重症心不全患者に移植し、LVAD離脱自宅復帰の2例を含めて、本治療法が重症心不全の心機能や症状を安全に改善することを証明した。すでに、普遍的治療法への展開を目指して、技術移転のもとにテルモ社が治験を実施、薬事承認を経て、今年6月より保険診療を開始している。またiPS細胞由来拍動心筋細胞を用いた心筋再生治療の開発も6年を経過しPOCの証明や規制科学研究等の成果は得られており、iPS細胞シートによる再生治療の臨床応用がまもなく開始される。さらに、心筋再生効果を持つONO1301の薬剤についても現在医師主導治験を進めている。

埋め込み型の第二世代ポンプの普及によって、ようやく欧米並みの補助人工心臓治療が可能となった我が国いおいて、今後重症心不全治療も大きな展開が予想される。もとより、心臓移植の展開が今後も困難な我が国において、BTTのみならず移植を前提としない重症心不全の治療としてのDTや再生医療や再生医薬品との組み合わせによるBTRを目的とした新しいLVAD治療展開が期待される。

デュシェンヌ型筋ジストロフィーはDTの適応となりうるか

辻　正樹[1)]、波多野　将[1,2)]、角田　昇隆[1)]、武城　千恵[1)]、石田　純一[1)]、網谷　英介[1,2)]、木下　修[3)]、小野　稔[3)]、小室　一成[1)]
1）東京大学医学部附属病院　循環器内科
2）東京大学大学院医学系研究科　重症心不全治療開発講座
3）東京大学医学部附属病院　心臓外科

本邦では現在、植込型左室補助人工心臓（LVAD）の適応はBridge to Transplant (BTT)に限られているが、Destination Therapy (DT)が保険償還されようとしている。DTはこれまでの心臓移植を目指すBTTと異なり、重症心不全の治療選択肢の1つとしてDT-LVADを考慮すべきと考える。

筋ジストロフィーは遺伝性・進行性筋疾患であり、ジストロフィン遺伝子変異に伴うデュシェンヌ型筋ジストロフィー(DMD)と軽症型であるベッカー型がその多くを占める。これら筋ジストロフィーは、心病変として心筋症を合併することが多い。ベッカー型筋ジストロフィーに合併する重症心筋症についてはBTT-LVADから心臓移植に至る例も散見されるが、DMDに関してはその進行性の骨格筋病変のため心臓移植の非適応となることがほとんどである。人工呼吸器療法の発達により呼吸不全を有するDMDの生存期間は延長し、また近年では核酸医薬品を用いたエクソン・スキップ治療の開発も進んでいるが、合併する重症心筋症に対する有効な治療は確立されておらず、重症心筋症はDMDの最大死因である。

今回DMDに重症心筋症を合併した症例を経験したので提示する。症例は18歳男性。6歳時に筋力低下を契機にジストロフィン遺伝子エクソン5の欠損を認めDMDと診断、ステロイド内服が開始された。12歳時に心機能低下を指摘され、薬物療法(ACE阻害薬、β遮断薬、アルドステロン拮抗薬)が開始されたが、16歳時に左室駆出率10%未満と進行する心機能低下を認め、非侵襲的陽圧換気療法が導入された。17歳時に心不全入院で利尿剤が追加、退院直後に心原性脳塞栓症を発症し抗凝固療法が開始となった。現在は、電動車椅子を使用して通学されている。重症心筋症・心不全に対する今後の治療方針の検討のため当院紹介となった。

今後DT-LVADが可能となった場合には、本症例に対するDT-LVADについては治療選択肢として考慮すべきであり、本シンポジウムでその適応について検討したい。

植込型VAD適応拡大における課題

世良　英子[1)]、中本　敬[1)]、赤澤　康弘[1)]、竹田　泰治[1)]、大谷　朋仁[1)]、
彦惣　俊吾[1)]、坂田　泰史[1)]、吉岡　大輔[2)]、戸田　宏一[2)]、澤　芳樹[2)]
1）大阪大学大学院医学系研究科循環器内科学
2）大阪大学大学院医学系研究科心臓血管外科

Destination therapy（DT）が開始されることにより、心臓移植の適応にはならない症例においても植込み型VADが治療選択肢として検討され、LVAD装着症例数のさらなる増加とともに、年齢や社会背景など患者背景の多様化が予想される。DTにおいては重症心不全患者のQOLを改善し維持することが、予後を延長することと共に重要な治療目標となる。心臓移植を前提としたBridge to transplantation (BTT)においては、植込型VADは離脱を前提とした一時的な治療手段であり、移植後の予後を見据えた管理のためQOLの一時的な低下は避けられない状況もある。当院VAD外来管理症例において退院後3回以上の再入院を要した症例は全体の28%を占めていた。5回以上の再入院を要した症例は12%であり、このような症例においては退院後のVAD装着期間うち平均約25%を病院で過ごしていた。合併症による入院を回避することはDT治療の大きな課題である。また、DTにおいてはLVAD装着が心不全治療としての1つのゴールとなることから、元の社会生活・地域生活に戻ることもQOLという点で重要である。当院のLVAD装着症例をVAD管理状況により、当院近隣在住で当院管理、遠隔地在住で当院管理、管理施設管理に分けて予後を比較したところ、管理施設であっても植込み施設と比較して遜色ない結果であったが、遠隔地から当院管理を継続している症例の生存率は低い傾向にあった。患者の住む地域での緊密なサポート体制の拡充（Shared care）が今後のDT治療の重要な鍵を握っていると考える。

誰が、どこで、いつまで診るのか。
―VADによるlong life supportに必要な医療・社会体制―

簗瀬　正伸[1)]、堀　由美子[2)]、小西　伸明[2)]、有薗　礼佳[2)]、瀬口　理[1)]、
福嶌　五月[3)]、藤田　知之[3)]、福嶌　教偉[1)]

1）国立循環器病研究センター　移植医療部
2）国立循環器病研究センター　看護部
3）国立循環器病研究センター　心臓外科

我が国においてもDestination Therapy（DT）が開始されるが、解決すべき課題は残されている。DTはbridge to transplant（BTT）とは異なり、患者のQOLを優先した治療である。つまり、植込型VAD（i-VAD）患者は、実施施設周辺ではなく『地元で暮らす』ことが目標となる。現在実施施設は大都市に限られており、それ以外の地域ではi-VAD治療は周知されているとは言えない。DTを普及させるためにもi-VADの啓発に繋げる取り組みが必要となる。当院では、大阪の大規模停電を機に、災害時対応としてi-VAD患者支援に関する説明文書を、患者自身に市町村福祉課に提出してもらうことで自治体を巻き込んだ周知につなげている。

DTではi-VADに関連する合併症のみならず、老いや癌などの疾患によりi-VAD装着下に自立できなくなったり、介助者が居なくなったりする。そのため、公的な生活支援や介助の制度が不可欠である。自立不能となる主要因に脳血管障害があるので、当院でBTT目的のi-VAD装着患者157名（年齢43.7$_{+}$ ± 13歳、補助期間1038 ± 442日）のうち、脳血管障害合併者46名を解析した。生活自立度（日本版modified Rankin Scale：mRS)は、0：無症状19名（41.3%）、1：非常に軽症8名（17.4%）、2：軽症3名（6.5%）、3：中等度症8名（17.4%）、4：中等度から重症2名（4.3%）、5：重症4名（8.7%）、6：死亡2名（4.3%）。14名（30.4%）は要介護で、介護期間は 1256 ± 936日であった。mRS5の4名に訪問看護を導入し、介入に応じて特別訪問看護指示書や介護保険を適用している。しかしながら、現在、i-VAD患者に対する長期在宅介護を可能にする在宅医療体制や診療報酬等の整備はない。病床の機能分化と連携により「病院完結型医療」から「地域完結型医療」への転換を促すためにも、医療療養病床や在宅医療を支援する制度が求められる。

患者・家族がi-VADによるlong life supportを心不全治療として決意する時点で、自分たちが願う生き方ができなくなることがあることも踏まえた『生きる覚悟』を認識してもらうことが重要である。事前指示書（ACP）の活用が求められるが、この課題に対する多職種からなる医療チームの役割は大きい。

高次脳機能障害発症後にVAD長期補助を要した症例の終末期に関する検討

藤原　立樹[1)]、水野　友裕[1)]、倉島　直樹[2)]、石山　純子[3)]、荒畑　美樹[3)]、
古川　文子[3)]、米丸　美穂[3)]、荒井　裕国[1)]

1）東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科
2）同大学医学部附属病院　MEセンター
3）同大学医学部附属病院　看護部

【背景】心臓移植を目指すBridge to transplantation (BTT)とは異なり，Destination Therapy (DT)のゴールは質の高い人生を全うすることである。患者は心不全による苦痛から解放されるが，原則としてVADを装着したまま死を迎えることになる。そのため，どのような形で最期を迎えるかについては患者が介護者とよく話し合っておく必要がある。VAD装着中に患者が高次脳機能障害を生じた場合には医療関係者が介護者の意思決定を支援していくことが重要と考えられる。
【方法】当院でこれまでにVAD（体外型含む）を装着した患者44例のうち，高次脳機能障害を生じた後に3ヶ月以上の補助を要した症例を4例経験した。装着時平均年齢は53 ± 5歳（49-61），原疾患は虚血性1例，DCM1例，心サルコイドーシス1例，急性大動脈解離1例。当院で経験した事例をもとにDTの終末期について検討する。直近の2例について経過の詳細を記載する。
【症例1】61歳女性，心サルコイドーシスに対してJarvik 2000を装着。植込後に数回脳合併症を発症し，入退院を繰り返しながら徐々に身体・認知機能が低下していたが，菌血症を契機に高次脳機能障害が進行した。死亡前の約3ヶ月間は，患者本人の意思決定は困難となり，家族の代理意思に委ねられた。日々衰弱する患者と対峙し治療差し控えの検討に迫られ，家族は混乱していた。定期的に家族面談を重ね，多職種チームや地域医療担当者と共に支援を行いながら，症状緩和や家族支援に主軸をおいた関わりを行った。
【症例2】49歳男性，急性大動脈解離と広範囲心筋梗塞の合併例。上行置換 + Central ECMO術後周術期に広範囲脳梗塞を発症し，高次脳機能障害を生じた。MERA遠心ポンプによる体外型VADへ移行し，リハビリテーションを行いながら高次脳機能回復を待ったが幼児程度の知能までしか改善せず，BTTの道を断念した。術後7ヶ月目で家族との話し合いにより積極的治療からの撤退が決まり，その際に今後は回路交換を行わない取り決めになった（当院倫理委員会で承認済み）。デバイス関連合併症が早期に生じるのではないかと医療関係者は想定していたが一切起きず，徐々に経口摂取が減り初回手術より1056日後に衰弱死した。最後の回路交換から856日間は単一のMERAポンプによる循環補助となった。
【結語】高次脳機能障害発症後に医療関係者の意思決定支援が重要と感じた症例を経験した。DTの終末期に対応すべく，診療科や病棟の垣根を越えた多職種からなるVADチームの存在が必要であると考えられる。

Destination Therapy時代において求められる補助人工心臓とは？

梅木　昭秀
総合病院　国保旭中央病院　心臓外科

・いよいよDTが開始される。これにより今まで不可能であった移植登録を見たさない重症心不全患者に対する植え込み型VAD治療が行えるようになる。工業生産物である植え込み型VADの使用を移植適応患者に絞るという、本来医学的根拠に乏しい施策が改善されたのは喜ばしい限りだ。しかし同時に現在のVADでは多くの心不全患者にDTを施行していくにはまだまだ多くの問題がある。

まず合併症
・非開胸、経皮的に直接左室に刺入するimplantation法の開発。これにより交換、離脱、再植え込みを容易にしBTCや感染、血栓などの合併症に対応。
・左心脱血、左心内駆出によるAI予防、オフテスト→BTRに対応
・駆動部品を減らすことによる抗血栓性、感染、耐久性への対応

患者QOLの改善
・長期使用の際には、TETS、全固体電池などを組みこむことで、感染しにくく、生活の質を高めることを可能とする。

さらに、管理側のマンパワーを考え、
・センサーを組み込み、血圧、補助血管抵抗、補助血液流量など生体データを検知。これに基づきAIによるある程度の自動制御をおこなうことで省人化を図る。
・同時にデータはリアルタイムで管理病院へ転送。必要時アラーム機能。

経済性
・耐久性よりコストを重視。ただし先に述べたように容易に交換可能なものとすることで、長期使用を担保。現状のDT治療でも、適切なクライテリアをもって患者を選び、長期管理に持ち込むことで、医療費全体の費用対効果に優れた治療になりうる可能性が示されているが、ポンプ自体のコストを抑えることでこの効果をさらに高めることが可能。

こういったポンプがあればDTにおいてはその適応を広げ、BTC、BTR、BTT使用や合併症対応が容易になるだけでなく、開心術後を含めた急性心不全への適応も期待される。

DT(Destination Therapy)時代の地域連携の在り方

薦田　宗則
愛媛大学大学院医学系研究科 心臓血管・呼吸器外科学

本邦において心臓移植を前提としない植込型左室補助人工心臓 (LVAD) の使用、DT(Destination Therapy)が始まる。現在は心臓移植の適応とならない心不全患者(65歳以上、担癌、腎機能低下等)に対するVAD治療の適応が広がることになる。DTは、生命予後のみならず QOL向上の観点からも、有効な治療戦略と考えられる。VAD装着後、自分の住む地域で安心して生活できる環境を構築することが求められる。そのためには、植込型 VAD 実施施設、管理施設のみならず、地域の基幹病院、心臓リハビリテーション病院、診療所を含めた施設間、地域内連携の強化が必要である。愛媛大学医学部附属病院は四国地方で唯一の植込型 VAD 実施施設であり、愛媛県と周辺地域に住む VAD 患者の管理を行っている。都心部とは大きく異なり交通基盤が脆弱な地域であり、地域独特の問題を経験することがある。VAD 植込み後に地域で復学、復職していくことは人生、QOL 向上に重要なことである。我々医療者は教育機関や企業等とも連携し、各患者のライフスタイルに合わせた体制を整備できるよう支援している。本シンポジウムでは、植込型 VAD 実施施設の立場から当院での取り組みを紹介し、DT 時代の地域連携はどうあるべきか議論したい。

東北地方での植込型補助人工心臓治療における地域連携の現状と展望

秋山　正年[1)]、秋場　美紀[2)]、鈴木　佑輔[1)]、片平　晋太郎[1)]、前田　恵[1)]、
武富　龍一[1)]、千葉　光葉[3)]、草刈　亜紀子[3)]、松嶋　友治[3)]、清水　裕也[4)]、
鈴木　雄太[4)]、山本　裕太[4)]、齋木　佳克[1)]

1）東北大学病院心臓血管外科
2）東北大学病院臓器移植医療部
3）東北大学病院看護部
4）東北大学病院臨床工学部門

本邦においても植込型補助人工心臓治療は普及し、年々装着患者数が増えている。またデバイスの改良や、患者管理法の進歩により長期生存が可能になっているとはいえ、ある一定の率で補助人工心臓関連合併症が発生する。多くの在宅治療患者は遠隔地域に居住しており、合併症に対応できるような地域のコミュニティーの協力は不可欠となるため、地域基幹病院や医療サービスと補助人工心臓実施施設や管理施設とが連携する治療体制を確立する必要がある。当院は東北6県から患者紹介を受け、植込型補助人工心臓装着患者の管理を行っている。現在東北地方には青森県、山形県を除き、4県に補助人工心臓実施4施設があるが、ほとんどの宮城県外の患者が当院外来通院継続を希望している。2021年1月現在、再入院中の患者も含め、38名の在宅治療患者がおり、うち２名が居住地に近い実施施設管理となっているが、残り36名は当院外来管理を行っている。宮城県内在住が17名（47%）、県外在住が19名（53%）で、半数以上が他県から通院している。県外患者が緊急性の高い合併症を起こした際、基幹病院での初期対応、及び県を跨いだ救急搬送を行っている。一方搬送自体困難で、基幹病院にて死亡確認、デバイス摘出を行ってもらった症例も経験した。近年は合併症のリスク発見を目的の一つとして、訪問看護を積極的に導入している。また逆に安定している患者で通院が困難な状況にある際には電話診療も行っている。当院でのこれまでの経験をもとに、東北地方での補助人工心臓治療における地域連携の現状と展望について考察する。

