

قلب مصنوعی چگونه کار می‌کند؟

قلب مانند موتوری است که همه اعمال بدن را به کار می‌اندازد. به عبارت دیگر، قلب یک پمپ عضلانی است که جریان خون و اکسیژن را به ریه‌ها و سایر نقاط بدن می‌رساند.



قلب مانند موتوری است که همه اعمال بدن را به کار می‌اندازد. به عبارت دیگر، قلب یک پمپ عضلانی است که جریان خون و اکسیژن را به ریه‌ها و سایر نقاط بدن می‌رساند. قلب انسان روزانه حدود ۲۰۰۰ گالن خون پمپاژ می‌کند. اگر از آن بدرستی محافظت نشود، مثل هر موتور دیگری خراب خواهد شد. به شرایطی که در آن پمپاژ قلب ناکارآمد است، نارسایی قلبی گفته می‌شود. تا چندی پیش، بیماران مبتلا به نارسایی‌های شدید قلبی فقط در صورت پیوند قلب شانس ادامه زندگی داشتند. سالیانه کمی بیشتر از ۲۰۰۰ پیوند قلب در ایالات متحده انجام می‌شود، یعنی این که ده‌ها هزار نفر از کسانی که در انتظار قلب اهدایی هستند جان خود را از دست می‌دهند. در یازدهم تیر ۱۳۸۰ آبیوکور (AbioCor)، اولین قلب مصنوعی کاملاً مستقل به جای قلب طبیعی پیوند زده شد. این عمل جراحی در لوئیزویل، در ایالت کنتاکی آمریکا، انجام شد و امید به زندگی بیماران نارسایی قلبی را تا دو برابر افزایش داد.

در این جا، نگاهی به طرز کار قلب مصنوعی آبیوکور می‌اندازیم. خواهیم دید که آن را چگونه داخل قفسه سینه بیمار کار می‌گذارند و چه کسانی می‌توانند نامزد دریافت قلب‌های مکانیکی باشند. هم‌چنین، آبیوکور را با دیگر نمونه‌های قلب مصنوعی که در گذشته ناکارآمد بوده‌اند، مقایسه می‌کنیم.

قلب هیدرولیکی

تعداد ضربان قلب یک انسان بالغ به طور متوسط بین ۶۰ تا صد بار در دقیقه است. انقباض قلب شامل دو مرحله است: در مرحله اول، دهلیز راست و چپ همزمان منقبض می‌شوند و خون را به بطن‌های راست و چپ می‌فرستند؛ در مرحله دوم، بطن‌ها همزمان منقبض می‌شوند و خون را به خارج از قلب می‌فرستند. سپس، ماهیچه قلب به حالت استراحت فرومی‌رود تا مجدداً از خون پر شود. در قلب آبیوکور هر دو دهلیز در یک زمان خون‌رسانی می‌کنند، اما قلب مصنوعی‌ای که جایگزین بطن‌ها می‌شود فقط می‌تواند خون را در هر زمان جداگانه از بطن‌ها خارج کند. بنابراین، ابتدا خون را به ریه‌ها و بعد به دیگر نقاط بدن می‌فرستد. در صورتی که یک قلب طبیعی خون را همزمان از دو بطن خارج می‌کند. آبیوکور قادر است بیشتر از ده لیتر خون در دقیقه پمپاژ کند که برای فعالیت‌های روزمره کافی است.

آبیوکور یک دستگاه پزشکی بسیار پیچیده است که طرز کار آن بر پایه پمپ هیدرولیکی قرار دارد این دستگاه مایع هیدرولیکی را از سمتی به سمت دیگر هدایت می‌کند. اجزای سازنده این دستگاه عبارتند از:

– پمپ هیدرولیکی

اساس کار این قسمت شبیه پمپ‌های هیدرولیکی است که در تجهیزات سنگین به کار می‌روند. نیرو از یک نقطه توسط مایع هیدرولیکی به نقطه دیگر انتقال داده می‌شود. چرخ دنده داخل پمپ برای ایجاد فشار ده هزار بار در دقیقه می‌چرخد.

– دریچه انتقالی

باز و بسته شدن این دریچه باعث می‌شود مایع هیدرولیکی از یک سمت قلب مصنوعی به سمت دیگر جریان پیدا کند. وقتی مایع به سمت راست حرکت می‌کند، خون از طریق یک بطن مصنوعی به داخل ریه‌ها پمپاژ می‌شود و وقتی که مایع به سمت چپ حرکت می‌کند، خون‌رسانی به دیگر نقاط بدن انجام می‌شود.

