Archive of SID

پژوهش جراحی مطلوب
از بالین بیمار تا آزمایشگاه و برعکس

ترجمه و تلخیص: دکترعباس میرمالک* و گروه مترجمین**

طراحی یک فرضیه، تصویرسازی و استدلال و تبدیل آن به پیش زمینه یک هدف مشخص و راهکار عملی کردن آن به سوی یک طرح تحقیقاتی است. این موضوع به شکل یک مثال عملی در این بخش از پژوهش در جراحی توضیح داده شده‌است.

در بخش‌های گذشته چندین راهکار برای برنامه‌ریزی طرح تحقیقاتی و سازماندهی گروهی از پزشکان و دانشمندان با کفایت، برای اجرای یک طرح تحقیقاتی مورد بحث قرار گرفته است. رویکردی «کنش متقابل افقی» که توسط تجربیات ماربورگ (Marburg) توضیح داده شده‌است، همکاری گروهی مرکب از دانشمندان علوم پایه و پزشکان را برای برخورد با مشکل پیشنهاد می‌کند. روش موثر دیگر، رویکردی «کنش متقابل عمودی» است که همکاری عده‌ای با مهارتهای متفاوت را طی پیشرفت مطالعه ترسیم می‌کند. رویکرد کنش متقابل عمودی، ممکن است برای طرحهای پیچیده مقرون به صرفه باشد. زیرا از وجود هر یک از همکاران تنها هنگامی که به مهارت خاص آنها نیاز باشد، استفاده می‌شود. موفقیت این روش منوط به دردسترس بودن تنوع وسیعی از تخصص‌ها و نیز ایجاد یک شبکه ارتباطی وسیع بین آنها در داخل جامعه تحقیقاتی، می‌باشد. به عنوان نمونه، تلاش برای تکامل وسیله کمکی قلبی جدیدی که به صورت بیومکانیکی فعال می‌شود و توسط آزمایشگاه ما در دانشگاه McGill ابداع شده است، رویکرد کنش متقابل عمودی را در یک طرح تحقیقاتی در آمریکای شمالی نشان می‌دهد.

مشکلات بالینی که باید شناسائی شوند

مشکلی که در پژوهش‌های ما مدنظر قرار گرفت، نارسائی مزمن قلبی بود که سالانه تقریبا ۲/۳ میلیون نفر را تنها در ایالات متحده مبتلا می‌کند. ۴۰۰ هزار مورد جدید از این بیماری در سال رخ می‌دهد و میزان زنده ماندن پس از ۵ سال حدود ۵۰٪ است. بیمارانی که طبق طبقه‌بندی انجمن قلب نیویورک در رده چهارم عملکردی (Functional Class IV) قرار می‌گیرند، تنها ۵۰ درصدشان از میزان بقای یک ساله برخوردارند و مرگ نیمی از آنها ناگهانی است. وسایل کمکی قلبی دراز مدت ممکن است برای حدود ۳۵ بیمار (در بررسی NIH) و تا ۱۶ بیمار (در بررسی نارسایی قلبی) در سال مفید باشند. برای بسیاری از این بیماران، پیوند قلب درمان دائمی‌تر و قابل قبول‌تری است که هم اکنون در دسترس می‌باشد؛ حتی در خوش بینانه‌ترین تخمین‌ها تنها حدود۲ اهداکننده قلب در سال در ایالات متحده برای آینده قابل پیش بینی است.