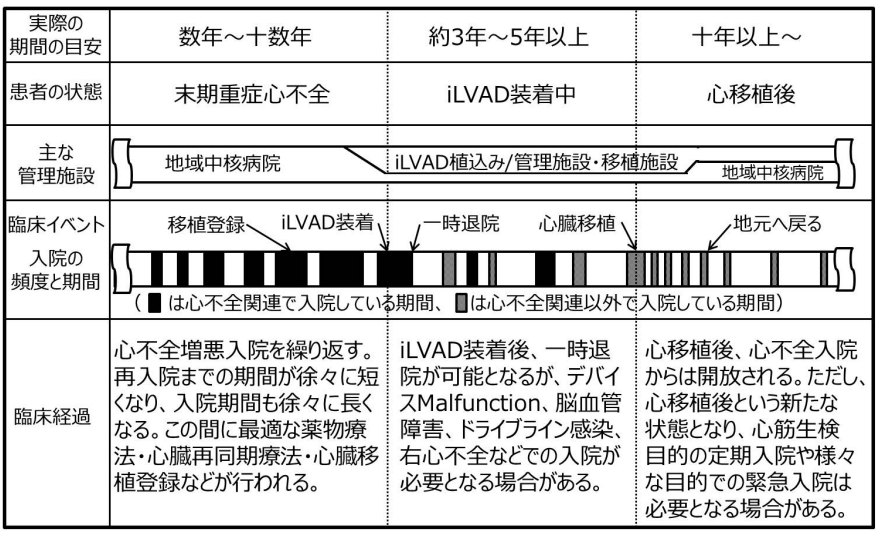
末期重症心不全からiLVAD装着、心移植に至るまでの地域中核病院の役割

小田　登
広島市立安佐市民病院　循環器内科

末期重症心不全患者に用いられる植込み型左心補助人工心臓(iLVAD)は、2020年12月現在、本邦では心臓移植適応とされた患者に対して、心臓移植までのつなぎ（Bridge to transplantation：BTT）としてのみ使用可能である。今後、永久使用（Destination Therapy：DT）として適応拡大される可能性があるが、現時点でiLVAD装着患者はBTT目的での使用がほとんどである。このような患者を診ていく場合、当院のような地域中隔病院と、iLVAD植込み/管理施設および心臓移植施設の綿密な連携が必須であり、患者が生涯に渡る治療経過のどの時点であるかにより、管理方法は大きく異なる（図）。

心臓移植適応のある重症心不全患者に対する地域中核病院としての役割は、iLVAD植込み前の重症心不全の時期では、病態がINTERMACS Profiles 1-2に至る前に心臓移植登録作業を含めた準備を進めるべきであろうし、心臓移植登録後はINTERMACS Profiles 3の時点でiLVAD植込み施設と連携し、実際の患者移動やVAD植込み時期を検討するべきである。iLVAD植込み後、状態が安定すると患者は一時退院し、地元に戻って心臓移植待機をする場合もある。この時点での地域中隔病院の役割は、iLVAD植込み/管理施設との連携を継続し、地域中隔病院でも対応可能な緊急時の対処を行うことである。脳血管障害に対する緊急血管内治療、夜間で公共交通機関での移動困難な場合のデバイス不具合に対する翌日までの対応、災害による電力喪失時の電力確保のための入院、などがこれまでに経験された事象である。無事、心臓移植が終了し、周術期を超えて状態が安定すると、患者は再度地元に戻ってくる事が多い。以後は新たに心臓移植後状態として移植施設と連携し、免疫抑制薬の調整や移植後合併症の管理を行う。生涯に渡る治療過程において、それぞれの時期に応じた地域中核病院としての役割を果たすことが重要である。

植込み型左心補助人工心臓（iLVAD）装着患者の一般的な臨床経過



地方民間病院における経験から

濱　元拓[1)]、土屋ひろみ[2)]
1）佐久医療センター　心臓血管外科
2）佐久医療センター　循環器内科

本邦における植込型VAD保険収載から約10年が経過しDestination Therapy（DT）の導入も間近となっている。長野県東部の基幹施設である当院では2010年に体外式補助人工心臓(VAD)治療を導入し、2012年に植込型の施設認定を取得した。VADを含む重症心不全治療振り返り課題と展望を考察する。

当院におけるVAD導入は左冠動脈主幹部閉塞後症例の救命が目的であった。IABP離脱困難であり東京大学重症心不全治療開発講座にコンサルトし、同講座の支援の下bridge to recoveryとしてNIPRO VADの装着を行った。以後、体外式7例、植込型7例、Central ECMO with LV vent 2例、IMPELLA 6例を経験した。

植込み第1例目はJ-MACS profile 2のDCM症例であった。IABP補助下に移植登録し東京大学、東京女子医科大学の支援を受けEVAHEARTを装着、在宅治療に移行した。術前からの仕事を継続し約4年の待機期間を経て、2016年に東京大学医学部附属病院での心臓移植に到達した。現在も健在である。しかしながら、心臓移植あるいは離脱に到達できたのはこの1例のみであった。県内に実施施設ができた影響もあり2017年を最後に近年は新規植込みを経験していない。一方、難治性心原性ショックに対する治療は体外式VADから左室ベントを併用したECMOやIMPELLAに移行している。

移植施設の支援により地方民間病院においてもVAD治療が導入でき、重症心不全患者の自宅での移植待機が可能であった。しかし、術前の重症度が高く成績は不安定で症例数が少ないことから資格の維持が困難であった。

植込み時の重症度を下げるためには地域において移植登録等に関する啓蒙活動が必要である。また、移植施設の外来がDT患者で溢れ移植（待機）患者の診療に影響する様な状況は望ましくない。非移植施設がDT診療を担うことが出来れば移植施設の負担は軽減され、非移植施設の診療レベルの維持に寄与すると考えられる。そのためにはデバイスの改良や管理の標準化に加え、オンラインでのコンサルトなど移植施設との密接な連携が引き続き重要である。終末期において当院は訪問診療による在宅カテコラミン療法での看取り等に取り組んでおり、その経験をDTでも活かすことができるのではないかと考える。

iVAD在宅管理の地域連携における遠隔医療、遠隔モニタリング導入の課題と展望

荒川　衛[1)]、竹村　昌敏[2)]、西村　隆[3)]、山口　敦司[1)]
1）自治医科大学附属さいたま医療センター　心臓血管外科
2）株式会社エクスメディオ
3）愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科学

植込型補助人工心臓(iVAD)の新規植込み数は増加傾向にあり、今後、Destination therapyが保険適応されると、さらなる増加が予想される。一方でiVAD実施および管理施設数はiVAD植込み数に比して増加しておらず、一施設あたりの負担が増加している。一方で、近年、他分野においては様々なデバイス、プログラムを用いた遠隔医療が進歩している。医療者および患者の負担を軽減するために、どのような遠隔医療、遠隔モニタリングデバイスがiVAD在宅管理に有用となりうるか、海外の動向を含めて検討した。

iVAD在宅管理用に開発された遠隔医療用のデバイス、プログラムは少なく、他用途のデバイス、プログラムを使用する場合も、医薬品医療機器等法および、オンライン診療に関する指針を遵守して使用する必要がある。新型コロナウイルス感染症の影響で、オンライン診療の規制緩和があり、Doctor to Patient (D to P)のハードルは低くなった。一方で、オンライン診療の指針は慢性疾患を対象として作成されており、iVAD在宅管理への適用には障壁がある。しかしながら、「遠隔から高度な専門性を有する医師による診察・診断等」という使用方法(D to P with Doctor)は認められており、地域連携おいて有用であると考えられる。また、Doctor to Doctor (D to D)のコンサルテーションアプリは障壁が低い。海外ではVAD在宅管理のスマートフォンアプリが複数あるが、他疾患と比較して、患者数が少ないため、ビジネス面でのメリットが少なく、開発はあまり進んでいない。

遠隔モニタリングとしては植え込み型除細動器(ICD/CRT-D)が植え込まれている患者では、心電図イベントの遠隔モニタリングが可能である。また、ICD/CRT-Dが植込まれていない、iVAD患者にたいしても、家庭用心電計および家庭用心電計プログラムが承認されており自宅での心電図記録が可能である。Abbott社製CardioMEMSは植込み型の肺動脈圧センサーであり、心不全患者の再入院を低下すると報告されており、海外ではiVAD患者での有用性も報告されている。また、日本光電社製のezCVPは非侵襲的に中心静脈圧の測定が可能である。上記二機種は本邦未承認であるが、循環器疾患患者の在宅管理、遠隔モニタリングを充実させることが、iVAD患者管理に繋がっていくものと考えられる。さらに、VADに特異的な、回転数、流量やアラーム、ドライブライン感染に関しては専用の遠隔モニタリング開発を行うか、オンライン診療として対応することが必要であると考えられる。

今日から始めよう！
人工心肺のイノベーションを生み出す学際的・多角的アプローチ

横塚　基
三井記念病院　麻酔科

「未来の体外循環システム」と聞いてどのようなものを思い浮かべるだろうか。完全体内植え込み可能なポンプ一体型人工肺だろうか。それとも、レベル３or４の自動運転可能な人工心肺だろうか。私が入職してから約20年の間、人工心肺の見た目はほぼ変化していない。人工心肺を形作る、個々の構成要素の素材・設計・制御システムは進歩しているにも関わらず、なぜ変化が無いように感じるのか。それは、人工心肺の構成要素個々の技術革新はあっても、人工心肺のあり方のイノベーションが起きていないからではなかろうか。

最先端技術の粋を尽くした血液ポンプや人工肺、回路、コンソールを組み合わせれば未来の体外循環システムになる、とは言えないだろう。ではイノベーションを起こすにはどうすれば良いのか。イノベーションは異分野融合によるセレンディピティーにより創出されるとよく言われる。

学問は事象に名前を与え、分類するという本質的な特性を有する。我々が学術的なオリジナリティーと新たな知見を求めれば求めるほど、学術領域は細分化してゆく。その細分化しすぎた学問では今日的な課題を克服できないとの認識から、異分野融合に期待がかかっている。しかし、異なる分野の人材を集めてディスカッションすれば、新たな融合分野が誕生するなどと言うのは、幻想に過ぎない。異なる分野の人と議論するには、その分野の価値観や言語を理解していることが必須である。それを経ずに、ただ異なる分野の人材を集めるだけでは、むしろ分野間の壁は高くなってしまう。

さらに、異分野融合の初期にあっては、複数の者からなるチームではなく、誰かひとりの頭の中でしか、融合は起きない。まずは個人が異なる分野のことを理解した後、自分の頭の中で融合させるしかない。そしてそれはある日突然おこる。これがセレンディピティーなのだと私は考える。

イノベーションを育てるには、それをマネジメントするシステムや人材、行政の支援や資金が必要となるであろう。しかし、我々はまず、イノベーションの種を生み出さねばならない。その種は我々の働く現場にこそ見出せるはずである。本講演では、イノベーションの種を生み出すために、個人や組織として今からできる動きを皆さんと一緒に探りたい。

看護の視点から考える補助循環治療の未来

内藤　亜樹
北里大学病院　看護部　集中治療センター

世界的なCOVID-19の流行をきっかけに市民に「エクモ」という用語の認知が広がり、重症患者を救う最後の砦として認知された。世論の高まりが法整備や制度改善につながることを期待する一方で、ECMOで救命した患者のその後の生活にも目を向ける必要があると感じている。

あらゆるショック、重症呼吸不全の患者を救命するために補助循環が使用されてきた。私が働き始めた16年前もV-A ECMO、IABPは現在とほぼ同じ姿で使用されていた。補助循環デバイスの未来予想図を語るにあたり、過去16年変わらなかったデバイスがこの先も変わるのか？が本音である。

しかし、この15年で集中治療は大きく変わっている。患者を救命すること、ICUから退室できることをゴールとしていたが、今は患者の退院後の生活の質も加えて評価される時代になっている。

集中治療を受けた患者はPost Intensive Care Syndrome（PICS）の影響により著しくQOLが低下すると言われている。PICSとは、集中治療を受けた患者に発生するメンタルヘルス、認知機能障害、身体障害により社会的問題を生じる複合的な後遺症である。これらが複雑に関連し、患者のQOLが低下すると言われている。

PICS予防の観点から、人工呼吸や補助循環を使用している患者であっても毎日朝には鎮静を浅くし覚醒を促し、夜は鎮静を深める。可能な限り患者の協力を得ながらベッドからの離床を行い、身体拘束をせずに患者自身が注意を払いながら動くことができるなど、なるべく制限をしない。このように集中治療を受けていても患者の日常を意識して、ニードに耳を傾け、治療を進めている。

15年前は深鎮静にして、動かないようにしていた患者は、医療者の都合で治療、看護ができ、現在より業務負荷はなかったかも知れない。

未来の補助循環のあるべき姿として、ここに少しヒントがある。一つは、補助循環を使用しても患者の動きを制限しない、そして血液が患者から見えず恐怖心を与えない、安全管理が自動制御化されることで看護師は患者と向き合える時間が増え、痛みを取り除く、不安を軽減する、寄り添うことが今以上に実現できると期待している。2045年のシンギュラリティの先にある30年後が、補助循環がコンパクト化され、人工知能により自動制御されたとしても患者が補助循環の治療をどう受け入れ、どう生きるかを支えていくのは患者を想い、患者からたくさんの事を学んで成長する医療者の役割であってほしいと願っている。

機械的循環補助に期待すること

後藤　武、加藤　尚嵩、紺野　幸哉、山本　圭吾、小笠原　順子
弘前大学医学部附属病院　臨床工学部

残念ながら現在の補助循環は完璧とは言い難いのが現状である．
特にMechanical circulatory support（MCS）の代表的な一つと言えるECMOもLV unloadが必要になる症例が散見される．本来は救急の現場で速やかに開始できる特性上，完全補助ではなく部分補助を想定してはいるが，重症心不全症例では逆行性送血による左室負荷は大動脈弁の開放を認めず，Impellaを用いたLV ventを併用したECPELLAを要する症例がある．大腿動脈から挿入される送血カニューレは大動脈弓部付近まで，より中枢まで挿入し，できるだけ左室の後負荷にならぬよう末梢向きに送る工夫も必要と考える．またECMOでは長期臥床などにより重症呼吸不全を合併する症例も少なくない．そのような症例では心機能の回復とともに肺循環を経た低酸素化血が脳血管などに送られる．そのような症例では，内頸静脈からの送血路を追加するV-VA ECMOなどのhybrid ECMOで対応しているのが現状である．
上述した大動脈弓部から送血できるカニューレがあれば現状のV-A ECMOのままで脳血流の酸素化は維持できる．
その他としては医療機器のエンドユーザーである我々臨床工学技士は開発に関しては素人であるが，自由に言わせて頂くとすれば，体内にすでにあるものをエネルギーとして有効活用する方法を期待したい．循環そのものや，体温や静脈血の二酸化炭素など，すでに体内に存在するものを電気エネルギーに変換して，搬送時のバッテリとして使えたり，いっそ外部供給なしで体内に埋め込めて永久的に稼働できたりするシステムにして欲しい．また我々はコロナ禍において，V-V ECMOの際にPPE無しで気軽にベッドサイドに行けない状況を経験した．遠隔ICUが求められる現在，採血頻度を減らせる体外循環用血液ガス分析装置であるCDI550などの装置が活躍した．抗凝固療法管理においては無論抗凝固療法なしのMCSが理想であるが，回路内でACTやAPTTが測定できて，かつ人工膵臓のように測定しながら自動で抗凝固薬を持続で増減するシステムがECMOシステムの中に内蔵できればありがたい．現時点では夢のような話しを自由に言わせて頂き，将来の開発の一助になれば幸いである．

補助人工心臓の未来を考える - 臨床工学技士の立場から

朝倉　陽香、柏　公一、黒澤　秀郎、高橋　舞、藤城　和樹、藤谷　早織、
飛田　瑞穂、久保　仁、土井　研人
東京大学医学部附属病院　医療機器管理部

本邦で補助人工心臓が使用されはじめてからおよそ40年が経過した。当初は急性心不全に対する体外設置型の拍動流ポンプの使用のみで開始されたが、心臓移植を前提とした適応疾患の拡大や植込型補助人工心臓の開発・承認により補助人工心臓を取り巻く環境は大きく変化している。また、DT（Destination Therapy）の適応承認がなされれば、さらなる患者の多様化や長期の継続使用が予想され、補助人工心臓に求められる要件も変化していくであろう。補助人工心臓は、血液ポンプのみならずコントローラ（駆動装置）、電源、その他様々な周辺機器で構成されている。血液ポンプやドライブラインが長期耐久性に優れていることはもちろんであるが、機種によってフェイルセーフ・フールプルーフの有無やユーザーインターフェースはそれぞれ異なっている現状であり、ポンプ停止しない（させない、しづらい）ような機構・性能であるかどうかは重要な要素であると考える。

補助人工心臓において最も多い合併症はドライブライン感染である。ポンプポケットまで感染が及んだ場合にはポンプ交換が必要となることもあり、患者にとって大きな侵襲となる。完全植込型の補助人工心臓であれば理論上ドライブライン感染は起こらないこととなり、駆動状況の情報通信や電源の問題をクリアした機器の開発と実用化が望まれる。また、患者のQOLを向上させる観点から、遠隔診療に対応した機能が搭載されることも今後は期待したい。

このような臨床で感じているニーズを開発側と結ぶために臨床工学技士としてどのようなことができるか模索していく必要がある。

今回、このような補助人工心臓治療の現状や当院での経験を踏まえて、未来に期待する機能や改良点に関して私見を述べる。

未来のニーズを捉える仕組み創りとDX（デジタルトランスフォーメーション）

西垣　孝行
森ノ宮医療大学　臨床工学科

筆者は、2000年から人工心肺やECMOの保守・点検・管理および操作に従事し、さらに治療成績を少しでも向上するために、臨床研究にも積極的に取り組んで来ました。同様に多くの病院で臨床研究が実施され、多様な研究実績が報告されています。しかしながら、人工心肺に関していえば、20年間、大きな変化がみられないのが現状です。さらには破壊的イノベーションと位置付けられるTAVIなどのインターベンションによる治療が一気に拡大傾向を示しています。
一方で、医療業界以外に目を向けると、テクノロジーの進歩は著しく、FacebookやAmazonなどのプラットフォーマーと呼ばれるIT企業の台頭と共に、ベンチャーエコシステムの急速な発展により、数々のイノベーションがこの２０年間で社会を変革しました。チャレンジングなアイデアを実現するためにリソースが集められ、様々な事業アイデアが仮説検証されています。

