

سويفت.. تقنية جديدة لصناعة الأعضاء البشرية

عشرون شخصاً يموتون يومياً بانتظار نقل الأعضاء في الولايات المتحدة الأمريكية. وفيما يخضع أكثر من 30 ألف شخص لعمليات زرع الأعضاء سنوياً، فإن هناك 113 ألف شخص هم حالياً على قوائم الانتظار.

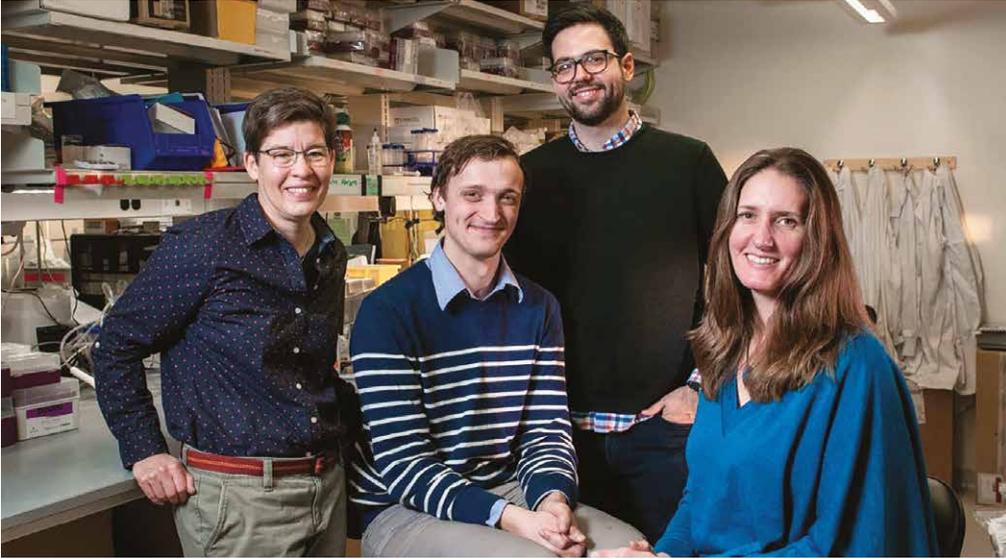
ينظر معظم الناس إلى الأعضاء البشرية المكوّنة صناعياً على أنها «الحلّ السحري» الذي بإمكانه حلّ مشكلة النقص في الأعضاء، وقد قادت التطورات في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى ازدهار استخدام تلك التقنية لبناء الأنسجة الحية على شكل أعضاء بشرية. ومع ذلك، فإن الأنسجة المنتجة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لا تزال مفتقدة للكثافة الخلوية والوظائف العضوية التي تحتاج لاستخدامها في عملية إصلاح واستبدال الأعضاء.

اليوم، بات من الممكن تجاوز تلك العقبة الأساسية من خلال تقنية جديدة تدعى «سويفت - SWIFT» (تدلّ اختصاراً على الكتابة الذوايية «التضحوية» للنسيج الفاعل) طورها باحثون من معهد ويس للهندسة المستوحاة من البيولوجيا بجامعة هارفارد، وكلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية في هارفارد، تستخدم التقنية الجديدة في طباعة القنوات الوعائية بشكل ثلاثي الأبعاد في مصفوفات حية مكونة من كتل بناء الأعضاء المشتقة من الخلايا الجذعية. وبحسب الدراسة المنشورة في دورية «ساينس أدفانسيز»: فإن هذه التقنية تعطي أنسجة محددة ذات كثافة خلوية عالية ووظيفة عضوية محددة.

يقول مارك سكايلرسكوت، أحد المشاركين في تأليف التقرير، والباحث المشارك في معهد «ويس»: «إنه إطار (باراديم) جديد تماماً في إنتاج الأنسجة؛ إذ بينما تعمل الطباعة ثلاثية الأبعاد على خلايا العضو كاملاً، فإن تقنية «سويفت» تركز فقط على طباعة وإنتاج الأوعية الضرورية اللازمة لدعم تكوين نسيج حي يحتوي على كميات كبيرة من كتل بناء الأعضاء المشتقة من الخلايا الجذعية. التي تستخدم في نهاية الأمر في الإطار العلاجي بغية إصلاح أو استبدال الأعضاء البشرية بنسج مصنّعة في المخبر تحتوي على خلايا من المريض ذاته».