برخلاف تسهیلات قابل توجهی که در معیارهای اهداکنندگان عضو در سالهای اخیر در نظر گرفته شده‌است، دوره انتظار برای اعضای اهدایی در برخی مراکز پیوند قلب در آمریکای شمالی ۸ برابر شده است. تاثیر همه گیر شناسی این شیوه درمان حتی بدون

* استادیار گروه جراحی عمومی، دانشگاه علوم‌پزشکی آزاد اسلامی، واحد تهران

** دکتر لیلاپرورش، دکتر شقایق تهرانی، دکتر پوریا حسینی، دکتر پانته‌آ رضائیان، دکتر مریم سعیدیان، دکتر مروا طهماسبی‌راد، دکتر علی غلامرضانژاد، دکتر مهدی کلانتری، دکتر الهام کنی، دکتر امیرتیمور مرعشی، دکتر امید میرمطلبی، دکترعلی ناظمیان

www.SID.ir

Archive of SID

در نظرگرفتن این که سیکلوسپورین تمام مشکلات رد پیوند آلوگرافت را حل نمی‌کند و نیز این که پی‌گیری دائمی با بیوپسی اندومیوکارد برای تمام دریافت‌کنندگان پیوند ضروری است به وضوح بسیار محدود است. درمان جایگزین به کاربردن قلب مصنوعی مکانیکی یا وسایل کمکی قلبی است. وسائل موجودی که دارای عمری طولانی می‌باشند. به دلیل ایجاد ترومبوآمبولی و مشکلات مربوط به منبع انرژی خارجی آزاردهنده هستند. وسایلی که بیمار را به منبع انرژی خارجی متصل می‌کنند، حرکت بیمار را محدود کرده و همچنین منبعی بالقوه و دائمی برای عفونت به شمار می‌روند. رویکردی دیگر با وسایل قلبی، در صورتی که عملی باشد، ارزشمند خواهد بود.

تصویر سازی یک فرضیه

ما این مسئله را به عنوان یک اصل پذیرفتیم که انرژی رسانی به وسیله کمکی قلبی، توسط یک منبع انرژی درونی مانند عضله اسکلتی خود بیمار، ممکن است مزایای بسیاری داشته باشد؛ از این رو پرسش ما در طرح تحقیقاتی این بود: آیا انرژی تولید شده توسط عضله اسکلتی که در صورت لزوم برای فعال‌کردن وسیله کمکی قلبی قابل نصب در بدن تغییر یافته است، توانایی ایجاد بهبود قابل توجه همودینامیکی را دارد یا خیر؟

استدلال

کاربرد عضله اسکلتی بیمار به عنوان منبع انرژی میتواند نیاز به اهداکننده، سرکوب ایمنی و منبع انرژی خارجی را رفع کرده و با حذف اتصالات به منبع مولد انرژی از خطر عفونت جلوگیری نماید. انتخاب دقیق روش کمکی همچنین میتواند اجزاء لخته ساز را که اکنون به عنوان دریچه‌های مصنوعی در وسایل کمکی قلبی وجود دارند، حذف کند. روشن است که الحاق یک وسیله کمکی موثر و انرژی گیرنده از عضله اسکلتی به طیف وسایل کمکی قلبی که اکنون در حال تکامل هستند، سودمند خواهد بود.

مروری بر مقالات و شناسایی مشکلات ویژه ای که باید حل شوند

مروری وسیع بر مقالات، این نکته را آشکار ساخت که نظریه کاربرد عضله اسکلتی به منظور کمک به جریان خون، چندین دهه پیش بیان شده است. برای این منظور دو رویکرد توصیف گردیده، یک رویکرد، قسمتی از عضله اسکلتی را برای جایگزینی میوکارد تخریب شده و یا بزرگی بطن راست یا چپ هیپوپلازی شده، به کار می‌برد. این روش امروزه «کاردیومیوپلاستی دینامیک» نامیده می‌شود. رویکردی دیگر، عضله اسکلتی را به منظور فعال کردن پمپ وسیله کمکی به صورت سری یا موازی با قلب برای بهبود جریان خون بکار می‌برد. ارزیابی منتقدانه تجربیات گذشته، دو مشکل قلبی را بروز داد که لازم است قبل از این که هر شیوه‌ای کاربرد بالینی پیدا کند، در نظر گرفته شوند. مشکل اول خستگی عضله اسکلتی می‌باشد و مشکل دوم این است که در تحریک با یک محرک الکتریکی منفرد، پاسخ عضله اسکلتی در مقایسه با پاسخ عضله قلبی، مدت زمان انقباض کوتاه‌تر و وسعت کمتری دارد. هرچند ما گمان می‌کنیم که پیشرفت‌های اخیر در فیزیولوژی عضله و نیز دانش الکترونیک می‌تواند این مشکلات را قابل حل سازند.