今回、30年後の体外循環を大きく進歩させるためには、我々は一体、今、何をすべきか、マクロな視点から今後のあるべき姿を考察します。

VUCA（Volatility：変動性・不安定さ、Uncertainty：不確実性・不確定さ、Complexity：複雑性、Ambiguity：曖昧性・不明確さ）の時代における新規事業は、デザイン思考（共感、問題提起、創造、プロトタイピング、テスト）が必要と言われています。仮説検証のサイクルを高速で回し、行動したことによって得られる「未来のニーズ」を捉えます。さらに新規事業の組織的なマネージメントは、イノベーションマネージメントと呼ばれ、世界全体の効率化のために、どの組織にも組み込まれる必要があるとされ、近年、ISO56000シリーズに、イノベーションマネージメントシステム（IMS）として企画化されました。トップがコミットメントすることや新しいアイデアが組織内で潰されない仕組み、仮説検証を高速で回す仕組み、さらには大きくスケールさせていくために組織内外と連携することなどが求められます。加えて、どの業務においても、DX（デジタルトランスフォーメーション）に真剣に取り組む環境を整備することが非常に重要と考えられます。DXは単なるIT化ではありません。あらゆる価値観が変化させる可能性があります。臨床現場の方々にも、ほどよく危機感を持ってもらいながら、一緒に議論させていただけましたら幸いです。

VAD治療における血栓塞栓症について

渡邉　倫子、黄野　皓木、松浦　馨、乾　友彦、焼田　康紀、平岡　大輔、
坂田　朋基、諫田　朋佳、池内　博紀、深澤　万歓、上田　秀樹、松宮　護郎
千葉大学大学院医学研究院　心臓血管外科学

背景：重症心不全治療の分野で重要な選択肢であるVAD治療においては、機器の発展や管理法の改良が治療予後を改善してきた。合併症の一つである血栓塞栓症は、脳合併症、ポンプ異常の原因となるため様々な対策が取られているが、臨床上の大きな課題となっている。
目的：当科でVAD治療を受けた患者における血栓塞栓症発症例の検討
方法：2012/7から2020/10に当科で植込型VADを装着した41例を対象とした。術前患者背景は、平均年齢43.5±14.7才、男性35例(85%)、原疾患はDCM27例、ICM10例、薬剤性心筋症2例、サルコイドーシス1例、慢性心筋炎1例であった。適応はBTBが11例、BTTが30例であった。植込デバイスの内訳は、Jarvik2000 24例、HeartMate Ⅱ 7例、HeartMate 3 5例、Duraheart 3例、EVAHEART 2例であった。
結果：術後平均フォローアップは1234±587日、生存率は3年で94%、5年で 74%であった。移植到達が10例、VAD装着下で移植待機中が25例、死亡は6例あった。血栓塞栓症関連の合併症としては、ポンプ血栓症が1例、脳血管合併症12例のうち塞栓症による脳梗塞が6例あった。ポンプ血栓例は、ポンプ異常(磁気浮上アラーム)によるポンプ交換手術時にポンプ血栓の診断に至った。脳梗塞例の発症時期は、VAD周術期が3例、慢性期が3例(1例はVAD感染合併時)であった。全例自宅退院は可能であった。死亡2例のうち、1例目(POD137)はデバイス由来の多発塞栓による脳梗塞後出血で、2例目(POD1612)はポンプ交換術後約8ヶ月後に脳出血で失った。
考察：VAD治療における血栓塞栓症は、多因子が関わると報告されており、その予防、発症時診断、治療においては、デバイス、患者、抗凝固を含めた管理法など、多面的な観点からのアプローチが必要であると考えられる。
結語：VAD治療における血栓塞栓症は、合併症によるQOLへの影響のみならず、ポンプ血栓症や脳合併症などの重篤な病態の原因ともなりえるため、今後も対策が望まれる合併症である。

臨床現場における問題点から着想する補助循環デバイスの研究開発 ー遠心ポンプのリアルタイム血栓モニタリングー

藤原　立樹[1)]、大内　克洋[2)]、土方　亘[3)]、井上　雄介[4)]、丸山　修[5)]、
水野　友裕[1)]、荒井　裕国[1)]

1）東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科
2）東京医科歯科大学大学院　先端的外科治療技術研究開発研究部門
3）東京工業大学工学院　機械系ヒューマンセントリックデザイン分野
4）旭川医科大学　先進医工学研究センター
5）産業技術総合研究所　生命工学領域　健康医工学研究部門

【背景】近年の重症心不全治療において，VADやcentral ECMO等の遠心ポンプを用いた補助循環の有用性が認識されているものの，体外型・植込型を問わず遠心ポンプ内のリアルタイム血栓モニタリングの技術はいまだ実用化されていない。
【方法】当科では大型動物実験施設を所有しており，2012年9月～2021年1月に施行した循環器領域急性動物実験は175件，医療機器トレーニングは85件であった。VADの血栓制御に関しては，臨床での問題点を開発者側と共有し，これまでに様々なデバイス開発や大型動物実験に共同で従事してきた。
【MERA遠心ポンプ血栓センサ】当科では2012年よりMERAモノピボット遠心ポンプをVADとして使用するようになったが，リアルタイム血栓モニタリングが無いことは問題であると考えた（それまで使用していたニプロVADは肉眼による血栓の観察がしやすかった）。その問題点を開発元である産業技術総合研究所と共有し、血栓センサの開発研究に従事した。開発されたシステムは，ポンプ駆動ドライバ内に溝を作って光ファイバを組み込み，ピボット部に可視・近赤外光を照射して，散乱光の変化から血栓形成を非侵襲かつリアルタイムに検出するというものである。ブタを用いた動物実験では1mm以下の血栓も検出可能であり，販売企業と実用化に向けての準備が進められている。
【磁気浮上型遠心ポンプの血栓検出および血栓予防】近年HeartMate 3やCentriMagといった磁気浮上型遠心ポンプが広く普及しつつある。本学と東京工業大学は磁気浮上型遠心ポンプを共同開発していた経緯もあり，体外型・植込型を問わず汎用性の高い磁気浮上型ポンプに特化した血栓モニタリング法に関する研究に従事した。考案された血栓検出方法は，磁気浮上型遠心ポンプの磁気浮上用電磁石に意図的に正弦波電流を与えることで，インペラを数十ミクロン，数十Hzで極微小振動させ，この時の変位と電流の応答からポンプ内血栓を検出するというものである。また周波数を300Hz等にすることで血小板の付着を阻害し，ポンプ内の血栓を予防することも可能である。自作磁気浮上血液ポンプにすでに搭載完了しており，大型動物実験にてその効果を実証した。またCOVID-19パンデミックに対する当院でのECMO治療の経験から，前述した技術をECMOデバイスの抗血栓性向上に応用すべく，現在AMEDの助成を受けて研究に従事している。
【結語】VADのリアルタイム血栓モニタリングは次世代のVAD治療に欠かせない技術であると考えている。また新規技術の開発には，異なる分野の融合による横断的な取り組みが重要である。

重度の出血傾向から周術期を乗り切るための手術戦略

牛島　智基、田ノ上　禎久、園田　拓道、藤田　智、神尾　明君、小田　晋一郎、
木村　聡、大石　恭久、塩瀬　明
九州大学病院　心臓血管外科

【背景】

植込型補助人工心臓(VAD, Ventricular Assist Device)治療における出血傾向は、その駆動開始時から始まると言える。また、術前状態の重症度や心臓手術の既往、体外式の機械的循環補助デバイスからの移行(BTB, Bridge to Bridge)などにより、出血傾向はさらに修飾され重篤化しやすい。植込型VAD手術では、出血傾向をいかにしてコントロールしながら周術期を乗り切るかが、VAD関連合併症の回避・長期管理の安定化につながると考えている。

我々は、植込み手術時に出血傾向が重度であると判断した場合には、ガーゼパッキングで一旦手術を終了し、後日二期的に胸骨を閉鎖する方針を積極的にとっている。二期的胸骨閉鎖の方針において、確実な止血の完了と術直後の縦隔血腫を除去できる点は、安定したポンプ駆動を術後早期から実現するのに寄与すると考える。さらには、長時間の止血操作による手術時間の延長や輸血量の増加も回避することができる点も利点である。

今回、我々の出血傾向コントロールストラテジーの妥当性を検討した。

【対象】

2016年3月からの植込型VAD全75例(初回植込み68例、ポンプ交換7例)を対象とした。使用した機種は、HeartMateII 42例、HeartMate3 16例、HVAD 12例、Jarvik2000 3例、EVAHEART2 2例であった。心臓手術既往24例で、BTB症例14例であった。J-HMRSによる術前リスクは、Low 59例、Medium 13例、High 3例であった。

【結果】

早期死亡はなく、遠隔死亡は3例で、ともに二期的胸骨閉鎖を行った症例ではなかった。7例(9%)で二期的胸骨閉鎖の方針をとった。うち6例で心臓手術の既往があり、さらに3例はBTB症例、2例は再胸骨正中切開によるポンプ交換の症例であった。J-HMRSは、Low/Medium/High 5/2/0例であった。全7例で閉胸後の再開胸止血術はなく、遠隔期まで新規のポンプ機能不全・脳合併症・縦隔炎の発生を認めなかった。一期的に胸骨閉鎖を行った68例のうち術後24時間以内の再開胸止血術を6例(8%)で施行した。うち1例が心臓手術の既往があり、1例はImpella 5.0からのBTB症例であった。J-HMRSは、Low/Medium/Highは3/3/0例であった。周術期に新規の脳梗塞を1例認めたが、ポンプ機能不全・縦隔炎の発生を認めなかった。

【結語】

二期的胸骨閉鎖により周術期・遠隔期でともにVAD関連合併症が増加することはなかった。また、J-HMRSによる術前リスクにより出血傾向を予想できるものではなかった。術中の重度の出血傾向の症例に対して、二期的胸骨閉鎖の方針をとることは妥当な治療戦略であると考える。

植込型LVAD装着前に出血合併症リスクを予測できるか

齋木　佳克[1)]、坂爪　公[1)]、丸山　修[2)]、土方　亘[3)]、堀内　久徳[4)]

1）東北大学心臓血管外科
2）産業技術総合研究所健康工学研究部門
3）東京工業大学工学院機械系
4）東北大学加齢医学研究所

植込型LVAD装着後の出血合併症に関して、抗凝固療法の強度が治療域内にコントロールされていた場合でも出血は主として抗凝固療法に起因すると考えられてきた。近年、von Willebrand因子(vWF)高分子多量体がshear stressによって分解されることで生じる後天性von Willebrand 症候群(aVWS)が、LVAD関連出血合併症に関与していることが示唆されている。さらに、aVWSの血液学的重症度が症例によって様々に異なることも臨床の現場では体感されている。我々は、この臨床上の多様性に着眼し、vWF高分子多量体の脆弱性には個体差が存在するとの仮説を立て、研究を行っている。

具体的方法としては、LVAD駆動中に相当するshear stressの負荷を可能とする高せん断負荷装置を開発し、本装置を用いてex vivoで定量的にshear stress(20,000~40,000S-1)を血液に負荷した場合のvWF高分子多量体の変化を、vWF large multimer index(LMI)により定量的評価を行なった。試料としては健康なヒト血液20検体を用い、可変的なshear stressの大きさとそれらへの暴露時間は、LVAD装着患者におけるvWF LMI相当の分解度が得られる設定とした。

これまでの結果として、shear rateを20,000 ~40,000 S^{-1}まで5,000 S^{-1}毎に変化させた結果は、control のvWF LMIを100%として、中央値が64.7%, 51.6%, 31.8%, 24.7%, 17.1%, とshear stressの大きさに逆相関して減少した。これらの値は当科における植込型VAD患者から得られたLMIの分布範囲と近似した値を示していた。また、shear stress増加に応じた個々の血液ドナーにおけるvWF LMIの減少率の変化様式に着目すると、多様性があることに加え、ある程度のパターンがあることが窺われた。20,000S^{-1}負荷時のIndexの減少量をInitial drop、20,000S^{-1}と40,000 S^{-1}負荷時におけるIndexの差をΔ Index、線形回帰モデルの傾きを Degradation slopeとした、3つのパラメータによって個々のvWF large multimer indexの変化様式を特徴づけられる可能性が示唆された。

以上から、健常人のvWF脆弱性には個体差があり、それを定量的に証明できることが例証された。高せん断負荷装置とvWF LMIによる定量的評価を組み合わせることで、VAD装着後に発症するaVWSの重症度を装着前に予知できる可能性が示唆された。

ドライブライン感染に対する我々の取り組み

戸田　宏一
大阪大学大学院医学系研究科　外科学講座　心臓血管外科学

連続流VADの心拍同期制御.
-BTRに向けたtailor made治療の開発-

秋山　大地[1)]、西村　隆[2)]、田中　駿[3)]、島村　淳一[4)]、飯塚　慶[5)]、内藤　敬嗣[6)]、
伊達　数馬[7)]、岸本　祐一郎[8)]、荒川　衛[9)]、梅木　昭秀[1)]、安藤　政彦[10)]、
水野　敏秀[3)]、築谷　朋典[3)]、武輪　能明[11)]、西中　知博[3)]、小野　稔[10)]、巽　英介[3)]

1）総合病院国保旭中央病院 心臓外科
2）愛媛大学大学院医学系研究科 心臓血管・呼吸器外科学
3）国立循環器病センター研究所 人工臓器部
4）Sunnybrook Health Sciences Centre, Division of Cardiac Surgery, Toronto, Canada
5）東京女子医科大学八千代医療センター 心臓血管外科
6）NYU Grossman School of Medicine, Department of Cardiothoracic Surgery, NY, USA
7）東京都健康長寿医療センター 心臓外科
8）鳥取大学医学部 器官制御外科学講座 心臓血管外科分野
9）練馬光が丘病院循環器センター 心臓血管外科
10）東京大学医学部附属病院 心臓外科
11）旭川医科大学 先進医工学研究センター

我々国立循環器病センター研究所人工臓器部のチームは連続流型LVADのimpellerの回転数を心拍同期的に増減し, LVADの特性を制御する方法につき研究開発を行っている.

様々な制御法を試みているが, 大きくは, 収縮期に回転数を上昇させるmode, 拡張期に回転数を上昇させるmodeがあり, 前者において, 患者flowの拍動性の上昇(体血圧, 抹消循環)を, 後者において冠血流の増加及び左室の減負荷の特性を持つことを証明している. また, 右心不全や, 大動脈弁閉鎖不全, 僧帽弁閉鎖不全症といった, 長期的に問題となる合併症に対するこの制御法の特性について検証し, 長期的なシステムの安定性, 生体適合性に関しても評価を行っている.

これらは患者の状態や, BTR, BTT, DTといったgoalの違いに応じ, deviceの特性を変化させ, tailor made治療を目指すものである.