تتضمن تقنية «سويفت» عملية من خطوتين؛ تبدأ بتشكيل مئات الآلاف من المجاميع المستمدة من الخلايا الجذعية في مصفوفة حية وكثيفة





على اليسار:
جينيفر لويس
(يسار) مع فريقها
للتكوين الحيوي:
مارك سكايلار
سكوت (جالساً)،
وديفيد كولسكي،
وكيم هومان

«سويفت» من الخلايا الجذعية متعددة القدرات المأخوذة من البالغين، وتُخلط بمحلول مصفوفة خارج الخلية مصمم خصيصاً لصنع مصفوفة حية يتم ضغطها عبر عملية الطرد المركزي. في درجات الحرارة الباردة (بين صفر إلى 4 درجات مئوية)، تحتوي المصفوفة الكثيفة على تماسك المايونيز - ناعمة كفاية للاستخدام دون إتلاف الخلايا، لكنها مع ذلك سميكة بما يكفي لتكوين شكلها - مما يجعلها الوسيلة المثالية للطباعة التضحوية ثلاثية الأبعاد. في هذه التقنية، تنتقل فوهة رقيقة عبر المصفوفة لتضخّ جديلة من حبر الجيلاتين الذي يدفع الخلايا إلى الخارج دون إتلافها.

عند تسخين المصفوفة الباردة إلى درجة 37 مئوية، فإنها تتيبس لتصبح أكثر صلابة (مثل عجة مطبوخة)، في حين يذوب حبر الجيلاتين ويمكن غسله، مخلفاً وراءه شبكة من القنوات المدمجة داخل بنية الأنسجة التي يمكن أن تغلغل داخل الوسط المؤكسج لتغذية الخلايا. تمكن الباحثون من تغيير قطر القنوات من 400 ميكرومتر إلى 1 ملليمتر، وربطها بسلاسة لتشكيل شبكات الأوعية الدموية المتفرعة داخل الأنسجة.

هذه الأنسجة العضوية التي تطبع باستخدام قنوات الأوعية الدموية المضمنة عبر تقنية

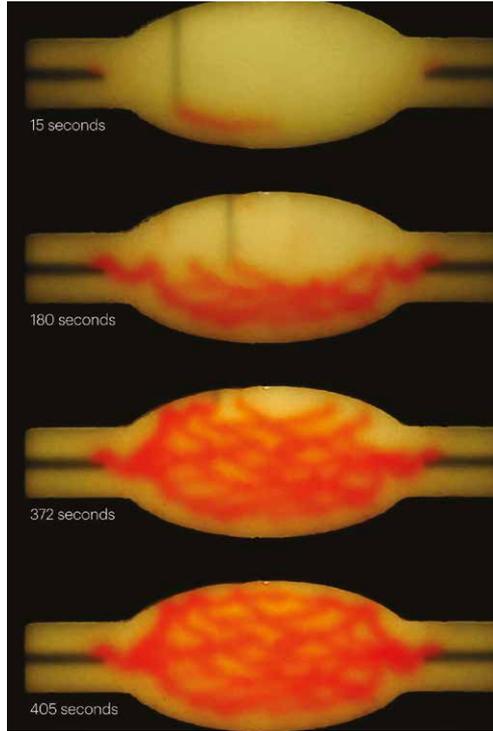
من كتل بناء الأعضاء التي تحتوي على قرابة 200 مليون خلية في المليلتر. ثم يتم تضمين شبكة الأوعية الدموية التي يمكن من خلالها إيصال الأكسجين والمواد المغذية الأخرى إلى الخلايا داخل المصفوفة عن طريق كتابة وإزالة حبر تضحوي.

«يصيب تكوين مصفوفة كثيفة من كتل بناء الأعضاء المشتقة من الخلايا الجذعية عصفورين بحجر واحد: إذ لا يقتصر الأمر على تحقيق كثافة خلوية عالية تشبه تلك الموجودة في الأعضاء البشرية، إلا أن لزوجة المصفوفة تسمح كذلك بطباعة شبكة واسعة من القنوات القابلة للضخ داخلها لمحاكاة الأوعية الدموية التي تدعم الأعضاء البشرية»، بحسب كلام سيباستيان أوزيل، المؤلف المشارك في الدراسة والباحث المشارك في معهد ويس وكلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية.