فیزیولوژیست‌ها کشف کرده‌اند که تحریک الکتریکی ۱۰ هرتز برای ۶-۴ هفته می‌تواند تیپ دو فیبرهای عضلانی اسکلتی (Fast-Twich) را به تیپ یک (Fatigue-Resistant) تبدیل کند. این فیبرهای مقاوم در برابر خستگی، ممکن است مشکل اول را حل کنند؛ تراشه‌های کوچک و فن‌آوری رایانه ای نیز، امروزه ساخت محرک‌های الکترونیکی مینیاتوری قابل کاشت در بدن و قابل برنامه‌ریزی را برای حل مشکل دوم عملی ساخته‌اند.

پژوهش ما با روشنی بیشتر با کار بر روی تبدیل عضله برای مقاوم‌کردن آن، توسعه و ادامه پیدا کرد. این کار توسط Larry Stephenson , John Maconiak و همکارانشان در دانشگاه پنسیلوانیا، با همکاری Stanley Salmons، زیست‌شناس عضله و پیشقدم در تغییر شکل عضله در دانشگاه بیرمنگام (Birmingham)، انجام شد. ما از این محققین، شیوه تبدیل عضله و استفاده از آن برای مقاصد کمکی قلبی، به ویژه تقویت عملکرد بطن چپ را آموختیم، به طور همزمان این نظریه را دنبال کردیم که محرکی جدید که موج R قلب را حس کند، سیگنال را با تاخیر مناسب پردازش کند و انفجاری از تحریکات الکترونیکی، سلسله ضربانی (Pulse Train) را اضافه کند، می‌تواند مجموعه‌ای از انقباضات عضلانی را تولید، و آن را در جهت تطابق با مدت زمان و

www.SID.ir

Archive of SID

وسعت انقباض میوکارد تعدیل کند. این شیوه جبرانی برای این واقعیت خواهد بود که عضله اسکلتی حتی پس از تغییر شکل، شامل مجموعه ای از فیبرهای منفرد عضلانی واحدهای حرکتی است درحالیکه عضله قلبی یک سنسیسیوم است که در آن تمام سلول های عضلانی توسط صفحات فیبر عضلانی به یکدیگر مرتبط هستند. به منظور تاثیر همودینامیکی، تحریکات سلسله ضربانی باید به دقت در بخشی انتخابی از دوره قلبی وارد شوند.

مطالعات مقدماتی و الگوی حیوانی

برای ارزیابی امکان عملی بودن نظریات مذکور، ما با یک مهندس الکترونیک مشورت کردیم تا مشخصاتی را برای محرک سلسله ضربانی به منظور همزمانی با موج R در الکتروکاریوگرام، بیابد. سپس یک مولد آماده(مدل حجیم ۵۸۳۷ از شرکت **Medtronics** را به یک محرک **Interstate Electronics Corporation** که با کمترین هزینه از بنیاد قلب **Quebec** خریداری شده بود متصل کردیم که قابلیت مورد نظر را به دست آوریم.

برمبنای اندازه و نیز در دسترس بودن، سگ به عنوان مدل انتخاب شد. محرک جدید با به کارگیری عضله رکتوس (**Rectus Muscle Pouch**) آزمایش گردید و توانست اثر مورد انتظار را ایجاد کند سپس با رویکرد کاردیومیوپلاستی به منظور تقویت عملکرد بطن چپ به کار گرفته شد. عملکرد ایزومتریک بطن چپ با قطع و وصل کردن محرک سلسله ضربانی طی عمل بای‌پس قلبی ریوی، توسط یک بالون اندازه گیری داخل بطنی ارزیابی شد. این طرح **On-off** از این جهت سودمند بود که اندازه نمونه مورد نیاز را جهت مطالعه کاهش داد.