補助人工心臓ドライブライン皮膚貫通部・ポンプポケット感染症の現況と経皮エネルギー伝送システム開発への期待

西中　知博
国立循環器病研究センター研究所　人工臓器部

重症心不全の治療において連続流式補助人工心臓の心臓移植へのブリッジ使用は広く普及し、今後Destination therapyも開始されようとしているが、補助人工心臓には解決すべき臨床上の課題（感染症、血栓塞栓症、出血性合併症、大動脈弁閉鎖不全症の発生等）がある。特に今日最大の課題の一つとなっているのはドライブライン皮膚貫通部感染症とポンプポケット感染症を含むデバイス関連の感染症である。ドライブライン皮膚貫通部感染症を抑止するためには、外科的植込法、術後管理法、ドライブライン固定法や消毒処置法など多くの医学的対応が行われている一方で、ドライブライン側の各種開発も行われている。しかし、未だ抑止されている状況には至っておらず、いったんドライブライン皮膚貫通部感染症に至るとその治療には長時間を要する可能性があり、重症例ではポンプ感染症に至るなどして、ポンプ交換手術や予後に重大な影響を及ぼす病態に至る可能性もある。デバイス関連感染症の問題対策として、経皮的エネルギー・情報伝送システムの開発が期待されている。臨床使用のためには、高信頼性と身体への侵襲性抑止、トラブル発生時の対応などの課題の解決を要し、医工連携の下での開発促進が望まれる。

経皮的エネルギー伝送システムの歴史と現状

岡本　英治
東海大学　札幌教養教育センター 大学院生物学研究科

経皮的エネルギー伝送システム（TETS）は，ファラデーの電磁誘導の法則を応用し，体内受信コイルに誘導起電力を発生させ電力伝送するものである．TETSの研究・開発は，1961年のSchuder et al.により2つのコイルを犬の胸壁を挟み対向させ，40Wの電力伝送に成功したことに端を発し，今日まで，コイルの形状により，1)パンケーキ型コイル，2)ベルト型コイル，3)体外結合型コイルの３つの方式が考案されている．

パンケーキ型コイルを採用したTETSでは，1981年にThermo Electron社がHeartmateXVE用に開発したTETSがThoratec社に引き継がれるとともに，ペンシルバニア州立大学＆Arrow社に技術供与され，1999年よりArrow社の完全埋込み型LVADシステムLionHeartで臨床使用された．また，Abiomed社が開発した完全埋込み型TAHシステムAbiocorでも同様のTETSが2001年に臨床使用された．LionHeartでは23例のDT患者において，37%の感染症の減少と26%の感染症による死亡の減少，Abiocorでは14例の患者に感染症が発生しなかったことが報告されている．2019年にはイスラエルのLeviticus Cardio社がベルト型コイルを採用したTETSを用いた完全埋込み型LVADシステムを開発し2例の患者に応用し，感染症が起きていないことが報告されている．

従来よりTETSは電磁誘導方式であったが，2006年にMITが磁界共鳴方式という新しい非接触給電方法を提案した．電磁誘導方式も磁界共鳴方式も電子回路構成はほぼ同じであるが，コイル間結合係数kが0.1以上の数cm程度の距離を伝送周波数70kHz～600KHz，伝送効率80%以上で伝送するのが電磁誘導方式，結合係数k=0.1～0.01程度のコイル間距離10cm～2m程度を伝送周波数1MHz～15MHzで伝送効率30～50%程度で伝送するのが磁界共鳴方式と区別されている．現在，磁界共鳴方式のTETSを，ワシントン大学を中心とするグループ，Thoratec社，EverHeart社が開発を行っている．

TETSは，体内埋込みLi-ion電池のサイクル特性とエネルギー受信回路中の電解コンデンサーの寿命などの理由で，3年程度で体内埋込みユニットごとの交換が必要になるが，感染症の大幅な低減を期待でき，次世代の人工心臓に大変に期待されるシステムである．

経皮電力伝送システムの概要と課題

柴　建次
東京理科大学　基礎工学部 電子応用工学科

補助人工心臓の駆動用電力を、ワイヤレスで供給する方法として経皮電力伝送（Transcutaneous energy transmission: TET）がある。経皮電力伝送は、主に体外回路、経皮トランス（Transcutaneous transformer）、体内回路からなる。体外回路は，コンセントからの交流または体外バッテリーからの直流を数100kHz～数MHzの交流に変換する部分、経皮トランスは体外から体内に皮膚越しに電力をワイヤレス電力伝送する部分、体内回路は数100kHz～数MHzの交流を、再びきれいな直流に戻す部分である。経皮トランスは、体外用送電コイルと体内用受電コイルからなり、送電コイルは皮膚の上に置き、もう一つの受電コイルは体内の皮下に埋め込まれる。一種の磁界結合のトランスを構成し、皮膚越しに電力を送る。

しかし、まだいくつかの世界共通の問題が残されており実用化していない。そのうちの大きな問題点に、1. 放射磁界の問題、2. 体内バッテリーの問題がある。磁界で平均15W程度の電力をワイヤレス電力伝送するが、どうしても空間への放射磁界が大きくなる。我々は2相経皮トランスを用いて磁界を従来比で76.6%低下させることに2020年に成功させたが、国際規格に至るまでには、95.5%の放射磁界の低減が求められている。磁界放射が大きい医療機器を家庭内で使うためには、大変厳しい国際規格をクリアしなければならない。また、経皮電力伝送が行なわれないときには、体内バッテリーから供給するようにしたいが、Li-ionバッテリーは未だに結晶化による内部短絡などの危険が残されている。内部短絡が起きると一気に電池内の電力が放出されるため、爆発や発火の危険もある。よって、体内に埋め込むこと自体の安全性の問題がある。本講では、実使用に向けて残されているこれらの問題を紹介する。

TET 研究開発のガイドライン策定の現状と課題

西田　正浩
産業技術総合研究所　健康医工学研究部門

新しい医療機器の開発と医療現場への円滑な導入のためには、今後の医療機器と関連分野の活性化および国際競争力の強化を図り、迅速・円滑な開発・審査を実現することが必要である。そのため、平成17年度から経済産業省に「医療機器開発ガイドライン評価検討委員会」と厚生労働省に「次世代医療機器評価指標検討会」が設置され、連携して新しい医療機器・再生医療等製品と関連分野の開発の迅速化・効率化に資する開発ガイドラインおよび医療機器・再生医療等製品の薬事承認審査の迅速化・円滑化に活用できる評価指標を策定している。産業技術総合研究所では、日本医療研究開発機構(AMED)より「医療機器等開発ガイドライン策定事業」を受託し、医療機器・再生医療等製品に関連する技術分野ごとに医学系学会、工学系学会および関連企業からの専門家によって構成する開発ワーキンググループを組織して、開発ガイドライン原案を策定し、医療機器等開発ガイドライン評価検討委員会に答申している。

「経皮的エネルギー伝送システム」ガイドライン事業は、植込み型補助人工心臓などに対し電磁誘導の原理を利用して皮膚を貫通せず体外から体内へエネルギーを供給する経皮エネルギー伝送システムを対象に開発ガイドラインを策定する事業である。本事業では、平成29年度に策定された植え込み型医療機器への非接触給電システムのガイドラインおよび関連国際規格の内容を踏まえ、具体的かつ実際的な評価項目・評価方法を検討し、企業における円滑な開発や承認申請を可能とする手引き（ガイドライン）を策定し、提示することを目標としており、令和元年度より事業を進めている。

本発表では、現在進めている本事業の現状と課題について紹介する。

植込型LVAD患者の在宅管理と遠隔医療

藤野　剛雄[1)]、肥後　太基[1)]、橋本　亨[2)]、八木田　美穂[3)]、定松　慎矢[4)]、
牛島　智基[5)]、田ノ上　禎久[2)]、塩瀬　明[5)]、筒井　裕之[1)]

1）九州大学病院循環器内科
2）九州大学大学院医学研究院重症心肺不全講座
3）九州大学病院移植対策室
4）九州大学病院医療技術部臨床工学部門
5）九州大学病院心臓血管外科

植込型左室補助人工心臓（LVAD）は重症心不全患者の生命予後およびQOLを大幅に改善する一方で、脳卒中や機器トラブル、感染症、ポンプ血栓症など特有の合併症に対して常に注意を払う必要がある。在宅環境において慎重な日々の生活管理が要求されると同時に、遠隔地在住であっても頻繁な外来受診や緊急受診を要することもあり、患者・家族の負担となっている。

現在当院で管理中の植込型LVAD患者の過半数は福岡県外に在住であり、すぐに当院まで来院できない地域に住む患者も多い。患者が住む地域の基幹病院や地域包括ケアシステムと密に連携するとともに、主に遠隔地在住の患者を対象にweb会議システムを用いた問診や診察も併用し、遠隔地在住の患者であっても安全に在宅管理を行い、同時に通院の負担を減らすよう取り組んでいる。今後はこれらの取り組みの有効性・安全性を検証し、植込型LVAD装着患者がより安全でQOLの高い生活を送ることができる体制を確立し普及していく必要がある。

当院におけるLVAD患者の（遠隔）診療とモニタリングの現状と課題

中村　牧子、絹川弘一郎
富山大学附属病院　第二内科診療部門　循環器内科

2021年1月現在，植込型LVADの適応はBTTのみであり，原則的に24時間365日LVAD患者に対応できる体制が治療関連学会協議会より求められている。そのため通常の心不全診療に比して，より患者に自己管理の徹底を要求するとともに，VADチームスタッフは可能な範囲でモニタリングと必要に応じて遠隔診療も行なっている。
当院は2017年10月に植込型LVAD管理施設となり，2019年1月に実施施設となった，まだ経験の浅い施設で症例数も多くはないが，当院におけるLVAD患者の診療の現状を提示し，問題点・課題について検討する。

現在行っている植込型補助人工心臓装着患者に対するモニタリングの方法とその限界

柏　公一[1)]、黒澤　秀郎[1)]、高橋　舞[1)]、朝倉　陽香[1)]、藤谷　早織[1)]、
藤城　和樹[1)]、飛田　瑞穂[1)]、雨宮　孝幸[1)]、栗田　千穂[1)]、谷田　勝志[1)]、
久保　仁[1)]、木下　修[2)]、木村　光利[2)]、土井　研人[1)]、小野　稔[2)]

1）東京大学医学部附属病院 医療機器管理部
2）東京大学医学部附属病院 心臓外科

在宅療養を行う患者の状態や機器の駆動状態について知るためには、これらの情報を得るための手段を確保する必要がある。現在、心臓ペースメーカーや呼吸管理装置の遠隔モニタリングに関しては保険収載されているが、植込型補助人工心臓（iVAD）には遠隔モニタリングの機能がまだ搭載されておらず、各施設がそれぞれの方法でモニタリングを行っているというのが現状である。当院では通常、メールシステムを用いて在宅療養中の患者の状態や血液ポンプの駆動状態を把握している。このシステムは、携帯電話のメールアドレスに予め送信しておいたテンプレートに患者が数字やコメントを打ち込んで送信し、私たちがそのメールをVisual Basicで作成したアプリケーションで開くことによって、データが簡単にExcelファイルへと展開され、保存できるというものである。このシステムの特徴は、運用する上で費用がかからず、誰に対しても用いることができるという点にある。専用の管理システムを作り上げたとしても、維持するためには多額の費用がかかるため長期的に運用することが難しく、スマートフォンやパソコンを使わない患者に対しては適用することすらできない。情報収集の手段を確立する上では、簡便であることはもちろん、継続してどの患者に対しても使えるように配慮することが必要である。

しかし、このようなシステムを用いてモニタリングしていたとしても困る場合がある。それは、今まで対処したことがないようなアラームが発生したときやアラームの表示を確認することができなかったというような場合である。このような時は、その患者が抱えているリスクの程度を判断することができず、どこに住んでいようが、何時に不具合が発生しようが、患者に来院してもらい、状況を確認せざるを得ない。今後、各デバイスに遠隔モニタリング機能が搭載され、生体情報に関しても遠隔でモニタリングすることができるようになれば、前述したような状況下においてもその状況を適切に判断することができるため、無駄を省くことができる。また、統一されたシステムを使用してモニタリングを行うことができるようになれば、施設間連携を行う際にも効率的に患者情報を共有することが可能になる。今後、様々な検討を積み重ねていく必要があると思うが、まずは次世代のデバイスに遠隔モニタリング機能が搭載され、将来的にはそれらが適切に運用できるような環境が整備されていくことを期待したい。

当院における補助人工心臓植込み後の外来遠隔介入の取り組み

寶亀　亮悟[1)]、市原　有起[1)]、山田　有希子 1)、菊池　規子[2)]、服部　英敏[2)]、
野本　美智留[2)]、小澤　敬子[4)]、小島　百恵[4)]、平尾　紘子[4)]、弓野　大[4)]、
齋藤　聡[1)]、西中　知博[1)]、萩原　誠久[2)]、布田　伸一[3)]、新浪　博士[1)]

1）東京女子医科大学心臓血管外科学講座
2）東京女子医科大学循環器内科学講座
3）東京女子医科大学大学院　重症心不全制御学分野
4）ゆみの訪問看護ステーション

【背景】近年、移植待機日数の増加に伴い植込み型補助人工心臓（VAD）の管理は長期化し、それは院外での管理期間増加に繋がる。院外管理への遠隔介入は合併症回避に繋がる。今回、当院のVAD植込み退院後の遠隔介入の取り組みについて報告する。【当院の植込み型VADの現状】2011年1月から2020年12月までに68例のLVAD植込み術を施行した。植込み時年齢38.1 ± 14.5歳であった。原疾患は拡張型心筋症 47例、拡張相肥大型心筋症 5例、虚血性心筋症 5例、筋ジストロフィー関連 3例、先天性心疾患術後 3例、心筋炎後 2例、その他 3例であった。植込み機器はEVAHEART 37例、HeartMate Ⅱ 6例、Jarvik2000 5例、HVAD 12例、HeartMate3 8例であった。移植到達27例、移植待機26例、死亡13例、心機能回復・VAD離脱2例であった。68例中54例が自宅退院に至った。自宅退院54例中48例で、合計193回の再入院に至った。合併症での再入院が167回、非合併症による再入院が26回であった。合併症再入院理由は創部関連 55回、装置不具合 25回、心臓関連 23回、脳血管関連 20回、その他 44回であった。【当院の遠隔診療への介入】創部関連の再入院が最多であったため、当院では創部への重点的な遠隔介入により合併症の減少に努めた。VAD患者が自宅での貫通部および固定位置の写真を撮影しVAD管理技術認定看護師（VAD-Ns）にメール報告、これを確認したVAD-Nsより注意点を返信している。これに加え、近年、近隣訪問看護ステーションと提携しVAD患者の診療サポートを開始した。同ステーションの訪問看護師は当院でのVAD-Ns経験者のため、創部処置の高い技術を有しており患者自身の消毒よりも質の高い処置が可能になった。また、訪問VAD-Nsからメールをやり取りし、創部の状態の共有し入院が必要な場合は速やかに対応できるようになった。これにより、直近2年における外来からの新規の創部関連入院は2例であった。その他、リハビリなどにも訪問VAD-Nsは介入している。【今後の展望】訪問看護により医学的介入は可能になった。今後訪問VAD-Ns増加が得られた際にはVAD患者ならびに介助する家族のQOLへの介入を試みたい。VADの介助は24時間365日続き、Caregiverにも休息がないのが現実である。訪問VAD-Nsが介助者の代理する時間をより延ばしていき、家族の心の安らぎを確保するようにしていきたい。また、当院では中学生の植込み型VAD患者いるが、就学中のサポートはシステムとしては確立しておらず、学校行事への参加には制限がある。今後他施設との協力の上で、訪問VAD-Nsを同行させ修学旅行などにも積極的に参加させたいと考えている。【課題】今後さらにVAD患者は増加することが予想され、訪問看護はより重要になってくる。訪問看護が様々な分野に介入するためには、VAD-Ns数の増員が必要になってくる。現在、提携訪問看護ステーションでは、VAD-NsにVAD未経験看護師が同行し、創部処置やケアを勉強している。さらに、当院開催の研修会を受講し知識を深めている。今後は当院がVAD未経験看護師を研修として受け入れ、VAD急性期からの管理から退院に至るまで流れの理解に協力し、VAD-Ns増員につながるように連携していきたい。

IMPELLAの使用による出血性合併症の検討

薦田　宗則、西村　隆、坂本　裕司、浪口　謙治、太田　教隆、黒部　裕嗣、
打田　俊司、八杉　巧、泉谷　裕則
愛媛大学大学院医学系研究科　心臓血管・呼吸器外科

【背景】IMPELLA（以下IMP）は心原性ショックに有用なデバイスであるが、補助中に出血性の合併症をきたす可能性があることが知られている。しかし本邦におけるその発生頻度や重篤度等は十分には明らかになっていない。
【目的】当施設でのIMP補助中に生じた出血性合併症の発生頻度やその背景因子を検討し、主要な発症要因を明らかにすることを目的とする。
【方法】当施設において、2018年8月から2020年3月までに19症例22デバイスを対象に出血性合併症の発生率について検討した。特にアクセスサイトの出血に関しては、アプローチ、デバイスについて比較検討した。出血の定義としてBARC出血基準を用いている。
【結果】平均年齢56.9歳、男女比17：5の症例に使用したIMPについて出血性合併症の発生率は0.091件／patient dayであり、その内訳はアクセスサイトの出血が0.064、気道出血が0.0016、下血、脾出血がそれぞれ0.0053であった。アプローチ別、デバイス別にアクセスサイトの出血の発生率を比較したところ、穿刺と開創では出血率はそれぞれ37.5%、21.4%であり、IMP-2.5、IMP-CP、IMP-5.0ではそれぞれ0%、50%、14%であった。
【考察】出血性合併症の中でもアクセスサイトの出血の発生率が最も高く、特に穿刺におけるIMP-CPの出血率が最も高率であった。原因としてカテーテル径がIMP-2.5と比較し太いこと、鼠径部は管理中に動きやすいことが考えられる。開創でのIMP-CPとIMP- 2.5の比較でも上記と同様の原因が考えられるが、鎖骨下アプローチのIMP-5.0の出血率が低いことは逆に、径が太くても人工血管を用い止血した上で管理するほうが出血率を軽減できる可能性を示唆している。以上からIMP-2.5は短時間で導入できる穿刺法でも出血率が低いことが特徴といえる。IMP-CPはより強力な補助を穿刺法で得られることが利点であるが、出血率が高く慎重な管理を要する。IMP-5.0は人工血管を用いた外科的挿入が必要だが、出血率が低く安全に離床も可能であることが特徴である。
【結論】IMP補助中の出血性合併症ではアクセスサイトからの出血が多く、特に鼠径部の穿刺にてIMP-CPを用いた場合に高率となっていた。径の太いデバイスの鼠径部穿刺挿入では、慎重な管理が必要であることが示唆された。

