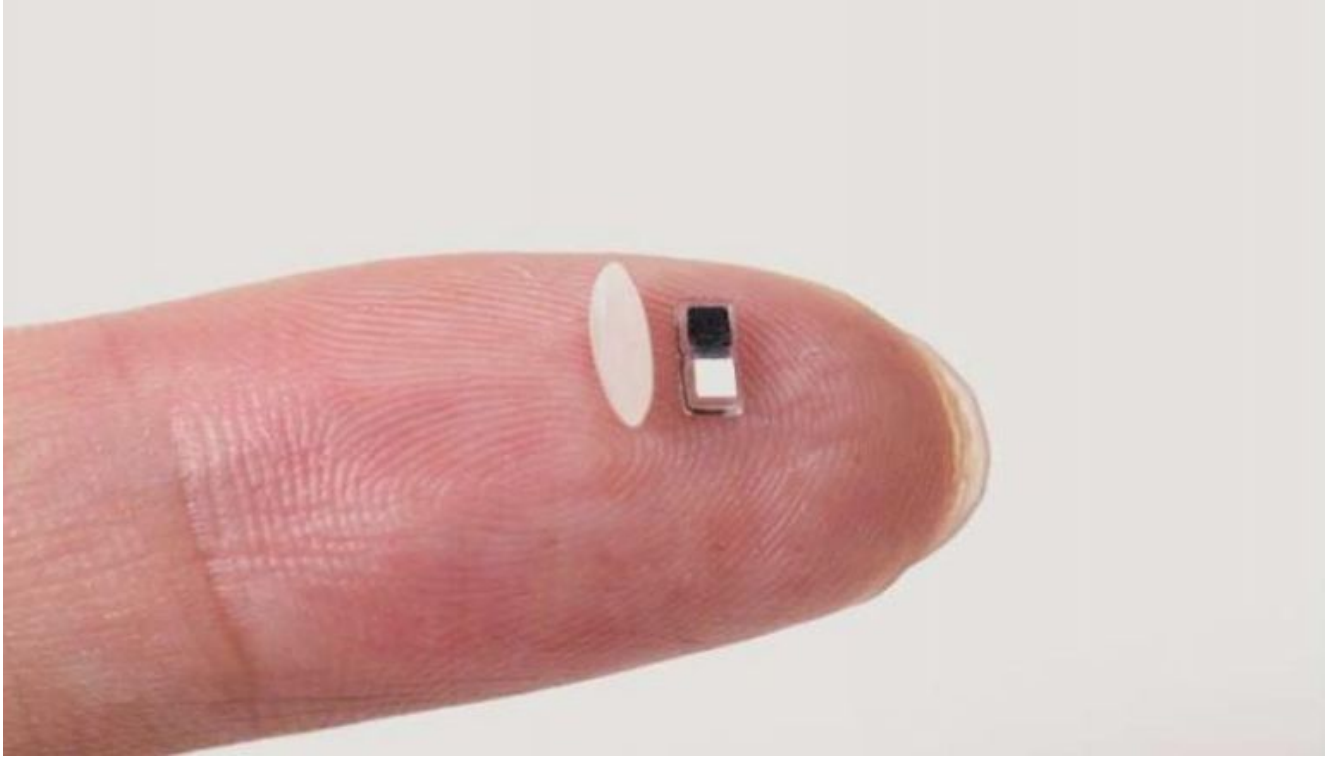
يمكن حقنه عبر إبرة.. تطوير أصغر جهاز تنظيم ضربات قلب في العالم

4 أبريل، 2025



أعلن مهندسو جامعة نورث وسترن عن تطوير جهاز تنظيم ضربات قلب متناهي الصغر يمكن حقنه في الجسم باستخدام إبرة، مما يمثل طفرة في عالم الطب القلبي، خاصة في علاج الأطفال حديثي الولادة المصابين بعيوب خلقية في القلب.

الجهاز، الذي يقل حجمه عن حبة أرز، يعمل جنبا إلى جنب مع جهاز لاسلكي صغير وقابل للارتداء يُثبت على صدر المريض لمراقبة معدل ضربات القلب.

وعند اكتشاف خلل في الإيقاع القلبي، يقوم الجهاز القابل للارتداء بإصدار نبضات ضوئية تخترق الجلد والعظام والعضلات لتحفيز جهاز تنظيم ضربات القلب وتشغيله تلقائيا.