گزارش ابتدایی در مورد مفهوم تحریک سلسله ضربانی، برمبنای زمان دوره ای قلبی در ۱۹۸۰ منتشر شد. همچنین اثر تحریک همزمان عضله اسکلتی پیوند شده برای ترمیم عضله قلب در ۱۹۸۴ گزارش داده شد. در سال ۱۹۸۵ امکان عملی بودن تغییر شکل عضله اسکلتی به منظور مقاوم ساختن آن در برابر خستگی، جهت کمک به عضله قلب و انرژی‌زایی به یک بطن فرعی، توصیف شد.

برای بدست‌آوردن حداکثر کشش عضلانی پیش از انقباض و در نتیجه یافتن نیروی انقباض قوی (قانون فرانک ـ استارلینگ) یک پمپ بالونی خارجی آئورتی را به عنوان عملی‌ترین طرح برای وسیله کمکی خود که از عضله استکلتی انرژی دریافت می‌کند، انتخاب کردیم. از لحاظ همودینامیکی، تقویت قابل ملاحظه دیاستولیک طی مطالعه روی سگ به انجام رسید و در ۱۹۸۵ گزارش داده شد و اصلاحات بیشتری نیز در سالهای بعد به عمل آمد.

پیشرفت و تعامل با سایر نظام‌ها

طی این طرح، ما با متخصصین گوناگون در زمینه فیزیولوژی عضله و فن‌آوری الکترونیک تعامل داشتیم. در سال ۱۹۸۵ همایشی که تحت حمایت انجمن نور و الکترونیک برگزار شد، برای اولین‌بار توانست گروههایی بین المللی پژوهشگران را در این زمینه در کنار هم گردآورد و برخورد آنها را هم تسهیل کند. برای ادامه توضیح پدیده تغییر شکل عضله، ما با **David Lanuzzo**، متخصص بیوشیمی عضله در دانشگاه یورگ (**York**) در تورنتوی کانادا، طی یک پژوهش د رمورد تغییر در بیان فنوتیپ ژن‌ها در حین تغییر شکل (**Transformatioin**)، تفاوت گونه‌ها و اثرات شاخص تحریکات گوناگون همکاری کردیم، تصور ما از تغییر شکل کاری، که به دنبال تغییر شکل عضلانی هنگام دستیابی به مقدار کار همودینامیک بدست می‌آمد، هم در آزمایشگاه و هم در بالین بیمار مورد پذیرش قرار گرفت.

ما طی موارد مذکور، همچنین با مهندسان الکترونیک و وسایل شرکت **Medtronics** در مینیاپولیس (**Minneapolis**)، ماساچوست (**Maastricht**) و هلند، برخورد کردیم. مهندسان این شرکت پیشرو در ساخت دستگاه عظیم ضربان (**Pace Maker**)، نمونه اصلی محرک ما را ارتقاء دادند و حجم آن را کوچک کردند، به طوریکه هم اکنون یک محرک انفجاری همزمان (**Synchronized Burst stimulator**) و قابل کاشت در بدن (مدل **Medtronics SP 1005**) که اولین نمونه در نوع خود است، تحت آزمون بالینی قرار دارد.

همچنین به منظور گسترش قابلیت محرک برای سیستم‌های ضربان‌ساز متقابل که از عضله انرژی دریافت می‌کند، به عنوان مشاوران شرکت **Medtronics** در طرح آنها برای تکامل نسل جدیدی از دستگاه تنظیم ضربان "**Prometheys**"، که هم اکنون در

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایشگاه‌ها در حال بررسی است، همکاری کردیم. بنابراین همگام با پیشرفت طرح، کسب تخصص‌های لازم از منابع دانشگاهی و صنعتی لازم است.