心室中隔穿孔および自由壁破裂に対してImpella5.0を右腋窩動脈経由に挿入し待機的に開心術を施行した一例

河野　敦則、中井　秀和、松尾　二郎、辻本　貴紀、村上　優、幸田　陽次郎、
山中　勝弘、大村　篤志、井上　武、岡田　健次
神戸大学　心臓血管外科

症例）86歳男性．ST上昇型急性心筋梗塞に対し左前下行枝に経皮的冠動脈形成術を施行された．術後1週間後，排便時に血圧低下を認めた．心エコー図検査で心室中隔穿孔，自由壁破裂，心タンポナーデと診断され，穿刺による心嚢ドレナージを施行された．手術目的に当科紹介となった．来院時，心エコー図所見は，心室中隔および前壁はakinesisで，左室収縮率は35－40%であった．心室中隔に左右シャントを認めた．循環動態は比較的安定していたこと，抗血小板薬３剤を内服していたことを考慮し，Impella5.0を挿入し待機的に介入する方針とした．全身麻酔下で右腋窩動脈に人工血管J-graft 9 を吻合しImpella 5.0を挿入した．平均肺動脈圧は25－27mmHgから，Impella挿入後は20mmHg以下となった．補助レベルはP6で，平均流量は3.8L／minで安定していた ．Impella挿入後は端坐位で経口摂取し，術後5日目に待機的に心室中隔穿孔修復術を施行した．左前下行枝の左側約2cmに沿い心尖部に向け大きく左室切開を行い，double patch によるmodefied David-Komeda exclusion techniqueにて径30-40mm大の大きな穿孔部位を閉鎖した．左前下行枝に大伏在静脈でBypassを追加し，IABP下で体外循環離脱した．術後経過は，術後6日目にIABP抜去し術後8日目に抜管した，術後17日目に一般病棟へ転棟しリハビリ施行中である．
心室中隔穿孔および自由壁破裂に対してImpella5.0を右腋窩動脈経由に挿入し待機的に開心術を施行した一例を経験した．若干の文献的考察を加え報告する．

人工肺の血栓評価法の確立とリアルタイム血栓モニタリングの試み

櫻井　啓暢[1)]、藤原　立樹[1)]、大内　克洋[2)]、土方　亘[3)]、井上　雄介[4)]、水野　友裕[1)]、荒井　裕国[1)]

1）東京医科歯科大学大学院　心臓血管外科
2）東京医科歯科大学大学院　先端的外科治療技術研究開発研究部門
3）東京工業大学工学院　機械系ヒューマンセントリックデザイン分野
4）旭川医科大学　先進医工学研究センター

【目的】ECMOは循環不全、呼吸不全に対する救命手段として使用されているが、COVID-19の重症症例に対する治療としてその重要性はさらに高まった。しかしECMO治療における問題点は依然として回路内の血栓形成であり、特にCOVID-19は強い血液凝固傾向を示すことから更に事態が深刻化しているのが現状である。本学は東京工業大学、旭川医科大学と共にECMO回路の抗血栓性に関する研究に従事している。今回、人工肺の血栓評価法の確立とリアルタイム血栓モニタリングの試みについて模擬回路実験とブタを用いた急性動物実験で検討した。
【方法】模擬回路実験では人工肺、遠心ポンプ、リザーバーを含む回路を作成し、ヘパリン化したブタ血液を循環させた。人工肺はQUADROX-i (GETINGE AB)を使用した。QUADROX-iは静脈側と動脈側が透明なハウジングでカバーされており観察が可能である。ポンプ開始後よりプロタミンを持続的に投与しACTを200秒以下にコントロールした。人工肺内部は肉眼による観察と赤外線撮影が可能なビデオカメラ(HDR-CX550V, SONY)による観察を継続的に行い、血栓が形成されるタイミングでIndocyanine greenを投与し赤外観察カメラシステム(pde-neo, Hamamatsu Photonics)を用いて観察した。循環停止後は回路内の血液を生理食塩水で置換し人工肺内の血栓を観察した。人工肺内部はハウジングを分解し観察した。動物実験ではブタの頸動脈に送血管、頸静脈に脱血管を挿入して体外循環を行い、同様の検証を行った。
【結果】模擬回路実験、急性動物実験ともにIndocyanine greenにより人工肺の比較的表面に近い部位に形成された血栓は検出可能であったが、内部に形成された血栓の検出は不可能であった。
【結語】今回行った人工肺のリアルタイム血栓モニタリング法は、塞栓症との関連性が強い表層の血栓は検出可能であるが、深層の血栓は検出が難しく、さらなる改良が必要である。今後、Indocyanine greenの投与方法、近赤外線光源の照射方法などを工夫し、より広範囲の血栓検出が可能か検討していく。

Bridge-to-Bridgeによる植込み型補助人工心臓装着術の術後成績および脳血管イベントとの関連

藤内　康平[1)]、福嶌　五月[2)]、田所　直樹[1)]、齊藤　哲也[1)]、川本　尚紀[1)]、角田　宇司[1)]、田口　卓良[1)]、福嶌　教偉[2)]、藤田　知之[1)]

1）国立循環器病研究センター心臓血管外科
2）国立循環器病研究センター移植医療部

【背景】心原性ショックに対して植込み型補助人工心臓(LVAD)の適応が不明瞭な場合、体外式LVADなどの体外式補助循環装置(ECLS；Extracorporeal life support)を一時的に使用し、臓器障害を改善させつつ移植申請を進める、Bridge-to-Bridge(BTB)戦略が本邦ではしばしばとられている。しかしながら、ECLSによるサポート後に植込み型LVAD手術を行う場合、中長期成績に劣るとの報告もある。本研究では、2013年4月から2020年9月に当施設において施行したHeartMate㈼およびHeartMate3植込み術158例のうち、BTB戦略をとったbridge群43例と、最初からLVAD植込みが行われたprimary群115例を比較検討した。
【患者】bridge群とprimary群において、年齢は 45.2 ± 12.2歳、男性が111例(70％)であった。植込み型LVADとして、120例(76％)ではHeartMate IIを、38例(24％)ではHeartMate3を使用した。
【結果】植込み型LVAD手術前の心エコー検査および右心カテーテル検査にて、左室径(Bridge； 51.7 ± 2.0 vs Primary； 65.0 ± 1.2 mm； p＜0.0001)、肺動脈楔入圧(11.1 ± 1.6 vs 20.5 ± 0.9 mmHg； p＜0.0001)、血清アルブミン値(3.2 ± 0.08 vs 3.9 ± 0.04 g／dL； p＜0.0001)、血清クレアチニン値(0.8 ± 0.05 vs 1.0 ± 0.03 g／dL； p＜0.0001)で有意差を認めた。また、術中パラメーターでは、bridge群において手術時間が長く、より多くの輸血を要した。生存率は2群間で有意差はなかったが(p=0.11)、植込み後1年後、5年後における脳血管イベント発生率は有意にbridge群で多かった(1-year: 30％ vs 8％； 5-year: 30％ vs 12％； p=0.0025)。Cox比例ハザードモデルを用いた多変量解析では、BTB戦略がLVAD植込み後の脳血管イベント発生のリスク因子として抽出された(hazard ratio 4.27； 95％ confidence intervals 1.43－12.8； p = 0.0095)。脳血管イベントを発生した群としなかった群を比較したサブグループ解析においては、CVA発生群において有意に術前の左室径が小さく(LVESV 55.5 ± 3.1 vs 62.3 ± 1.3 mm； p=0.044)、血小板の輸血量が少なかった(42.3 ± 3.6 vs 32.7 ± 1.5 units； p=0.017)。
【結語】ECLSからのBridge例では通常の植え込み群と比較して術後生存率に差異はないものの、脳血管イベントが有意に多かった。周術期に出血量を減らすことが、結果的に術後脳血管イベント発生を抑制する可能性もある。

IMPELLAによる心負荷軽減の実験的評価のための拍動循環シミュレータの開発

坪子　侑佑[1)]、西村　剛毅[2)]、矢作　和之[3,4)]、岩崎　清隆[1,2,3)]

1）早稲田大学理工学術院総合研究所
2）早稲田大学大学院創造理工学研究科総合機械工学専攻
3）早稲田大学大学院先進理工学研究科先端生命医科学専攻
4）三井記念病院循環器内科

【目的】心原性ショックにおける補助循環治療の新たな選択肢として心内留置型の経カテーテル軸流ポンプIMPELLAが使用されるようになった。新しいデバイスであり、心不全のどのステージでどの程度治療効果があるかは明確になっておらず、デバイスが血行動態へ及ぼす影響を詳細かつ定量的に理解するための実験シミュレーション技術の開発が重要と考えた。本研究では心不全拍動循環シミュレータを開発し、実機を用いて左室圧-容積曲線（PVループ）の観点からIMPELLAが血行動態改善に及ぼす影響を定量評価することを目的とした。

【方法】IMPELLAを組み込む心不全状態の拍動循環シミュレータの構築にあたり、カテーテルの通過性確保のためウシ心膜で大動脈弁を作製した。高分子製僧帽弁、空気圧駆動シリコーン製左心室、大動脈弁、シリコーン製大動脈、末梢抵抗、静脈リザーバチューブ、肺血管抵抗で一巡閉鎖回路を構成した。静脈リザーバチューブは、シリコーン製容量チューブ周囲を弾性シートで拘束することで静脈のコンプライアンスおよび抵抗特性を模擬した。健常状態を大動脈圧110／70 (90) mmHg、平均流量4.5 L／min、心不全状態を70／30 (50) mmHg、3.0 L／minとして左室モデルの駆動空気圧を設定した。生理食塩水での拍動循環下で大腿動脈から逆行性にIMPELLA 5.0を、腕頭動脈より7 Frコンダクタンスカテーテルを左室内に留置し、左室圧・容積計測からPVループを描出した。

【結果】左室拍出能を低下させ大動脈圧を110／70 (90) →70／30 (50) mmHgとした際、静脈リザーバ圧は7→12 mmHgへ上昇し、心収縮力低下による静脈圧上昇を模擬できた。創出した心不全の血行動態でIMPELLAを駆動させ、P1-P9までの各補助レベルで血行動態を取得し、P9時で大動脈圧100／90 (95) mmHg、平均流量4.5 L／minを得た。PVループは心不全時に心収縮力低下による面積縮小、左室容積増大による右方遷移を認め、補助レベルの増加に伴い圧補助による左室後負荷増大と容量負荷解消による左室拡張末期圧低下と左方遷移が認められ、IMPELLAの治療効果を実験的に示せた。

【結言】IMPELLAを留置し、PVループを描出して補助レベルごとの治療効果を実験的に定量化する拍動循環シミュレータを開発した。今後、種々の心原性ショック状態におけるIMPELLAでの補助やECMOとの併用時の検討を行い、重症心不全の至適治療戦略の根拠となる定量的データの取得を目指す。

左室補助人工心臓植え込み後遠隔期に生じたoutflow graft感染に対してgraft部分置換により感染コントロールに成功した一例

山田　翔平、甲斐沼　尚、戸田　宏一、宮川　繁、吉岡　大輔、河村　拓史、
河村　愛、樫山　紀幸、澤　芳樹
大阪大学大学院医学系研究科　心臓血管外科学

感染は左心室補助人工心臓（LVAD）の長期予後を不良にする重要な合併症であり、LVADのDestination Therapyが適応となれば、長期治療患者増加が予想され、遠隔期の感染コントロールおよび治療戦略はさらに重要となる。今回、LVAD植え込み後遠隔期のoutflow graft感染に対し、詳細な画像検査により、ポンプ交換を回避し、graft部分置換の縮小手術で治療可能であった症例を経験したため報告する。症例：54歳男性。拡張型心筋症のため心移植適応となり、4年前に植え込み型LVAD（EVAHEART@）の植え込み術を施行された。その2年後、ポンプ機能不全のためLVADポンプ交換手術を施行された。その際、術後経過にドライブラインとポンプポケット感染を合併し、長期的な陰圧閉鎖療法および大網充填術で治療された。幸い、感染はコントロールされ、退院後外来フォローされていた。さらに2年後の今回、高熱を来したため当院に入院となった。精査の結果、血液培養から緑膿菌が検出され、直ちに点滴による抗菌薬加療を開始した。当初、CT、Gaシンチグラフィー、経食道心エコー検査等を施行したが熱源不明であった。抗菌薬治療が奏功し、発熱は改善し、2ヶ月間は状態安定の上、CRPも低値にて推移した。しかし、再び40℃の発熱を認め、同時に重度の脳出血を発症した。Gaシンチグラフィーを再度施行したところ、VADのoutflow graftに限局性の集積を認め、熱源と考えられた。SPECT-CTにより、ドライブラインやポンプポケット等の別部位に感染波及を疑う所見を認めず、outflow graft内部の感染が疑われた。脳出血のため全身状態が非常に不良なことから、胸骨切開やポンプ交換を要しないLVAD outflow graftの部分置換を行う方針とした。感染部位から十分な距離をとってoutflow graftを露出し、感染がgraftの外側に波及していないことを直接確認した。右大腿動静脈から人工心肺確立後、LVADを停止、末梢側はoutflow graftを遮断後切離し、中枢側はLVADとの接続を外して、graftの感染部位を除去した。新しいoutflow graftをLVADに接続し、末梢側はgraft同士を吻合し、置換を完了した。LVADを再起動し、人工心肺離脱は容易であった。摘出したoutflow graftの内側には血栓の塊が付着しており、病理学的検査により、この血栓に細菌コロニーを認め、感染部位と確定した。術後経過は良好で、長期的な抗菌薬治療により感染は制御され、1年後に心移植手術を受けることが可能であった。

HeartMate3植込後に腎機能障害が改善した虚血性心筋症の一例

三好　徹[1)]、東　晴彦[1)]、青野　潤[1)]、永井　啓行[1)]、西村　和久[1)]、西村　隆[2)]、井上　勝次[1)]、池田　俊太郎[1)]、泉谷　裕則[2)]、山口　修[1)]

1）愛媛大学大学院医学系研究科循環器・呼吸器・腎高血圧内科学

2）愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学

症例は50代男性。7年前に発症した二枝閉塞に伴う急性心筋梗塞、心原性ショック（peak CK／CK-MB 14942／1430）のため、心肺停止に陥ったが、蘇生された。ただ、その後、カテコラミンの減量に難渋し、退院までに7ヶ月を要した。一旦退院するものの、その後も、虚血性心筋症に伴う慢性心不全増悪のため、入退院を繰り返して、7回にわたる入退院を繰り返した。完全血行再建されており、内服薬としてカルベジロール20mg、エナラプリル2.5mg、スピロノラクトン50mg、エンパグリフロジン10mg、トルバプタン15mg、ピモベンダン5mgが導入され、さらに、心臓再同期療法も施行されていたが、リバースリモデリングはえられていなかった。2020年5月、8回目の慢性心不全の急性増悪で緊急入院した。ドブタミン投与で症状は改善したが、ドブタミンを漸減すると全身倦怠感、食思不振が出現するため、カテコラミン依存状態であると判断されたため当院に紹介された。

当院転院時、ドブタミン3.0 μ g／kg／min、ミルリノン0.2 μ g／kg／minの状態投与下で、血清Cr 2.04mg／dL、eGFR　26ml／min／1.73m^{2}であり、心臓移植適応の除外項目に該当することが懸念された。登録 が危ぶまれた。尿糖は陰性、微量アルブミン尿陰性、尿潜血陰性であり、さらに腹部超音波検査で両腎萎縮は認めなかった。また、入院後、カテコラミン増量を行い、さらに、心臓再同期療法の設定心拍数を70bpmから90bpmに変更することでし心拍出量を増加させたことで腎機能が改善傾向であるあったことから、腎前性腎不全の可能性が高い要素が大きいと考えられた判断した。尿糖は陰性、微量アルブミン尿陰性、尿潜血陰性であり、さらに腹部超音波検査で両腎萎縮は認めなかった。そこで日本循環器学会に心臓移植登録を行う方針とした。日本循環器学会からは腎機能低下について懸念を示されたが、最終的に心臓移植登録を完遂し、その後、HeartMate 3植え込みを行い後、腎機能は徐々に改善し、退院前には血清Cr 1.01mg／dL、eGFR 60 ml／min／1.73m^{2}と改善した。

重症心不全においては、低心拍出症候群に伴う腎前性腎不全の要素のため、腎機能障害を呈していることが多いが、如実に改善した一例であった。この症例を契機に、愛媛大学医学部附属病院における植込型左室補助人工心臓装着前後の腎機能の推移についても検討し、報告する。

補助人工心臓患者における高カリウム血症の意義

今村　輝彦[1, 2)]、Narang　Nikhil[2)]、Combs　Pamela[2)]、Siddiqi　Umar[2)]、Stonebrakeer　Corinne[2)]、Jeevanandam　Valluvan[2)]
1）富山大学第二内科
2）シカゴ大学

【背景】
心不全患者における高カリウム血症は予後不良因子として有名である。補助人工心臓患者における血清カリウム値の異常の意義は検討されていない。

【方法】
2014年から2018年までに補助人工心臓治療を行った連続症例において、術後1か月の血清カリウム値を用いて3.5mEq／L未満を低カリウム群、5.0mEq／Lより高い群を高カリウム群、それ以外を正常カリウム群に分類して、1年間の死亡率を比較した。

【結果】
170人の患者（中央値56歳、117人男性）が低カリウム群（15人）、正常カリウム群（146人）、高カリウム群（9人）に分類された。正常群をコントロールにしたとき、低カリウム群の1年死亡率に対する補正ハザード比は0.91 (0.21-3.92)であり、高カリウム群の補正ハザード比は4.14 (1.47-11.65)であった。高カリウム群において、RAS阻害薬の処方率は有意に低下し、血清カリウム値は正常化していた。

【結語】
補助人工心臓患者において、高カリウム血症は必ずしも頻度は高くないものの死亡率を高める重要な因子であった。高カリウム血症自体というよりはそれを是正する目的でRAS阻害薬を中止してしまうことが予後悪化に影響している可能性があり、カリウム吸着薬を併用した積極的なRAS阻害薬の導入・継続が予後を改善するのかもしれない。

