



Özel, 3D baskılı kalp kopyaları tıpkı gerçek gibi görünüyor. Yumuşak robotik modeller hastaya özeldir ve klinisyenlerin bir birey için en iyi implantı belirlemesine yardımcı olabilir.

Hiçbir Kalp Aynı Şekilde Atmaz

Gaye Ezgi Yılmaz ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

Hiçbir kalp aynı şekilde atmaz. Kalbin boyutu ve şekli bir kişiden diğerine değişebilir. Bu farklılıklar, kalp hastalığıyla yaşayan insanlar için özellikle belirgin olabilir, çünkü kalpleri ve ana damarları, tehlikeye giren herhangi bir işlevin üstesinden gelmek için daha çok çalışır.

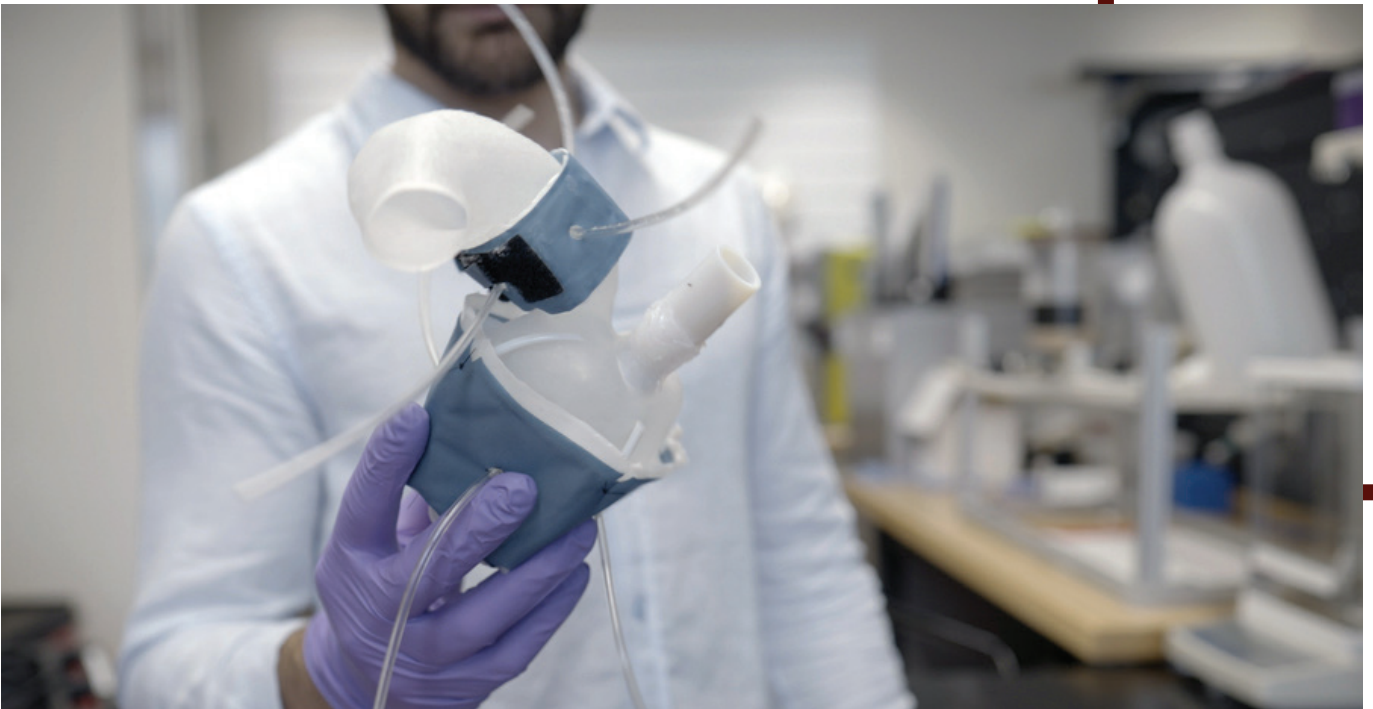
MIT mühendisleri, özel bir robotik kalp ile doktorların tedavileri hastaların özel kalp formuna ve işlevine göre uyarlamasına yardımcı olmayı umuyor. Ekip, bir hastanın kalbinin yumuşak ve esnek bir kopyasını 3D yazdırmak için bir prosedür geliştirdi. Ardından, hastanın kan pompalama yeteneğini taklit etmek için kopyanın hareketini kontrol edebilirler.

Prosedür, önce bir hastanın kalbinin tıbbi görüntülerini üç boyutlu bir bilgisayar modeline dönüştürmeyi içerir; araştırmacılar daha sonra bu modeli polimer bazlı bir mürekkep kullanarak 3 boyutlu olarak yazdırabilir. Sonuç, tam olarak hastanın kendi kalbi şeklinde

yumuşak, esnek bir kabuktur. Ekip ayrıca bu yaklaşımı bir hastanın aortunu yazdırmak için de kullanabilir.