از بالین بیمار تا آزمایشگاه و برعکس

مشکل بالینی که برای تحقیق برگزیدیم، در آزمایشگاه مورد بررسی قرارگرفت. مکانی که عملی بودن استفاده از وسایل کمکی قلبی که از عضله انرژی دریافت می‌کنند، در آن نشان داده شد. در حال حاضر سعی می‌کنیم که این نتایج را دوباره به بیماران منتقل نماییم.

ما عمل کاردیومیوپلاستی دینامیک را به طور بالینی با کشیدن عضله لاتیسیموس دورسی (Latissimus doris) به دور قلب نارسای بیمار و تحریک آن برای انقباض طی سیستول انجام دادیم. روس ویلیامز (Bruce Williams) جراح ترمیمی مجرب در زمینه فلاپ‌های عضلانی و نیز جان بورگز (Johm Burgess) متخصص برجسته قلب و هماهنگ‌کننده انتخاب بیماران و مطالعات قبل و بعد از عمل در این مرحله از کنش متقابل عمودی این طرح، به ما ملحق شدند.

تا سال۱۹۹۵، بیش از۵ نفر در سراسر جهان تحت عمل کاردیومیوپلاستی دینامیک قرارگرفتند. درحالیکه مطالعه آینده‌نگر تصادفی و دقیق تحت پروتکل FDA، در آمریکای شمالی در جریان می‌باشد، کاربرد محرک‌های عضله قلبی (Cardiomyostimulator) برای این عمل، هم اکنون جهت استفاده بالینی در اروپا به تصویب رسیده است. با ورود روش کاردیومیوپلاستی در کتب مربوط به جراحی بزرگسالان. این رویکرد هم اکنون وارد جریان اصلی درمان جراحی شده است. با افزایش تعداد پژوهشگران و شرکت‌های متخصص در زمینه ساخت وسایل مکانیکی قلبی و قلب مصنوعی که به سوی روش تغییر شکل عضله اسکلتی به عنوان منبع انرژی موجود روی آورده‌اند، پژوهش‌های بیشتر و امکان اجرای بالینی آن طی دهه‌ای که در پیش است، قابل انتظار می‌باشد.

نقش دانشمندان جراح

« محقق جراحی یک پل حساس است »

Francis D. Moore, 1958

در چنین طرحهایی، دانشمندان جراح می‌توانند نقشی بی‌نظیر را در هماهنگی گروهی چند نظامی (Multidisciplinary) ایفاکنند و اطلاعات را از بالین بیمار به آزمایشگاه و برعکس منتقل نمایند. با این وجود مشکلاتی که جراحان دانشمند با آنها برخورد کرده‌اند، از مدتها قبل احساس شده است. نقل می‌شود که سالهای قبل، یعنی در ۱۹۵۸، Francis D.Moore اظهار داشته است:

«محقق جراحی یک پل حساس است که دانش و معلومات را از علم زیست شناسی تا بالین و برعکس هدایت می‌کند. او خاستگاه خود را از هر دو انتهای پل ردیابی می‌کند. بنابراین موجودی دو رگه است. همه او را اینگونه می‌نامند کسانی که در انتهای پل هستند، می‌گویند که او دانشمند خوبی نیست و آنها که در انتهای دیگر پل هستند، می‌گویند که او به اندازه کافی وقت خود را در اتاق عمل صرف نمی‌کند. اگر او شخصا تمایل داشته باشد که با دشنام زندگی کند، می‌تواند کار خود را به نحو موثری ادامه دهد.»

در آخرین دهه از قرن حاضر، این وضعیت دشوار که دانشمندان جراح با آن روبرو بوده‌اند، بسیار شدیدتر شد، به طوری که هم‌اکنون آنها گونه‌هایی در معرض خطر انقراض بوده و با امکان نابودی روبرو هستند. این موقعیت بستگی به میزان پیشرفت و توسعه در شماری از حوزه‌ها در هر دو طرف پل دارد. بحران‌های هزینه مراقبت بهداشتی در بسیاری از کشورها، جراحان را وادار به انجام کار بالینی بیشتر با درآمد کمتر می‌کند و آنها را از داشتن زمان لازم برای تحقیق محروم می‌سازد و از درآمدهای بالینی بخش جراحی که برای حمایت از پژوهش‌های جراحی بکار می‌رود، می‌کاهد. محدودیت پشتوانه مالی تحقیقات، رقابت بی‌رحمانه برای