重症COVID－19肺炎に対する当院のVV ECMO治療の現状

伊達　数馬[1)]、村田　知洋[1)]、吉岡　孝房[2)]、眞野　暁子[1)]、河田　光弘[1)]、安樂　真樹[2)]、許　俊鋭[1)]

1）東京都健康長寿医療センター　心臓血管外科
2）東京都健康長寿医療センター　呼吸器外科

【はじめに】2019年12月中国で発生したCOVID－19は全世界に拡大し、約80％の症例が軽症のまま軽快する一方で約20％は重症化し人工呼吸器やECMOが必要になる患者が存在する。本邦でも1月13日時点で約410例にECMO治療が行われ約6割の症例が離脱している。当院ではほぼ隣接する第二種感染症医療機関と連携し重症症例に対して呼吸器外科・心臓血管外科を中心としたチーム体制でECMO治療を実施している。これまでの4例のVV ECMO治療を経験し全例離脱に至ったが、それぞれの経過や今後の課題を報告する。

【症例（4例）】当院のVV ECMO治療はCapiox^{R}システムを3例に、Cardiohelp^{R}システムを1例に使用、患者背景として全員男性であり、平均年齢58.3 ± 4.6歳（54－64）、平均体重87.7 ± 15.6 kg（74.0－109.3）、平均BMI 30.3 ± 4.1 kg／m^{2}（25.6－35.6）であった。発症から挿管までの日数は7 ± 2日（5－9）、挿管からECMO装着までの日数は1.3 ± 1.3日（0－3）、平均補助期間は10.3 ± 2.1日（8－12）であり、2例で6日目・7日目で回路交換を要した。ECMO施行中に1例、施行後に2例持続緩徐式血液濾過透析（CHDF）を要したが、最終的には透析を離脱。全例リハビリを行い社会復帰が可能となった。抗凝固療法については、ECMO開始後持続静注ヘパリン投与を行いACTが180－200秒（Cardiohelp^{R}では140－160秒）、APTTが60秒を目標にコントロールを行ったが、2例でACTが目標域に達せずモニターとして不適切と判断し1日2回のAPTT測定で持続静注ヘパリン投与量を決定した。ECMO治療中の平均APTTは70.6 ± 23.2 秒と概ね目標域内で推移しており、全例重篤な出血・血栓合併症は認められなかった。

【まとめ】当院でのECMO治療は現時点では良好な結果を得ている。抗凝固療法については、個々の症例で差が大きく、個々の状態に応じてきめ細かい対応が必要であると考えられた。今後も症例の蓄積によってより適切なプロトコールの確立を目指すべきである。

体外式膜型人工肺(ECMO)回路への持続的血液ろ過透析(CHDF)回路接続時のリスク削減に向けた取り組み

三木　航太[1)]、伴野　誠幸[1)]、平良　百萌[1)]、品部　雅俊[1)]、山田　文哉[1)]、西村　隆[2)]、泉谷　裕則[1,2)]

1）愛媛大学医学部附属病院 ME 機器センター
2）愛媛大学医学系研究科心臓血管・呼吸器外科

【はじめに】
現在,ECMO 装置は循環補助及び呼吸補助を目的に広く利用されている. 当院でも昨年 18 例施行されており, そのうちの8例で CHDF が使用されている. 基本的に日本体外循環技術医学会の勧告に従い ECMO 回路陽圧側に接続しているが, 回路構成やブラットアクセス確保困難な症例などでは例外的に ECMO回路陰圧側に接続を行わざるを得ない状況が発生している.
【目的】
ニプロ社製セーフタッチ^{R}プラグ透析用(STP)を介した ECMO 回路へのCHDF 回路接続の安全性を検討する.
【方法】
実験には, TERUMO 社製 SP-200 及び EBS 心肺キットを使用した. 回路の患者側にはリザーバーを接続し水回しによる実験を実施した. 実験用回路の人工肺出口サンプリングラインと遠心ポンプ入口部のプライミングラインに STP を取り付け, それぞれの STP を 3.3 mm チューブで繋ぎシャント回路を作成した. 作成から 1 週間接続の状態を維持し, それぞれ作成当日, 1 週間後で三方活栓を解放した状態で着脱試験を行った.
着脱試験は - 400 mmHg から 500 mmHgを100mmHg ずつ変化させ実施した.
【結果】
作成当日, 1 週間は陰圧側での空気の混入は見られず, 陽圧での漏水も見られなかった. しかし, 2 週間を経過した段階で空気の混入及び漏水が認められた.
【考察】
今回の実験では 1 週間であれば陰圧側で鉗子や三方活栓の操作を誤ったとしても安全にCHDF回路を着脱することが出来る可能性が示唆された. 今後更なる安全性の検討として2週間以上の検討や, 血液の凝固等による影響は検証出来ていないため今後も検証が必要であると考える.

植込型補助人工心臓装着患者の看護を振り返る -耳介後部モデルを装着した患者のQOL向上を目指した関わりと今後の課題-

亀山　友理子、渡邊　雅弘、大島　小緒里、水沼　由美子
獨協医科大学病院

【はじめに】当院は2013年より植込型補助人工心臓（以下iVAD）実施施設となり、現在までに10例経験し、9例は側腹部からケーブルを貫通させるモデルであった。今回、感染リスクが低いとされている耳介後部コネクター（以下PAモデル）の症例を経験した。PAモデル装着女性患者のボディイメージの変化への不安に対する看護について振り返り、退院後も制限の多いiVAD装着患者のQOL向上の課題が見出せたため報告する。【目的】心臓移植待機中のQOL向上を目指すための課題を明確にする。【方法】「手術前」「術後リハビリ期」「退院準備期」「退院後」と時期を分け、患者の言動と看護師の対応について電子カルテより情報を収集する。情報を「機器管理」「創部管理」「日常生活」「美容面」「家族役割」「その他」に分類し、それぞれの患者の言動の変化と看護師の対応について分析を行う。【倫理的配慮】所属施設の生命倫理委員会の承認を得た。（病看29119）【症例】特発性拡張型心筋症の40歳代女性。【結果】患者の言動から不安な気持ちや疑問点が抽出された。看護師の対応として「日常生活」では主にシャワー浴について、「創部管理」では異常時の対応について指導を行った。「美容面」ではボディイメージの変化を受容できるよう、要望に可能な限り応え情報提供を行った。「家族役割」では家族の協力を得て、自宅へ帰る目標を達成できるよう関わった。「機器管理」では取扱いテストに合格せず焦燥感が見られたため、MEだけでなくVAD担当看護師からもデモ機を用いて説明を行うことで合格することができた。現在は接続部やケーブルも髪で隠れるようになり、外見はiVADを装着していることはほぼ分からなく、創部感染もなく自宅療養できている。【考察】iVAD装着患者は病状や日常生活、機器や創部管理など様々な不安を抱え、iVAD装着下での社会復帰に戸惑いを持つことがある。患者の思いや要望を受容し解決策を検討した結果、美容面などで人目を気にすることなく、自宅での療養や家族役割を果たすことが可能となり、QOLの向上につながったと考える。【結論】患者の思いや要望を把握し、話し合いながら実践することで、QOLの向上につながった。今後、PAモデルを男性患者が装着する場合にもボディイメージの変化を最小限にできるよう、術前より情報提供を行っていく必要がある。

前乳頭筋断裂による重症MRに対しECPELLA補助下にMVRを施行した経験

高木　数実[1)]、有永　康一[1)]、佐藤　晃[1)]、古野　哲慎[1)]、菊先　聖[1)]、朔　浩介[1)]、本間　丈博[2)]、柴田　龍宏[2)]、福本　義弘[2)]、田山　栄基[1)]

1）久留米大学医学部外科学講座心臓血管外科部門
2）久留米大学病院高度救命救急センター CCU

【背景】
AMI後の乳頭筋断裂は急速な血行動態破綻を来す重篤な機械的合併症である。今回、乳頭筋断裂による重症MRに対し、ECPELLA補助下にMVRを施行した2例を経験したので、術中の補助循環管理法を中心に報告する。
【症例1】
71歳男性、糖尿病に対し加療中。トラック乗車中に意識消失、当院へ救急搬送。心電図でII、III、aVFのST上昇、V1-6のST低下。直後に心肺停止となり、VA ECMO、インペラCP導入後に、RCA（99%）、LAD（90%）にPCIを施行。以後、循環呼吸不全に対し、V-VA ECMO（2.5L）、インペラCP（P7）で加療継続中、搬入4日目に僧帽弁前尖の逸脱と付着物を認め、腱索断裂に伴う重症MRに対し緊急MVR施行。手術はAscAo送血、SVC、IVCで人工心肺確立し、トータルフローでECMO：0.6L、インペラ：P2へ移行。AscAoを遮断、ECMO：0.6L維持、インペラ：Surgical modeとし、順行性心筋保護液では心停止が不十分で逆行性心筋保護液の追加で良好に心停止。右側左房切開でM弁に到達し、MVR（Epic 27mm）施行。右上肺静脈より左室ベントを留置し、ECMO：0.6L、インペラ：P1下に大動脈遮断を解除。左室ベントがインペラと競合し、左房ベントとし、左室のエア抜きはインペラおよびルートベントで施行。酸素化不良であったが、人工心肺離脱は可能で、インペラを抜去、IABPとVV ECMO、NO吸入補助下に手術終了。
【症例2】
61歳男性、呼吸困難を主訴に近医を受診。I、aVLのST上昇、トロポニンT陽性、SpO2：91%（room）、血圧：65／47の心原性ショックで、当院へ救急搬送。搬入後、直ちに気管内挿管し、心エコーで前乳頭筋断裂を確認。VA ECMO（2.5L）、インペラCP導入（P6）後の冠動脈造影で高位側壁枝閉塞が確認され、緊急MVR施行。手術はAscAo送血、SVC、IVCで人工心肺を確立、トータルフローで、ECMO：0.6L、インペラ：P2へ移行。AscAoを遮断、ECMO：0.6L維持、インペラ：Surgical modeとし、順行性心筋保護液で良好に心停止。右側左房切開でM弁に到達し、MVR（SJM 27mm）施行。右上肺静脈より左房ベントを留置し、ECMO：0.6L、インペラ：P1下に大動脈遮断を解除。人工心肺離脱は可能で、インペラ抜去、IABP、NO吸入補助下に手術終了。
【結語】
AMI後の乳頭筋断裂MRを2例経験した。同疾患では急激な血行動態変化のため緊急手術が必須となるが、術前の補助循環が予後に大きく影響する。ECPELLAは有効な補助手段であり、そのKnack & Pitfallに関して考察する。

模擬循環回路を用いた大動脈解離治療用新型ステント開発のための分枝血流通 過圧損評価法の検討

繁浦　瑠偉[1)]、白石　泰之[2)]、榛沢　和彦[3)]、山田　昭博[2)]、橋本　真登香[1)]、
中地　真太郎[1)]、永野　友香[1)]、山家　智之[1,2)]

1）東北大学大学院医工学研究科
2）東北大学加齢医学研究所非臨床推進センター
3）新潟大学大学院医歯学総合研究科先進血管病塞栓症治療予防講座

【背景】現在、大動脈解離の治療は血管内治療が主流であり、特にステントグラフト内挿術 が広く行われている。しかし、ステントグラフトはその形状上、上行大動脈や血管分岐部に 留置することが難しい。現在開発中のステントでは、解離した大動脈壁をステント圧力で押 し拡げ、ステント壁面からの血流流出を妨げない。このステントでは、拡張力を用いて偽腔 容積を低減し、偽腔内血流速と血圧を減少させて偽腔内を血栓化することを目的としてい る。本研究では、新型ステント開発用の分枝血流通過圧損評価法を構築および検討すること とした。
【目的】大動脈分岐部にステントを留置した際に、それが原因で分岐部の血流量が変化する ことが考えられる。そこで、本研究はステントによる血流阻害の度合いを調べるため、大動 脈血管分岐部にステントを留置した際の分枝血流通過圧損評価法を検討することを目的と した。【方法】まず、人体の血液循環を模した模擬循環回路を作成した。模擬循環回路は拍動流を 生成するために、心部に空気圧駆動装置を使用した模擬心臓を採用した。弓部大動脈はシリ コーン素材のモデルを使用し、それの血管分岐部にステントを留置した。実験条件は、1 分 間に拍動を 60 回、収縮比率を 35%、左室圧を 120mmHg、平均動脈圧を 100mmHg、平均 動脈流量を 3.0L／min、平均分岐部流量を 1.5L／min に設定した。カテーテル付きロードセ ルを血管分岐部から挿入し、大動脈と分岐血管の圧力差を測定した。
【結果】本研究では、弓部大動脈モデルにステントを留置しなかった場合と留置した場合で 比較を行った。留置しなかった時、大動脈と分岐血管の平均圧力差は約 3.6mmHg となっ た。また、ステントを留置し、それが血管断面積に占める割合が 23% の時、平均圧力差は 約 9.3mmHg となった。
【まとめ】ステント留置血管分岐部の分枝血流通過圧損評価法の検討を行なった。血管分岐部に圧力 差が生じていることから、空気圧駆動式模擬心臓を採用した模擬循環回路を用いて分枝血 流通過圧損測定が可能であると考えられる。

「補助人工心臓患者のＣＰＸ実施において」～当院での実施方法～

山本　拓也[1)]、脇　沙也香[1)]、佐々木　隆一[1)]、渡辺　浩毅[2)]、佐伯　秀幸[2)]、
福田　かずえ[3)]、西村　隆[4)]

1）社会福祉法人恩賜財団済生会松山病院リハビリテーションセンター
2）社会福祉法人恩賜財団済生会松山病院循環器内科
3）社会福祉法人恩賜財団済生会松山病院外来看護師
4）愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学循環器病センター

【はじめに】
当院は補助人工心臓(以下VAD)管理病院ではないが今回ＶＡＤ患者のCPXを実施する機会をいただいた。VAD患者に対してCPXを行う際の注意点や当院での工夫を患者を通して報告する。
【目的】
ドライブライン（以下＝DL）への不安を軽減し、安心、安全に運動耐容能評価を実施する。
【方法】
CPX時DLにストレスがかからないように、評価時の姿勢とバッテリー、DLを管理するスタッフを隣に配置し実施した。
【結果】
CPX実施前後でのドライブラインの刺入部の確認を行ったがトラブルなくCPXを実施することができた。
【結語】
CPXにおいて運動耐容能を正確に評価するためには実施中の姿勢が重要である。VAD患者を実施する際にはDLの管理にも細心の注意をはらいながら実施することが重要である。

右心補助に応用可能な高速度マルチカメラを用いた半天球型ePTFE弁葉挙動可視化装置の開発

永野　友香[1)]、白石　泰之[2)]、Andrew　Narracott[3)]、山田　昭博[2)]、山岸　正明[4)]、山家　智之[1,2)]

1）東北大学大学院医工学研究科
2）東北大学加齢医学研究所非臨床試験推進センター
3）Insigneo, University of Sheffield, UK
4）京都府立医科大学

【目的】先天性心疾患に対する外科的修復として延伸ポリテトラフルオロエチレン（ePTFE）製3弁付き導管を用いた右室流出路再建術が行われており、臨床成績から中長期的な安定性が示されている。本研究では、工学的なアプローチからePTFE弁の機能評価を目的として（a）低圧環境下における弁葉挙動を詳細に観察可能な右心系模擬循環回路の構築、（b）三次元弁葉解析モデルの作成を行った。
【方法】（a）回路は空気圧駆動型右心室モデル、試験弁ホルダー、試験弁観察用チャンバー、コンプライアンスチャンバー、リザーバータンク、右心房モデルで構成されている。試験弁観察用チャンバーに水槽を併設し、その中に高速度カメラを浸水させて弁の正面から撮影を行った。回路内の圧力および流量は小児相当の右心循環を再現するように各抵抗および空気圧駆動装置の陰圧と陽圧を調節した。駆動条件について、収縮期間は心周期に対して35%、ポンプ拍動数は60 bpmとして空気圧駆動装置に入力した。回路内の作動流体は水とした。試験弁の弁葉の厚みは0.02 mmとした。（b）弁葉の形状数値座標を算出するためにデジタル画像相関法を用いた。この方法では視差画像における対象物表面の特異的な模様の相関情報を元に求めるため、弁葉表面にはランダムパターンを印刷している。取得した形状数値座標の点群から解析速度向上および欠損部位の補完のために代表点の抽出を行った。弁葉の長軸方向に対して垂直な面を等間隔に配置し、面の両方向から幅0.1 mmの領域に存在する点群を面に正射影し、それらの点を用いて近似曲線を作成した。近似曲線をもとに等間隔に座標を算出し、それを代表点とした。代表点をもとにメッシュを作成した。
【結果】（a）構築した試験装置を用いて拍動流下における弁葉挙動を取得した。（b）提案した手法により三次元弁葉解析モデルのメッシュの作成が可能であった。
【結言】ePTFE弁葉挙動可視化のための右心系模擬循環回路の構築し，弁葉挙動の撮影が可能であることを確認した．提案したモデル作成手法により、弁葉の有限要素モデルを作成可能であることが示唆された。本研究の展開により、詳細な弁葉のシミュレーションを行い、血流下における弁葉内応力の予測を行いうる。