– سیستم انتقال انرژی بی‌سیم

این سیستم که به آن سیستم انتقال انرژی از راه پوست (TET) نیز گفته می‌شود، شامل دو کوئل (سیم پیچ) داخلی و خارجی است. انرژی به وسیله نیروی مغناطیسی از یک باتری خارجی به آن سمت پوست بدون هیچ آسیب سطحی انتقال داده می‌شود. کوئل داخلی انرژی انتقالی را دریافت می‌کند و آن را به باتری داخلی و دستگاه کنترل‌کننده می‌فرستد.

– باتری داخلی

یک باتری قابل شارژ در داخل شکم بیمار کار گذاشته می‌شود. این باتری داخلی به بیمار اجازه می‌دهد ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بسته باتری اصلی را برای انجام فعالیت‌هایی مثل دوش گرفتن از خود جدا کند.

– باتری خارجی

این باتری روی یک کمربند ولکرو (Velcro) قرار دارد و به دور کمر بیمار بسته می‌شود. هر باتری قابل شارژ حدود چهار تا پنج ساعت کار می‌کند.

– کنترل‌کننده

این دستگاه الکترونیکی کوچک روی دیواره شکم بیمار کار گذاشته می‌شود و سرعت پمپاژ قلب را کنترل می‌کند. قلب آبیوکور از تیتانیوم و پلاستیک ساخته شده است و به چهار نقطه از بدن متصل می‌شود:

– دهلیز راست

- دهلیر چپ

- آئورت

- سرخرگ ریوی

مجموعه این سیستم حدود 900 گرم وزن دارد.

عمل جراحی هفت ساعته

عمل جراحی قلب آبیوکور بسیار حساس است. جراحان نه تنها باید بطن های راست و چپ قلب طبیعی را قطع و خارج کنند، بلکه می بایست یک جسم خارجی را داخل قفسه سینه بیمار کار بگذارند. بیمار باید به دستگاه قلب - ریه وصل و سپس از آن جدا شود. این جراحی به صدها بخیه نیاز دارد تا قلب به بطن های مصنوعی محکم شود. پیوندها (grafts) آبیوکور را به بقیه قسمت های قلب طبیعی متصل می کنند. پیوندها یک نوع بافت ترکیبی هستند که برای اتصال عضو مصنوعی به بافت طبیعی بیمار استفاده می شوند.

دکتر رابرت داوولینگ از دانشگاه لوئیزیولا مراحل جراحی را این طور توضیح می دهد:

۱. کوئل انتقال دهنده انرژی داخل شکم بیمار کار گذاشته می شود.
۲. استخوان سینه شکافته و بیمار به دستگاه قلب - ریه وصل می شود.
۳. بطن های راست و چپ قلب طبیعی قطع می شوند. دهلیرهای راست و چپ، آئورت و سرخرگ ریوی دست نخورده باقی می مانند. این قسمت از جراحی به تنهایی دو تا سه ساعت طول می کشد.
۴. کاف های دهلیری (cuffs atrial) به دهلیرهای راست و چپ دوخته می شوند.
۵. یک مدل پلاستیکی داخل قفسه سینه کار گذاشته می شود تا محل دقیق کاشت قلب مصنوعی مشخص شود.
۶. پیوندها در اندازه های مناسب برش زده و به آئورت و سرخرگ ریوی وصل می شوند.
۷. آبیوکور داخل قفسه سینه کار گذاشته می شود. از اتصالات سریع برای اتصال قلب مصنوعی به سرخرگ ریوی، آئورت و دهلیرهای راست و چپ استفاده می شود.
۸. تمام هوای داخل دستگاه خالی می شود.
۹. بیمار از دستگاه قلب - ریه جدا می شود.
۱۰. تیم پزشکی از عملکرد صحیح قلب مطمئن می شوند.

متخصصین شرکت سازنده آبیوکور که آبیومِد (Abiomed)، نام دارد می گویند در خوش بینانه ترین حالت ممکن، بیمار می تواند حداکثر تا شش ماه با قلب آبیوکور زندگی کند. این دستگاه طول عمر بیمارانی را که پیش از این فقط یک ماه امید به زندگی داشتند دو برابر کرده است.