تشقّق المجاميع الخلوية المستخدمة في تقنية

ينظر معظم الناس إلى الأعضاء البشرية المكوّنة صناعياً على أنها «الحل السحري» الذي بإمكانه حلّ مشكلة النقص في الأعضاء، وقد قادت التطورات في مجال الطباعة ثلاثية الأبعاد إلى ازدهار استخدام تلك التقنية لبناء الأنسجة الحية على شكل أعضاء بشرية

على اليمين:
يظهر تسلسل
الصور شبكة
متفرعة وموزعة
من قنوات الأوعية
الدموية (بالأحمر)
التي تطبع ضمن
مصفوفة نسيج
خلوي كثيف عبر
تقنية «سويفت»



الهندسة الحيوية في كلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية: «إن القدرة على دعم الأنسجة البشرية الحية عبر قنوات الأوعية الدموية هي خطوة كبيرة نحو تحقيق هدف إنشاء أعضاء بشرية وظيفية خارج الجسم. لا نزال متأثرين بالإنجازات التي يحققها مختبر جنيفر، ومنها هذا البحث، الذي سيقود في النهاية إلى تحقيق تحسن مؤثر في هندسة الأعضاء وعمر المرضى الذين يعانون من فشل الأعضاء».

تتضمن قائمة مؤلفي الورقة البحثية جون آرنتز، طالب خريج من معهد «ويس» وكلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية، إضافة إلى الأعضاء السابقين من معهد «ويس» وكلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية لوسي نام، ريان تروبي وساريتا داماراجو.

- أنجز هذا البحث بدعم من مكتب البحوث البحرية في زمالة كلية فانيفار بوش، المعهد الوطني للصحة، مختبر GETTYLAB، ومعهد «ويس» للهندسة المستوحاة من البيولوجيا في جامعة هارفارد.

«سويفت»، وتشر بهذه الطريقة، بقيت قابلة للحياة والنمو، في حين أن الأنسجة التي نمت دون هذه القنوات ماتت فيها الخلية في نواتها خلال 12 ساعة. لمعرفة ما إذا كانت الأنسجة تحقق وظائف عضوية محددة، قام الفريق بطباعة وإخلاء وإنفاذ بنية قناة متفرعة في مصفوفة تتكون من خلايا مشتقة من القلب، مع دفق الوسيط عبر القنوات لأكثر من أسبوع. خلال ذلك الوقت، كانت كتل بناء الأعضاء المشتقة من الخلايا الجذعية قد اندمجت معاً لتشكيل أنسجة قلبية أكثر صلابة، وهي ذات تخلصات أكثر تزامنية وأقوى بعشرين مرة، وهي تحاكي الملامح الرئيسية لقلب الإنسان.

تقول المؤلفة جنيفر لويس، وهي من أعضاء هيئة التدريس الأساسيين في معهد ويس وبروفيسور في كلية جون أ. بولسون للهندسة والعلوم التطبيقية: «تعدّ طريقتنا التي تعتمد تقنية «سويفت» في التصنيع الحيوي فعالة للغاية في إنشاء أنسجة عضوية خاصة في كتل بناء الأعضاء المشتقة من الخلايا الجذعية تتراوح من مجموعات من الخلايا الأساسية إلى العضوانيات المشتقة من الخلايا الجذعية. من خلال دمج التطورات الحديثة من أبحاث الخلايا الجذعية مع تقنيات الطباعة الحيوية التي طورها مختبرنا، فإننا نعتقد بأن تقنية «سويفت» ستحقق تطوراً كبيراً في مجال هندسة الأعضاء حول العالم».

ثمة تعاون جارٍ بين أعضاء هيئة تدريس معهد ويس وكريس تشن في جامعة بوسطن وساناغيتا باتيا في معهد ماساتشوستس للتقنية، لزرع هذه الأنسجة في نماذج حيوانية واستكشاف تكامل واندماج مضيئها، كجزء من مبادرة هندسة طباعة الأعضاء ثلاثية الأبعاد التي يقودها لويس وتشن.

يقول دونالد إنجير، مدير معهد ويس، وهو أيضاً بروفيسور لبيولوجيا الأوعية الدموية في كلية هارفارد الطبية، وبرنامج بيولوجيا الأوعية الدموية في مستشفى بوسطن للأطفال، وأستاذ