植込型VAD装着後に低酸素血症が遷延した拡張型心筋症の１例

安藤　政彦、木下　修、尭天　孝之、星野　康弘、小前　兵衛、井戸田　佳史、
嶋田　正吾、木村　光利、山内　治雄、小野　稔
東京大学医学部附属病院 心臓外科

症例は50歳男性、X-3年1月に労作時呼吸困難を契機として拡張型心筋症と診断。X年6月に心房細動による動悸と呼吸困難のために初回の心不全入院。翌月には保存的加療により一旦自宅退院となったが、退院4日後に起座呼吸を認めるようになって再入院、カテコラミン依存状態となった。X年8月に心臓移植登録、同月に当科にて植込型VAD（Heartmate3）装着術，大動脈弁置換術（Inspiris 27mm），僧帽弁輪形成術（Saddle Ring 32mm），三尖弁輪形成術（Physio Tricuspid 32mm），左心耳閉鎖術を施行。手術翌日に抜管、第6病日に一般病棟に転棟になったが、低酸素血症と労作時呼吸苦が遷延。術後2週間経過しても酸素投与を要し、胸部レントゲンでも明らかな異常は認められず。第16病日に経食道エコー（TEE）を行い、右→左シャントを伴う卵円孔開存（PFO）を認めた。PFOは手術直前の手術室でのTEEでは確認されていなかった。第23病日に再手術を施行し、1cm長のスリット状のPFOを直接閉鎖した。術後、低酸素血症は著明に改善し、その後は経過良好にてVAD植込後から約6週間にて自宅退院となった。重症心不全のために左房圧が上昇している状況では、TEEでもPFOを発見出来ないことがあり、VAD植込後に左房圧が低下した段階で初めて低酸素血症等を契機としてPFOが顕在化することがある。VAD植込時にPFOを見逃さないためには、手術直前の手術室でのTEEでMicrobubble testを行う、疑わしい症例では右房を開けて直視下にPFOの有無を確認する、体外循環離脱後に左房圧が低下した状態でPFOの有無をTEEで再確認する、等の対処が必要である。

Mycobacterium abscessus によるドライブライン感染・縦隔炎の１例

村上　貴志、吉岡　大輔、戸田　宏一、澤　芳樹
大阪大学大学院医学系研究科外科学講座心臓血管外科

症例は53歳の男性。高校生時の健診で心拡大を指摘された。Mycobacterium abscessusは迅速発育型の非結核性抗酸菌で、土壌や腐敗した植物、水など自然界に広く存在する。一般的には皮膚軟部組織や骨、肺の感染症の原因菌として知られている。今回我々はMycobacterium abscessus によるドライブライン感染・縦隔炎を経験したため報告する。50歳時に心不全入院しカテコラミン依存状態となり保存的治療を試みたがEF 21%、PCWP 30mmHg、CI 2、SvO2 53%と改善を認めなかった。同年移植申請前にImpella 5. 0を挿入し院内移植適応検討会にて移植適応と判断されLVAD（HM II）植え込み術を施行されて自宅退院となった。翌年右心カテ目的に入院となり、ARの増悪を認め利尿剤の調整を行われた。52歳時にはVTにて入退院を繰り返したが抗不整脈薬調整とCRTーDの設定変更をすることでVTの発生を抑制できていた。しかし経過中にMycobacterium abscessusによるドライブライン感染をきたした。デブリドメント・VAC治療を繰り返しチエナム、ザイボックス、アミカシンによる抗菌薬加療を行った。一方で徐々に尿量の低下と全身浮腫を認めるようになりPAWP 24mmHgと上昇を認め、ARの影響が考えられたためAV closureを施行した。一旦ARは制御されたものの52歳時再度増悪し、ドライブライン感染も持続していたためre AV closure + LVAD exchange（HM2→ HM3）を施行した。しかし術後Mycobacterium abscessus による縦隔炎となり、大網充填術を施行。その後VAC装着を行い、あらゆる抗菌薬投与や創部洗浄を行いながら加療を行うも奏功せず。創部状態は悪化し、全身状態も悪化して行った。徐々に腎機能低下を認めCHDF依存状態となった。Marginal donorでの心移植を目指していたが現実的に困難となった。経過中に発症したSAHを契機に全身状態はさらに悪化し多臓器不全に陥り入院第220日目に死亡退院となった。Mycobacterium abscessusによるドライブライン感染の文献上の過去の報告とも比較して、治療法や対処法について検討する。

バイオフロートを用いた両心補助人工心臓の使用経験

品部　雅俊、伴野　誠幸、三木　航太、橋本　美和、杉村　直紀、平川　太基、
山田　文哉
愛媛大学医学部附属病院　診療支援部　ME 機器センター

【目的】
現在、数社のメーカーから様々な工夫がされた遠心ポンプが発売されている。その中でもニプロ社が販売するバイオフロートは、それまで必須であると考えられていたピボットが無くなくなった完全磁気浮上型となっており、長期使用の可能性が期待される。今回、両心補助人工心臓(BiVAD)を必要とする患者に対し、ニプロ社製バイオフロートを2台用い、それぞれをRVAD、LVADとしての補助循環管理を経験したので報告する。
【症例の概要】
患者は20代男性。主訴は劇症型心筋炎。小学校時代から潰瘍性大腸炎と診断され通院をしていたが、現在は通院しておらず、内服加療も行っていなかった。立ちくらみと全身倦怠感、腹痛の症状があったため、近医を受診し、ECGでwide QRS波形を認め、トロポニンIが陽性であったため、前医に紹介となり、急性心筋炎の診断を受け、グロブリン製剤投与で経過観察となっていたが、左心機能低下し、心不全症状出現したため、心筋生検施行。処置中に血行動態悪化したため、気管内挿管、V-A ECMO+Impella CP(ECPELLA)となった。将来的な補助人工心臓治療を見据え、当院へ搬送となった。当院でも心機能の改善は乏しかったため、BiVAD管理となった。
【経過】
当院に搬送時には血圧波形もフラットであったが、Impellaの位置調整を行うと脈圧が出現したため、心機能の回復を期待し、1週間経過観察としたが、再び血圧波形がフラットになったため、TemporaryRVAD + LVADによるBiVAD治療を開始した。1か月ほど経過観察を行ったが、RVADも離脱は困難であると判断し、現在はCentral approachでのBiVADを行なっている。LVAD装着43日後に回路内血栓とポンプ異音疑いがあったため、回路交換を実施した。交換した回路にはコネクタ部分に血栓が形成されていたが、遠心ポンプには血栓は肉眼では確認されなかった。
【考察】
今回は使用開始43日で回路内血栓のため、回路交換せざるを得ない状態となり、回路交換を行ったが、取り外した遠心ポンプには異常無く、血栓の付着も認めなかったことから、引き続き使用する事が可能性は高かった。
【結論】
ニプロ社製バイオフロートは43日の長期使用でも大きな性能低下及び血栓付着も無く、長期使用できる可能性が示唆された。

植込み型補助人工心臓の低流量アラームに対するフローチャートの作成

梅田　千典[1)]、百瀬　直樹[1)]、草浦　理恵[1)]、岡田　ひとみ[1)]、田中　杏実[1)]、
牧　尚孝[2)]、和田　浩[2)]、山口　敦司[3)]

1）自治医科大学附属さいたま医療センター　臨床工学部
2）自治医科大学附属さいたま医療センター　循環器内科
3）自治医科大学附属さいたま医療センター　心臓血管外科

【背景】植込み型補助人工心臓（以下iVAD）植え込み実施施設の中でも比較的症例数が少ない当院では、症例経験が少ない医療者が入院中のiVAD患者を受け持つことがある。また、在宅療養中のiVAD患者の低流量アラーム鳴動時もすぐ来院すべきかどうかの判断は非常に重要なものになる。そこで今回、HeartMate3の低流量アラームが鳴動した際の症状から、どう一次対応すべきかを判断できるようなフローチャートを作成し運用しているので報告する。
【方法】HeartMate3装着患者の低流量アラームに対するフローチャートの院内用と在宅療養用を作成した。院内用は患者の意識レベルが清明な場合とそうでない場合の2パターンで病室に掲示し、在宅療養用は患者・介護者に配布している。
【結果】脳機能障害の残存により意識レベルが清明でない症例でのリハビリ中の低流量アラームに対しては、リハビリスタッフがフローチャートを元に一次対応でき、転倒防止策を講じながらも端座位まで離床することができている。また、在宅療養中にも低流量アラームが頻発する患者に対して使用することで、医療者と患者・介護者との間で効率的なコミュニケーションをとることができている。
【考察】iVADに使用されている運動型ポンプは揚程の大きさによって低流量となる。循環補助装置からの低流量アラームは循環の補助が十分に維持できていないことを意味するが、低流量がほんの一時的な事象であったり、生体心機能がある程度残存していることもあり、心不全症状の有無など全身状態を見て対応が分かれることが多い。意識レベルが清明であれば、患者本人から症状を聴取することでその後の対処を判断することができるが、意識レベルが清明でない症例では本人の訴えからの判断は難しく、心電図モニタやSpO2モニタも瞬時の循環の指標になり得ない。判断を誤れば生命予後を左右するが、アラーム鳴動のたびにコントローラの履歴チェックをしていては非効率であり、早期離床の妨げにもなる。
今後、iVAD患者が増加する中で、医療者はより効率的なアラーム対処を求められる。特に低流量アラームは場合によっては一刻を争うものとなるため、少ない情報量からいかに的確な判断に結び付けるかが重要になっていくはずである。
【結語】低流量アラーム鳴動時の一次対応の判断指標としてフローチャートを使用し、経験の少ないスタッフや在宅療養中の患者・介護者でも効率的なアラーム対応ができた。

VWF損傷に関する流体剪断特性定量化のための基礎検討

中地　真太郎[1)]、白石　泰之[2)]、山田　昭博[2)]、繁浦　瑠偉[1)]、永野　友香[1)]、
橋本　真登香[1)]、山家　智之[1,2)]

1）東北大学大学院 医工学研究科 医工学専攻 人工臓器医工学講座
2）東北大学加齢医学研究所 非臨床試験推進センター

【緒言】

血漿中に存在するvon Willebrand因子（VWF）は、止血機能において重要な役割を果たす。通常、VWFは血中で特異的分解酵素ADAMTS13によって分解され、2~80のサブユニットからなる多量体として存在する。特に、高分子領域の多量体は止血において重要とされるが、高速血流により血液に高剪断がかかると、VWFが構造変化して高分子多量体の欠損がみられ、出血性疾患である後天性von Willebrand症候群（AVWS）を来すことが報告されている。また、重症心不全患者が使用する左室補助人工心臓においても、高速血流が生じることからAVWSの発症が確認されている。VWF損傷の血行力学的なパラメータを定量的に評価し、機械式補助循環によって血液損傷を起こさない剪断負荷条件を検討するには、高再現性の定量的なVWF損傷評価のための試験系が必要である。本研究では、VWF損傷に関する流体剪断特性の評価を目的とし、微細管路内を流れる試験流体に剪断負荷を与える実験系を構築し、管路条件の違いによる剪断特性の変化について検討した。

【方法】

微細管路の両端にシリンジを接続し、コントローラで制御したリニアアクチュエータでシリンジ内筒を前後に駆動する装置を構築した。注射針を加工し、内径0.80mm、0.95mmおよび管路長20mm、30mm、50mmのそれぞれ6種類の試験用微細管路を用意した。アクチュエータ駆動と同時に、動ひずみ測定器で計測した両端のシリンジの圧力を記録し、その結果と管路特性を併せて流体に付加した壁面剪断応力値とエネルギーを算出した。

【結果】

内径や管路長の変化により各算出値に異なる特徴がみられた。壁面剪断応力値は、内径の拡大にともない最大値が減少した。また、一例として内径0.95mmの試験管路では管路長が20mm-30mmと増大するにともない、エネルギーがおよそ35%増加した。

【考察】

管路特性の変更により、流体に負荷する壁面剪断応力とエネルギーに一定の傾向が見られることが分かった。今後、本試験系を用いて流体剪断特性の評価を行うことが出来る可能性が示唆された。

植込型左室補助人工心臓装着症例に対して、難聴が進行し人工内耳の植え込みを行った一例

山下　健太郎[1)]、久松　恵理子[1)]、近都　正幸[1)]、横井　純[2)]、藤田　岳[2)]、
松本　賢亮[1)]、田中　秀和[1)]、平田　健一[1)]

1）神戸大学医学部附属病院 循環器内科
2）神戸大学医学部附属病院 耳鼻咽喉科・頭頚部外科

症例は61歳男性。25歳時に難聴を自覚し、両側感音性難聴を指摘された。難聴の家族歴はなく、内リンパ水腫が原因と推定された。日常生活での会話などに支障はなかった。

36歳時に健診の胸部レントゲン写真で心拡大を指摘され、精査にて拡張型心筋症と診断された。薬物加療を継続するも経時的に左室収縮能は低下し、57歳時より心不全増悪入院を繰り返したため、58歳時に心臓移植登録となり、同年植込型左室補助人工心臓（HeartMate II）装着術を行った。

心臓移植登録時は、右聴力は聾の状態であり、左聴力は中等度の感音性難聴であった。大声での会話や補助人工心臓（VAD）のアラーム音の聴取は可能であったため、紙面と動画を使用し、VAD装着術後の機器トレーニングの習得はスムーズであった。自宅退院後は補聴器の使用もしながら経過していたが、60歳時より左聴力が急速に悪化し、聾の状態となった。急性の経過であったため内リンパ水腫の治療としてステロイド投与を施行したが左聴力の回復はなく、聴性脳幹反応検査でも音刺激に対して脳波の出現を認めなかった。VADのアラーム音も聞こえず日常管理に障害が出現したため、61歳時に左耳へ人工内耳 (SYNCHRONY) の植え込みを行った。人工心臓と人工内耳の植え込み例がなく、機器同士の干渉も懸念されたが術中や術後も問題なく経過し、人工内耳植え込み後2週間で退院となった。術後3週間後より人工内耳への音入れを開始し調整の結果、HeartMate㈿のアラーム音が聴取可能となり、外来でのマッピングおよびリハビリテーションの継続により術後3ヶ月後には会話もある程度可能となった。

植込型VADは在宅管理を基本とし、安全管理の観点よりアラームを含めた機器対応の自己管理が重要である。本症例では聴力の回復目的に人工内耳を植え込み、電磁干渉などの不具合を起こさずに問題なく作動することを確認できた。左室補助人工心臓と人工内耳を同一症例に植え込んだ症例報告はなく、貴重な症例であると考える。

周波数解析によって遠心ポンプの駆動音変化を捉えた一例

伴野　誠幸[1)]、三木　航太[1)]、品部　雅俊[1)]、山田　文哉[1)]、西村　隆[2)]、
泉谷　裕則[2)]

1）愛媛大学医学部附属病院　診療支援部　ME 機器センター
2）愛媛大学大学院医学系研究科心臓血管・呼吸器外科学

【はじめに】
遠心ポンプは、人工心肺、補助循環、補助人工心臓等において、幅広い領域で用いられている。長期循環補助を目的とした遠心ポンプの開発が進められ、長期使用症例の報告もされている。しかし、長期循環補助における管理方法や駆動状態把握方法は確立されていない。そこで我々は、遠心ポンプ駆動音の周波数解析により駆動状況の把握ができないか、実験や検討を行っている。今回、遠心ポンプを用いた体外式補助人工心臓管理中に周波数成分変化を認めた症例を報告する。
【方法】
周波数解析は、遠心ポンプ駆動音の録音を行い、その音声信号を高速フーリエ変換して、周波数成分解析を行う。遠心ポンプ設定回転数を変更し、各駆動音の周波数解析を行った。報告症例の管理中においては、定期的に駆動音の周波数解析を行い、経時的変化を記録した。
【結果】
各回転数の周波数解析結果から遠心ポンプ駆動音の基本特性を得ることができた。また駆動音特性は、設定変更により一定の周波数変化を示した。症例管理中、聴音では遠心ポンプの異音は確認できなかったが、周波数解析結果では、使用開始初期と比べ周波数成分に変化があった。使用後の遠心ポンプ内に大きな血栓を認めた。
【考察】
遠心ポンプ駆動状況を聴覚のみで評価することは難しい。使用する遠心ポンプによって駆動回転数範囲や形状、構造等が異なるためか、各種駆動音に違いがある。結果から、報告症例の遠心ポンプ駆動音は高い周波数成分が多く、聴覚のみでは異音を聞き分けることがより難しい遠心ポンプであると考えられた。遠心ポンプ駆動音の周波数解析から、聴覚では得ることのできない周波数変化を捉えることが可能であった。この周波数解析を用いた駆動状況の観察が、遠心ポンプ内の軸偏性や血栓形成等による周波数変化を捉え、遠心ポンプの異常を早期発見することができると示唆される。しかし、駆動音変化をもたらす要因は不明確な点が多く、今後更なる実験検討を継続していく必要がある。

謝　辞

第49回人工心臓と補助循環懇話会学術集会開催にあたり、企業・団体より本学会の趣旨にご賛同を賜り、多大のご芳志を頂戴しました。
ここにご芳名を記して、深甚なる感謝の意を表します。