Ekip, kalbin pompalama hareketini taklit etmek için baskılı kalp ve aortun etrafını saran tansiyon manşonlarına benzer kılıflar üretti. Her bir manşonun alt tarafı, tam olarak desenli baloncuklu sargıyı andırır. Manşon bir pnömatik sisteme bağlandığında, araştırmacılar dışarı akan havayı manşonun baloncuklarını ritmik olarak şişirecek ve pompalama hareketini taklit ederek kalbi kasacak şekilde ayarlayabilir.

Araştırmacılar ayrıca damarı daraltmak için baskılı bir aortu çevreleyen ayrı bir manşonu şişirebilirler. Bu daralmanın, aort kapağının daraldığı ve kalbin vücutta kanı zorlamak için daha fazla çalışmasına neden olduğu bir durum olan aort darlığını taklit edecek şekilde ayarlanabileceğini söylüyorlar.



BÜTÜN KALPLER FARKLIDIR

Doktorlar genellikle aort darlığını, aortun doğal kapağını genişletmek için tasarlanmış sentetik bir kapağı cerrahi olarak implante ederek tedavi ederler.

Ekip gelecekte, doktorların potansiyel olarak yeni prosedürlerini önce bir hastanın kalbini ve aortunu yazdırmak için kullanabileceklerini, ardından hangi tasarımın o hasta için en iyi işlevi ve uyumu sağladığını görmek için basılı modele çeşitli kapakçıklar yerleştirebileceklerini söylüyor. Kalp kopyaları, araştırma laboratuvarları ve tıbbi cihaz endüstrisi tarafından çeşitli kalp hastalığı türleri için tedavileri test etmek için gerçekçi platformlar olarak da kullanılabilir.

MIT-Harvard Sağlık Bilimleri ve Teknolojisi Programı'nda yüksek lisans öğrencisi olan Luca Rosalia, "Bütün kalpler farklıdır." diyor. "Özellikle hastalık olduğunda farklılıklar çok büyük. Sistemimizin avantajı, sadece bir hastanın kalbinin şeklini değil, aynı zamanda hem fizyoloji hem de hastalığına ilişkin işlevini de yeniden yaratabilmemizdir."

Ocak 2020'de makine mühendisliği profesörü Ellen Roche liderliğindeki ekip üyeleri, gerçek çarpan bir kalbin kasılmalarını taklit etmek için kontrol edebilecekleri küçük, şişirilebilir silindireler içeren sentetik kâstan yapılmış bir kalbin genel bir kopyası olan "biyrobotik hibrit kalp" geliştirdiler.

Bu çabalardan kısa bir süre sonra, Covid-19 salgını, Roche'un laboratuvarını ve kampüsteki diğer laboratuvarların çoğunu geçici olarak kapatmaya zorladı. Rosalia yılmadan evinde kalp atışlarını hızlandıran tasarımı değiştirmeye devam etti.

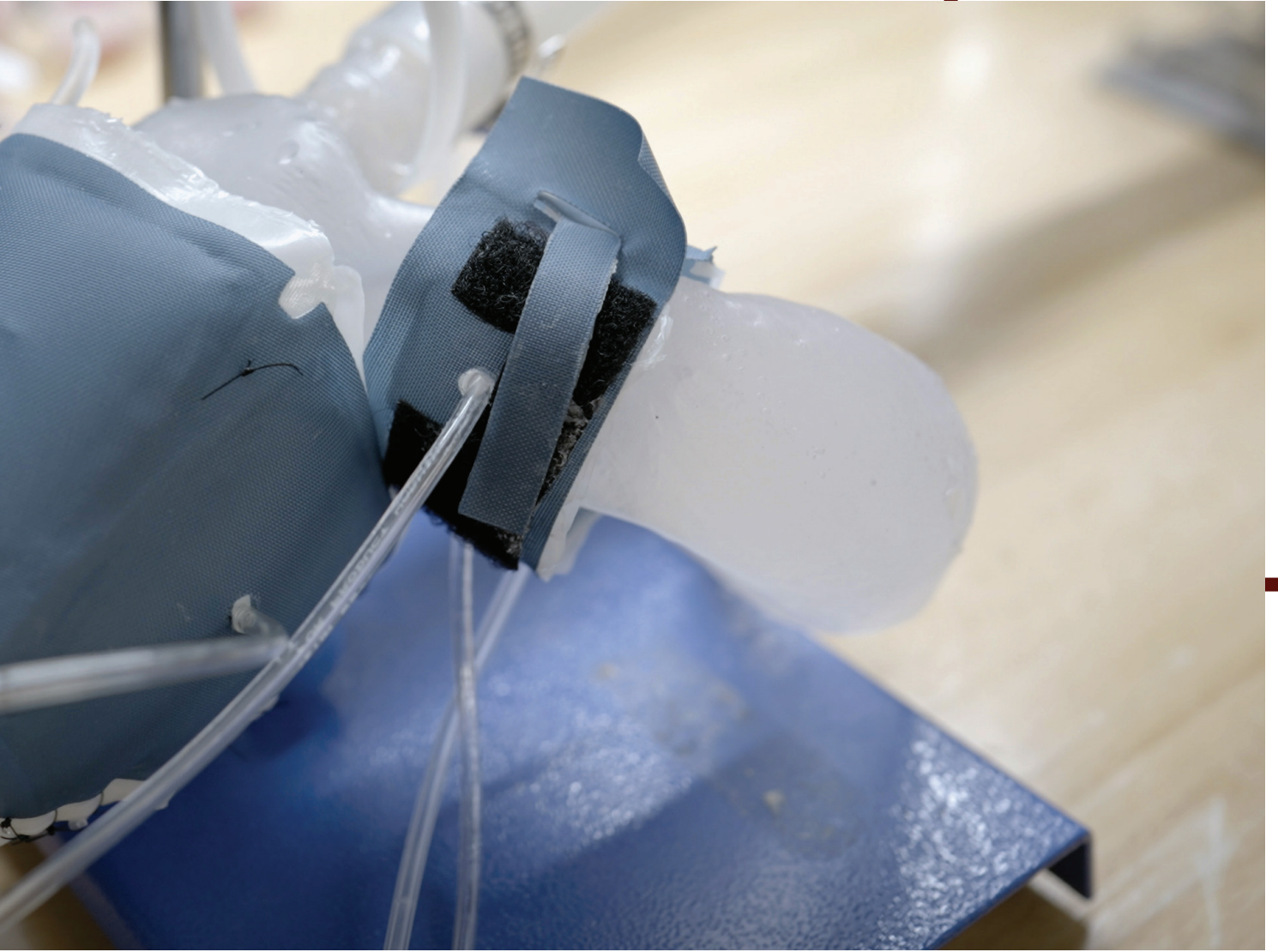
Aylar sonra laboratuvar yeniden açıldı ve ekip, hayvan ve bilgisayar modellerinde test