www.SID.ir

Archive of SID

پذیرفتن پژوهش و پیشرفت سریع در تقاضای علم را، در تحقیقات افزایش می‌دهد. سهم دانشمندان جراح از اعتبار ملی تحقیقات رو به کاهش است و بسیاری از آنها ناچار شده اند که به کارهای بالینی روی آورند.

برای مبارزه با این روند نگران‌کننده؛ باید کوشش‌هایی در جهت تربیت جراحان جوان برای پژوهش و افزایش توانایی آنها در رقابت در مورد گرفتن اعتبارات تحقیقاتی به عمل آید. در کالج سلطنتی پزشکان و جراحان کانادا، یک برنامه دانشمند پزشک به تصویب رسیده است که طی آن دستیاران جراحی می‌توانند به تدریج به عنوان دانشمندان بالینی آینده آموزش داده شوند. همایش‌هایی برای ارتقاء توانایی جذب اعتبارات تحقیقاتی با حمایت بسیاری از سازمان‌های جراحی در سطح مطلوبی برگزار می‌شوند؛ با این حال اگرچه این مسئله اهمیت دارد ولی این تلاش‌ها مانند تلاش های مربوط به افزایش گونه‌ها، هنگامی‌که این موجودات تازه پرورش یافته به محیط وحشی باز می‌گردند، تضمین نمی‌کنند. حیات آنها بستگی به فراهم بودن زیستگاه مناسب آنها و بعلاوه سازگاریشان با محیط زیست تغییر یافته، دارد. زیستگاه مناسب دانشمندان جراح باید توسط بخش جراحی ایجاد شود. به دلیل این که چنین کاری زمان زیادی را می‌طلبد، برای یک جراح بسیار مشکل است که هم بتواند به تحقیقات گسترده خود ادامه دهد و هم در میدان کسب اعتبارات به رقابت بپردازد. استراتژی بخش و دپارتمان می‌تواند تقسیم کننده خدمات دانشگاهی، یعنی مراقبت از بیمار و آموزش و تحقیق بین اعضای خود باشد. به جای آن که هر عضو انتظار داشته باشد که هر سه هدف را با هم به انجام برساند. جراحان مستعد و به خوبی تعلیم دیده، باید انتخاب شوند و از هر دو نظر یعنی وقت مورد نیاز مطالعه و درآمد مالی حمایت گردند. مخصوصا مورد اخیر را می‌توان با استفاده از روشهایی مانند کمک بلاعوض تحصیلی، اعتبارات راکد، یا یک طرح علمی بالینی ـ دانشگاهی به انجام رساند. بررسی دوره‌ای و حمایت‌کننده اعضای بخش، می‌تواند ضمانتی برای تداوم بهره‌وری آنها در زمینه تحقیق باشد. بعضی از گروه‌های آموزشی و بخش‌ها، سعی دارند تا بهره‌وری را با سیستم‌های نشانگر، آن هم به شکل کمی بررسی نمایند. درحالیکه میزان بالای این نشانگرها، همانند حجم بالای اوراق و مقالات انتشار یافته (که براساس کمیت است، نه کیفیت) خود در تقابل عمده‌ای با میزان اعتبار و ارزش این سازماندهی قرار دارد. از این رو، یک سیستم مرور دقیق بهره‌وری، مشابه آنچه که موسسات اعطاء کننده بودجه‌های پژوهشی و کمیته‌های ترویجی بکار می‌گیرند، قابل قبول‌تر است. از طرف دیگر دانشمندان جراح باید هم برروی کارهای بالینی و هم بر فعالیت‌های تحقیقی خود تمرکز یابند، تا بتوانند از یک طرف مهارت بالینی مورد نظر را به دست آورده و از سوی دیگر به محتوا و عمق تحقیق دست یابند. روشن است که زندگی یک جراح دانشگاهی، همان‌قدر که دشوار و پرزحمت است، مهیج نیز هست. در کدام یک از سایر مشاغل شما می‌توانید به خشنودی انسانی از درمان بیماری، خشنودی هنرمندانه از جراحی، خشنودی علمی از یک تحقیق و یا خشنودی حرفه‌ای از آموزش بسیاری از مردم برسید؟