第49回人工心臓と補助循環懇話会学術集会
代表世話人　西村　隆

（五十音順・敬称略）

株式会社アスト
エーザイ株式会社
エドワーズライフサイエンス株式会社
株式会社カルディオ
株式会社カワニシ
株式会社クラウンジュン・コウノ
（株式会社河野製作所）
ゲティンゲグループ・ジャパン株式会社
株式会社サンメディカル
CSLベーリング株式会社
株式会社ジェイ・エム・エス
ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
積水メディカル株式会社
センチュリーメディカル株式会社
テルモ株式会社
ニプロ株式会社
日本アビオメッド株式会社
日本メドトロニック株式会社
平和物産株式会社
マリンクロットファーマ株式会社
リヴァノヴァ株式会社

cardio
株式会社カルディオ

EXCOR® Pediatric

小児用体外設置式補助人工心臓システム

世界で唯一の小児用VADシステム

- 新生児、乳幼児に適した 10mL からのポンプサイズ
- 血栓形成の早期発見を可能とする透明ポリウレタン製のハウジング
- 安全性を高めるための三層構造のメンブレン
- 長期間にわたって抗血栓性を保つための Carmeda®バイオアクティブヘパリンコーティング

1台でBVADサポートが可能な駆動装置

EXCOR® Ikus

- 空気圧駆動装置とコンピューターには三重の冗長設計を施すことで、システムの安全性を高めています。
- 1 つの駆動装置で左心補助 (LVAD)、右心補助 (RVAD)、両心補助 (BVAD) が可能です。
- 院内での移動を可能とするため、バッテリーを内蔵しています (バッテリーによる駆動保証時間は 30 分)。

販 売 名：EXCOR Pediatric 小児用体外設置式補助人工心臓システム （高度管理医療機器・生物由来製品）
承認番号：22700BZX00179000

株式会社カルディオ 兵庫県神戸市中央区港島南町 1-5-5 神戸バイオメディカル創造センター (BMA) 2 階
TEL:078-304-6101　FAX:078-304-6103　http://www.cardio.co.jp

特定生物由来製品　処方箋医薬品[注]

血漿分画製剤（生理的組織接着剤）

薬価基準収載

ベリプラスト® P コンビセット 組織接着用

Beriplast® P Combi-Set Tissue adhesion

注）注意一医師等の処方箋により使用すること

★効能・効果、用法・用量、禁忌を含む使用上の注意等については添付文書をご参照ください。

資料請求先：

CSLベーリング株式会社

〒107-0061 東京都港区北青山一丁目2番3号

くすり相談窓口 TEL：0120-534-587

JPN-BRP-0322
2019年7月作成

Biotherapies for Life™ CSL Behring

TERUMO

Pioneering Innovator

― EBS の進化とともに ―

補助循環システムの歴史は、EBS から始まった。
緊急性と安全性の向上をめざして、
革新を続けてきた PCPS の先駆者、テルモ。
長期耐久性を追求した遠心ポンプの採用など
基本性能の強化に加え、酸素飽和度モニターや
データマネージメントシステムもスタンバイ。
1 秒と闘う。変化を見守る。
幅広い症例に、キャピオックス EBS。

経皮的心肺補助システム

キャピオックス® EBS®

Emergency Bypass System

EMERSAVE® エマセブ

一般的名称：体外循環装置用遠心ポンプ駆動装置	販売名：キャピオックス遠心ポンプコントローラー SP-200	医療機器承認番号：22600BZX00483
一般的名称：人工心肺用回路システム	販売名：キャピオックスカスタムパック	医療機器承認番号：21800BZX10056
一般的名称：大腿動静脈カニューレ	販売名：キャピオックス経皮カテーテルキット（X）	医療機器承認番号：22100BZX01109

テルモ株式会社 〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2-44-1 www.terumo.co.jp

TERUMO はテルモ株式会社の商標です。
キャピオックス、EBS、エマセブ、EMERSAVEはテルモ株式会社の登録商標です。
キャピオックス EBS はテルモの経皮的心肺補助システムのペットネームです。
©テルモ株式会社 2016年8月

Quantra™

Quantra　血液粘弾性分析装置

患者、医師、病院のニーズを満たす
次世代のポイント・オブ・ケア凝固検査

製造販売業者

Heiwa Bussan
平和物産株式会社
https://www.heiwa-bussan.co.jp/

〒100-0005　東京都千代田区丸の内 2-2-1　岸本ビル
TEL:03-3287-0731　FAX:03-3285-0570

製造業者

HEMOSONICS

販　売　名：Quantra 血液粘弾性分析装置
届出機器届出番号：13B1X00161000024

NIPRO

植込み型補助人工心臓

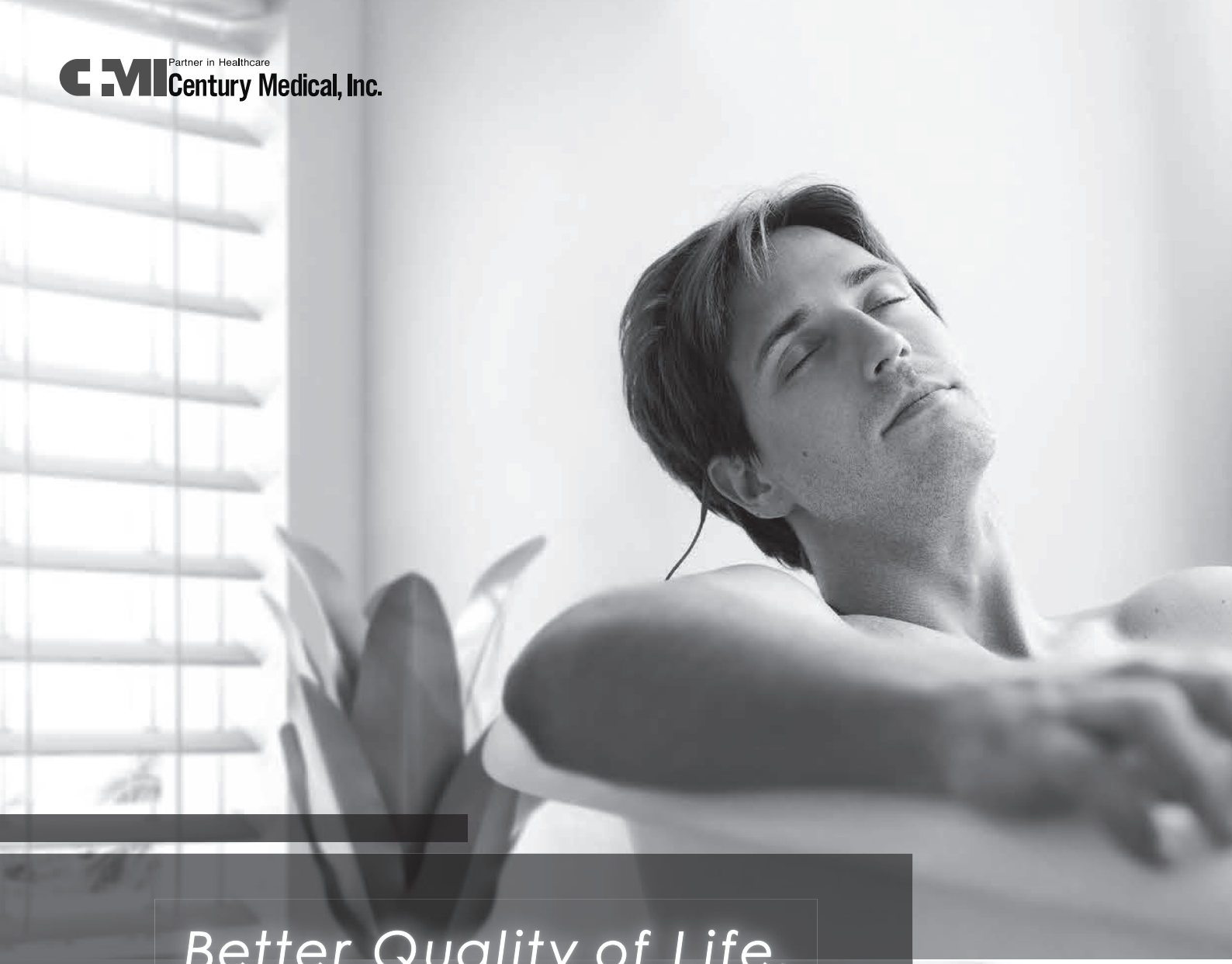
HeartMate3™

一般的名称：植込み型補助人工心臓システム
特定保守管理医療機器・高度管理医療機器（クラスⅣ）
医療機器承認番号：23100BZI00006000

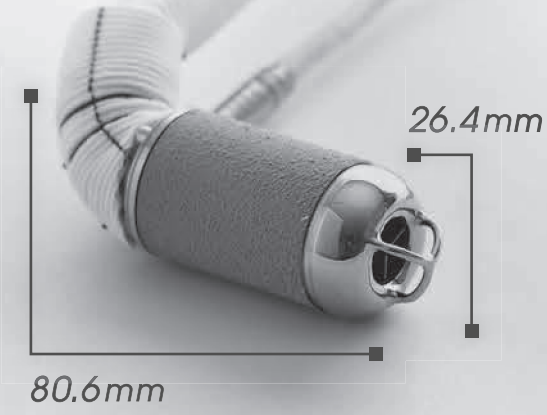
選任製造販売業者
（資料請求先）ニプロ株式会社
大阪市北区本庄西3丁目9番3号
TEL：06-6372-2331（代）

2019年9月作成

Partner in Healthcare
Century Medical, Inc.



Better Quality of Life.



Jarvik 2000®

植込み型補助人工心臓システム

【本 社】〒141-8588 東京都品川区大崎1-11-2　TEL.03-3491-1551
【大 阪 支 店】TEL.06-6263-3760　【札幌営業所】TEL.011-299-8811　【仙台営業所】TEL.022-213-0040　【名古屋営業所】TEL.052-220-3660
【大宮営業所】TEL.048-783-2791　【福岡営業所】TEL.092-752-5653　【広島営業所】TEL.082-542-1535

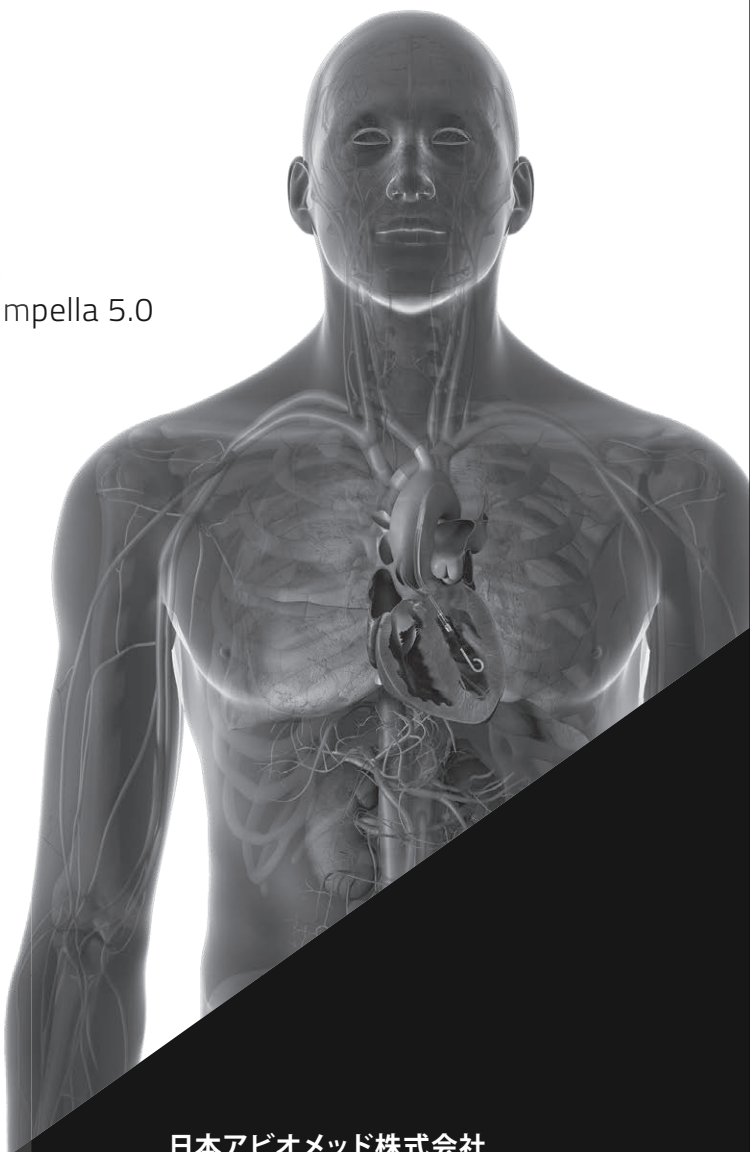
〈販売名〉Jarvik2000植込み型補助人工心臓システム　〈製造販売元〉センチュリーメディカル株式会社　〈外国製造元〉Jarvik Heart,Inc.（米国）　〈医療機器承認番号〉22500BZX00504000

ABIOMED
Recovering hearts. Saving lives.

Impella®

The World's Smallest
Heart Pump

IMPELLA 補助循環用ポンプカテーテル



日本アビオメッド株式会社
〒103-0022
東京都中央区日本橋室町2-2-1 室町東ビルディング12階
Tel：03-4540-5600（代表） Fax：03-6740-1479
www.abiomed.co.jp

販 売 名：IMPELLA　制御装置
承認番号：22800BZI00031000
販 売 名：IMPELLA　補助循環用ポンプカテーテル
承認番号：22800BZI00032000

IMP-951

ABIOMEDロゴ、ABIOMED、 Impella、 Impella 2.5、Impella CP、Impella 5.0はAbiomed, Inc.の登録商標です。

CROWNJUN
Medical Micro Manufacture

ASFLEX（アスフレックス）

販売名：PVDF縫合糸 -K
承認番号：21300BZZ00389000

ポリプロピレンに代わる、新素材のPVDF(ポリビニリデンフルオライド)モノフィラメント縫合糸。
長期的な不活性とキュッと締まる結紮感を目指しました。

TEFDESSERⅡ（テフデッサーⅡ）

販売名：polyester縫合糸 -K
承認番号：16100BZZ00938000

編糸のやわらかさを残しつつ、糸にコーティングをかけることで滑らかさもUPしています。
糸色は緑と白をご用意し、用途に合わせて識別することが可能なマルチフィラメント縫合糸です。

FELT PLEDGET（フェルトプレジェット）

カットする手間を省くために様々なサイズでご用意。
単品でのご購入や、縫合糸に付属している規格もございます。

販売名：クラウンジュンフェルト　承認番号：20400BZZ00688000

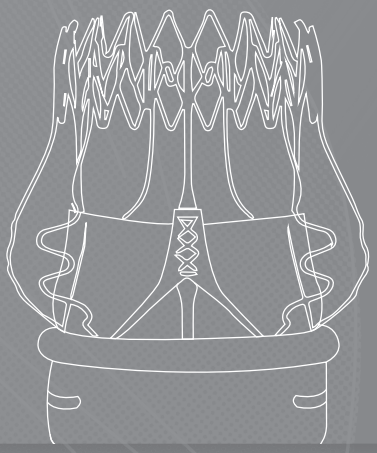
多様なサイズラインアップをご用意しています。まずはお気軽にお問合せください

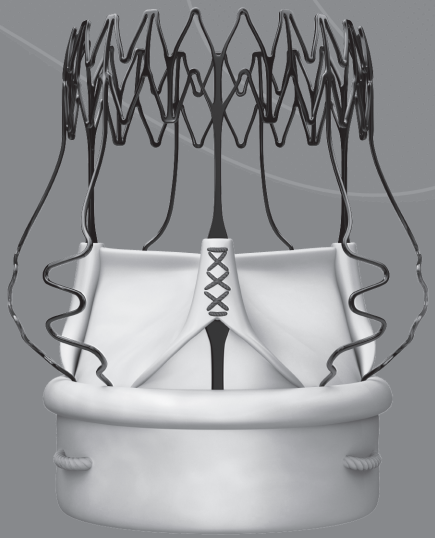
50th since1970
おかげさまで創立50周年
日頃のご愛顧感謝申し上げます

https://www.konoseisakusho.jp
河野製作所　検索

THEIR FUTURE. RESTORED.

State-of-the-art
sutureless, collapsable tissue heart valve
for aortic valve replacemement (AVR)





PERCEVAL®

リヴァノヴァ株式会社 〒100-6110 東京都千代田区永田町2-11-1
お客様専用／TEL.0120-034-911(平日9:00～17:30) FAX.0120-585-377
www.livanova.co.jp

ETHICAL COLLABORATION IN HEALTHCARE CERTIFIED
Licensed by Eucomed

販　売　名：Perceval生体弁
医療機器承認番号：23000BZI00016000

LivaNova
Health innovation that matters

POSSIBILITY UNVEILED

植込み型補助人工心臓システム

HVAD™

インプランタビリティ

様々な体格や複雑な症例でも
植込みを実現する
小型ポンプ

シンプルな周辺機器

日本語表記による
分かりやすい
コントローラ操作

患者管理サポート

リアルタイムのWaveformsと
トレンド把握に役立つ
ログファイルレポート

日本メドトロニック株式会社
CRHF事業部 MCS
108-0075 東京都港区港南 1-2-70

medtronic.co.jp

Medtronic

© 2020 Medtronic　販売名 / 医療機器承認番号：植込み型補助人工心臓システムHVAD / 23000BZX00373000