ettikleri kalp pompalama kılıfının kontrolünü iyileştirmek için çalışmalarına kaldığı yerden devam etti. Daha sonra, bireysel hastalara özgü kılıflar ve kalp kopyaları geliştirmek için yaklaşımlarını genişlettiler. Bunun için 3D baskıya yöneldiler.

Yeni çalışmada ekip, gerçek hastaların kalplerinin özel kopyalarını üretmek için 3D baskıdan yararlandı. Basıldıktan sonra gerçek bir atan kalbe benzer şekilde sıkışıp esneyebilen polimer bazlı bir mürekkep kullandılar.

Araştırmacılar, kaynak materyal olarak aort darlığı teşhisi konan 15 hastanın tıbbi taramalarını kullandılar. Ekip, her hastanın görüntülerini hastanın sol ventrikülünün (kalbin





ana pompa odası) ve aortunun üç boyutlu bir bilgisayar modeline dönüştürdüler. Hem ventrikül hem de damarın yumuşak, anatomik olarak doğru bir kabuğunu oluşturmak için bu modeli bir 3D yazıcıya beslediler.

Ekip ayrıca basılı formları sarmak için kılıflar da üretti. Her bir kılıfın ceplerini öyle uyarladılar ki, ilgili formlarına sarıldığında ve küçük bir hava pompalama sistemine bağlandığında, manşonlar, basılı modelleri gerçekçi bir şekilde daraltmak için ayarlanabildi.

Araştırmacılar, her model kalp için, daha önce her bir hastada ölçülen aynı kalp pompalama basınçlarını ve akışlarını doğru bir şekilde yeniden oluşturabileceklerini gösterdi.

Roche, "Hastaların akışlarını ve baskılarını karşılayabilmek çok cesaret vericiydi." diyor.

"Yalnızca kalbin anatomisini yazdırmıyoruz, aynı zamanda mekaniğini ve fizyolojisini de kopyalıyoruz. Bizi heyecanlandıran kısım da bu."

Ekip bir adım daha ileri giderek, basılı kalp ve damarın aynı şekilde yanıt verip vermediğini görmek için birkaç hastanın uyguladığı bazı müdahaleleri tekrarlamayı hedefledi. Bazı hastalara aortu genişletmek için tasarlanmış kapak implantları verildi. Roche ve meslektaşları, her hastadan sonra modellenen baskılı aortlara benzer kapakçıklar yerleştirdiler. Basılı kalbi pompalamak için etkinleştirdiklerinde, implante kapağın, cerrahi implantlarını takiben gerçek hastalarda olduğu gibi benzer şekilde iyileştirilmiş akışlar ürettiğini gözlemlədiler.

Son olarak ekip, hangisinin en iyi uyum ve akışla sonuçlanacağını görmek için farklı boyutlardaki implantları karşılaştırmak üzere harekete geçirilmiş baskılı bir kalp kullandı.

Nihayetinde Roche, hastaya özel kopyaların, benzersiz ve zorlu kardiyak geometrilere sahip bireyler için ideal tedavilerin geliştirilmesine ve belirlenmesine yardımcı olabileceğini söylüyor.

Roche, "Geniş bir anatomi yelpazesi için kapsayıcı tasarım yapmak ve bu aralıktaki müdahaleleri test etmek, minimal invaziv prosedürler için adreslenebilir hedef popülasyonu artırabilir" diyor.