رابرت تولز، اولین بیمار پیوند قلب مصنوعی در لوئیزیولا هم اکنون درگذشته است. ده ها بیمار قلبی مثل او نیز که تحت همین عمل جراحی قرار گرفتند جان خود را از دست داده اند. اما دریافت کنندگان قلب آبیوکور به طور متوسط تا پنج ماه بعد از عمل پیوند زنده می مانند. قیمت قلب مصنوعی آبیوکور حدود 70 تا صد هزار دلار (یعنی حدود 240 تا 345 میلیون تومان) است.

بیمارترین بیمارها

لامان گری می گوید کسانی که بیماری آنها مزمن تر است در اولویت خواهند بود. سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) و شرکت آبیومِد پارامترهایی را برای دریافت کنندگان اولیه این قلب مصنوعی تعیین کرده اند:

- به نارسایی قلبی مرحله پایانی مبتلا باشند.

- امید به زندگی آنها کمتر از ۳۰ روز باشد.

- داوطلب پیوند قلب طبیعی نباشند.

- راه درمان دیگری برای آنها وجود نداشته باشد.

این دستگاه به اندازه یک گریپ فروت است و برای این که مشخص شود آیا داخل قفسه سینه بیمار جا می گیرد یا نه، باید از قفسه سینه عکس اشعه ایکس و سی تی اسکن تهیه شود. سپس پزشکان از یک برنامه رایانه ای کمک می گیرند تا قلب آبیوکور را جایگزین قلب طبیعی در قفسه سینه کنند. اگر برنامه رایانه ای نشان دهد که دستگاه بدرستی در محل صحیح قرار می گیرد، آن بیمار می تواند قلب مصنوعی آبیوکور را دریافت کند.

اکنون، بین دو تا سه میلیون نفر در آمریکا از نارسایی قلبی رنج می برند و هر سال حدود ۴۰ هزار نفر از آنها درمان می شوند. بر اساس گزارش مؤسسه ملی قلب، ریه و خون (NHLBI)، نارسایی قلبی سالانه عامل ۳۹ هزار مورد مرگ و میر است. بیشتر مبتلایان به نارسایی های قلبی اگر تحت درمان قرار بگیرند می توانند تا حدود پنج سال شانس ادامه زندگی داشته باشند و در بیشتر موارد باید قلب پیوندی دریافت کنند.

در سال ۲۰۰۳، فقط در ایالات متحده ۲۱۴۳ عمل جراحی پیوند قلب انجام شد. متأسفانه، هر سال هزاران نفر در انتظار قلب اهدایی جان خود را از دست می دهند. پزشکان همواره سعی می کنند عموم مردم را به اهدای عضو بیماران مرگ مغزی تشویق کنند، اما آبیوکور می تواند به کسانی که شرایط پیوند قلب طبیعی را ندارند یا این که در فهرست انتظار هستند، زندگی دوباره ببخشد.

نخستین تجربه ها

جارویک - ۷ (Jarvik-7) نخستین دستگاهی بود که انتظار می رفت جایگزین دائم قلب طبیعی باشد. در سال 1361، عمل

جراحی پیوند جارویک - ۷ توسط دکتر ویلیام دوریز در دانشگاه یوتا در ایالات متحده انجام شد. بیمار دریافت کننده قلب مصنوعی یک دکتر دندانپزشک از سیاتل بود.

دکتر بارنی کلارک تا ۱۱۲ روز پس از انجام پیوند زنده ماند سپس به علت مشکلات ناشی از دستگاه جان خود را از دست داد.

جارویک - ۷ را ویلیام کلف و دن السین طراحی کردند. برخلاف آبیوکور که یک قلب مستقل است، جارویک - ۷ از چند سیم خارجی تشکیل شده بود که از داخل بدن بیمار عبور می کردند و به یک دستگاه خارجی بزرگ وصل می شدند. این سیم های بیرون زده باعث ایجاد عفونت های مختلف در کلارک شدند.

چهار بیمار دیگر نیز جارویک - ۷ را دریافت کردند، اما استفاده از این قلب مصنوعی به علت عوارض جبران ناپذیر نظیر سکتة متوقف شد. علاوه بر این، جارویک - ۷ دارای اشکالات فنی هم بود و بدرستی در بدن بیمار قرار نمی گرفت. مدل اصلاح شده جارویک - ۷ اکنون با عنوان قلب مصنوعی کاردیووست (CardioWest) شناخته می شود. البته، موارد استفاده از آن فقط محدود به مطالعات آزمایشگاهی است و به منظور یک ابزار تحقیقاتی به کار می رود.

Howstuffworks / مترجم: صدف دژآلود