نتیجه گیری

یک طرح پژوهشی جراحی، می‌تواند توسط یک پژوهشگر اصلی، آغاز، هدایت و هماهنگ شود. او آزادانه، با متخصصان مورد نیاز مشورت می‌کند و برای دستیابی به موفقیت طرح با همکارانش ارتباط متقابل برقرار می‌کند. چنین تشریک مساعی می‌تواند طی رویکرد «کنش متقابل افقی» انجام گیرد که در آن گروه تحقیقاتی تنوعی از تخصص‌ها در زمینه‌های گوناگون است و یا می‌تواند طی رویکرد «کنش متقابل عمودی» صورت‌پذیرد که در آن متخصصان همگام با پیشرفت طرح مورد مشورت و دعوت قرار می‌گیرند. در ضمن؛ رویکردهای عمودی و افقی می‌توانند همزمان در یک طرح بزرگ بکارگرفته شوند. با وجود گسترش مبالغه‌آمیز علم و فن‌آوری، توانایی ارتباط و امید به همکاری تبدیل به ارکان مهم رفتاری در یک جراح محقق می‌شود. یک دانشمند جراح به تنهایی برای ایجاد پلی بین بیمار و آزمایشگاه و یا بین پزشکان و دانشمندان علوم پایه مناسب است.

تفسیر

این فصل نمونه‌ای از برنامه سازماندهی شده برای تحقیق جراحی را شرح می‌دهد که بر مبنای یک مشکل عمومی بالینی پیش‌رفته است. ری‌چین (Ray Chin) دانشمند و جراح قلب و عروق شناخته شده است. او در مواجهه با مشکل نارسایی قلبی رویکردی مبتنی‌بر این فرضیه ارائه کرد، که یک منبع انرژی درونی یعنی عضله اسکلتی به گونه‌ای سازگار شود که یک وسیله کمکی قلبی موثر باشد. این تصور نیاز به استخدام دانشمندان علوم پایه با تخصص در زمینه تغییر شکل عضله داشت و به علاوه مجموعه‌ای از مهندسین، که بتوانند فن‌آوری دستگاه تنظیم ضربان قلب (Pacing) را برای بکارگیری عضله جهت کار دائمی توسعه دهند، مورد

www.SID.ir

Archive of SID

نیاز بود. هنگامی که پیشرفت برنامه به کاربرد بالینی نزدیک شد، یک متخصص برجسته قلب و عروق و یک جراح ترمیمی به گروه اضافه شدند. همکاری متخصصین صنعتی و تعدادی دانشمند علوم پایه نیز، برای رسیدن به نتیجه مطلوب مورد نیاز بود.

طرح هم اکنون تحت آزمون بالینی است و در حال حاضر بیش از ۵۰۰ بیمار تحت عمل جراحی کاردیومیوپلاستی دینامیک قرارگرفته‌اند. همچنان که تکنیک به سمت کاربرد بالینی و عمومی پیش می‌رود. چندین مشکل جدید ظاهر شده است، که نیاز به بازگشت به آزمایشگاه و استخدام و بکارگیری پژوهشگران جدید دارد. این فصل نمونه‌ای از رویکرد عمودی، در یک طرح تحقیقاتی در زمینه بیماری‌های قلبی عروقی را بیان می‌کند و تصویری عالی از مفهوم دانشمند جراح را ارائه می‌نماید، که اولین بار توسط فرانسیس‌مور(Francis D. Moor) به عنوان «پل حساس» نامیده شد.

www.SID.ir