ابتكار قابل للتحلل

وعلى عكس أجهزة تنظيم ضربات القلب التقليدية، صُمم الجهاز الجديد

ليذوب تلقائيا داخل الجسم بمجرد انتهاء الحاجة إليه، مما يلغي الحاجة إلى عمليات جراحية إضافية لاستخراجه، فجميع مكوناته متوافقة حيويا، مما يسمح له بالتحلل داخل سوائل الجسم دون أي آثار ضارة.

وقد نُشرت تفاصيل الدراسة في مجلة "نيتشر"، حيث أثبت الفريق البحثي فعالية الجهاز عبر اختبارات مكثفة شملت نماذج حيوانية كبيرة وصغيرة، بالإضافة إلى قلوب بشرية من متبرعين متوفين.

ثورة في الرعاية القلبية المؤقتة
ويقول جون روجرز، رائد البايوإلكترونيات بجامعة نورث وسترن والمشرف على تطوير الجهاز:"لقد طورنا، على حد علمنا، أصغر جهاز تنظيم ضربات قلب في العالم. هناك حاجة ملحة لأجهزة تنظيم ضربات القلب المؤقتة في جراحات القلب للأطفال، حيث يكون تقليل الحجم أمرا بالغ الأهمية لتقليل العبء الجراحي على أجسادهم الصغيرة".

أما إيغور إيفيموف، أخصائي أمراض القلب التجريبية المشارك في الدراسة، فيؤكد أن الجهاز يمكن أن يُحدث فرقا هائلا في إنقاذ حياة الرضع، قائلاً: "حوالي 1% من الأطفال يولدون بعيوب خلقية في القلب، بغض النظر عن الموارد الطبية المتاحة في بلادهم. لكن الخبر السار هو أن معظم هؤلاء الأطفال يحتاجون إلى جهاز تنظيم ضربات القلب فقط لمدة سبعة أيام بعد الجراحة، وهي فترة حرجة للغاية".

وأضاف: "الآن، يمكننا وضع هذا الجهاز الصغير مباشرة على قلب الطفل وتحفيزه بجهاز لاسلكي ناعم ولطيف، دون الحاجة إلى جراحة إضافية لإزالته".

تكنولوجيا متطورة تلغي الحاجة إلى الأسلاك
وتُبنى هذه التقنية على أبحاث سابقة أجراها الفريق لتطوير أجهزة تنظيم ضربات قلب قابلة للذوبان، إلا أن النسخة الأولى كانت بحجم الربع دولار وتحتاج إلى هوائي داخلي، والتطوير الجديد ألغى الحاجة إلى الهوائي، حيث يتم تنشيط الجهاز الآن بواسطة ضوء الأشعة تحت الحمراء الذي يخترق أنسجة الجسم بسهولة وأمان.

ويقول روجرز: "كان جهازنا الأولي رقيقا ومرنا وقابل للتحلل، لكنه كان لا يزال محدودا بحجم الهوائي، أما الآن، فقد اعتمدنا على تقنية تحفيز ضوئي، مما سمح لنا بتقليص حجمه بشكل كبير".

وتمكن الباحثون أيضا من إعادة ابتكار مصدر الطاقة، حيث يعمل

الجهاز الجديد على بطارية بيولوجية تعتمد على تفاعل كيميائي بين معدنين مختلفين عند ملامستهما لسوائل الجسم، مما يولد تيارا كهربائيا كافيا لتحفيز القلب.

وأوضح روجرز: "عندما يتم زرع جهاز تنظيم ضربات القلب في الجسم، تعمل سوائل الجسم كإلكتروليت يوصل الكهرباء بين المعدنين، مما يُشكل بطارية ذاتية التشغيل".

إمكانيات مستقبلية واسعة

ونظرا لحجمه المتناهي الصغر، يمكن للأطباء زرع عدة أجهزة على أجزاء مختلفة من القلب، مع التحكم في كل منها بشكل مستقل باستخدام ألوان مختلفة من الضوء، مما يسمح بتزامن أكثر دقة لمعدل ضربات القلب، وهي ميزة لا توفرها أجهزة تنظيم ضربات القلب التقليدية.

كما يمكن دمج هذا الابتكار في أجهزة طبية أخرى، مثل صمامات القلب المزروعة، لعلاج حالات معقدة مثل اضطرابات النظم القلبية التي قد تحدث بعد الجراحة.

ويؤكد روجرز:"بفضل حجمه الصغير، يمكن دمج هذا الجهاز مع أي جهاز طبي مزروع تقريبًا، مما يفتح الباب أمام تطبيقات عديدة في الطب الحيوي، من تحفيز الأعصاب وعلاج العظام إلى تسريع التئام الجروح".