تقنية مبتكرة تحدث تحولاً في إدارة مرض السكري

طوّر فريق بحثي من جامعة فرجينيا في الولايات المتحدة نظاما مبتكرا لبنكرياس اصطناعي تفاعلي، يعتمد على تقنية "التوأم الرقمي" لتحسين إدارة السكري من النوع الأول.

ويستخدم النظام الجديد أسلوبا يُعرف بـ"التحكم السلوكي الحيوي التكيفي" (Biobehavioral Adaptive Control – ABC)، يتيح للبنكرياس الاصطناعي التكيّف مع بمرونة التغيرات الفسيولوجية والسلوكية لكل مستخدم، عبر تحديثات دورية وتحليل بيانات آنية.

وأوضح الدكتور بوريس كوفاتشيف، مدير مركز تكنولوجيا السكري في جامعة فرجينيا والمعد الرئيسي للدراسة، أن هذا الابتكار يطوّر خوارزمية توصيل الأنسولين كل أسبوعين، ما يرفع من كفاءة البنكرياس الاصطناعي ويجعله أكثر استجابة لاحتياجات المرضى.

وأضاف أن النظام يوفّر أيضا أداة محاكاة رقمية تفاعلية، تتيح للمستخدمين اختبار إعدادات مختلفة – مثل تغيير جرعات الأنسولين الليلية – بأمان داخل بيئة افتراضية، قبل اعتمادها فعليا على أجهزتهم.

وتستند فكرة "التوأم الرقمي" إلى نماذج افتراضية تحاكي أداء الأنظمة والعمليات الواقعية، وهي تقنية استخدمت لأول مرة في برنامج "أبولو" الفضائي التابع لوكالة ناسا في الستينيات، لكنها تُوظّف لأول مرة بشكل شخصي وفردي لمرضى السكري عبر نماذج سحابية مخصصة.

وتسمح هذه التقنية للمستخدم بفهم كيفية تأثير تعديلاته اليومية – مثل التمارين أو تغييرات النظام الغذائي – على أداء البنكرياس الاصطناعي، ما يعزز دقّة العلاج ويقلّل من المخاطر.

وأظهرت دراسة سريرية استمرت 6 أشهر أن المستخدمين الذين اعتمدوا على تقنية ABC زادوا الوقت الذي يقضونه ضمن النطاق الآمن لمستوى سكر الدم من 72% إلى 77%، كما انخفض متوسط مستوى السكر التراكمي (HbA1c) من 6.8% إلى 6.6%.

وأكد كوفاتشيف أن النظام الجديد يواجه تحديين رئيسيين لطالما صعّبا على الأنظمة السابقة الوصول إلى نتائج مثالية: الأول يتمثل في إدارة التقلبات الكبيرة في سكر الدم خلال النهار، الناتجة عن تناول الطعام أو النشاط البدني، أما الثاني فهو ما يُعرف بـ"مرحلة الثبات"، وهي نقطة يتراجع فيها تحسّن المستخدمين بعد فترة أولية ناجحة.

وأوضح فريق البحث أن النظام يقدّم استراتيجيتين لحل هذه التحديات، من خلال دمج التوأم الرقمي مع خوارزمية تتعلّم من سلوك المستخدم وتتكيّف معه بمرور الوقت.

واختتم كوفاتشيف بالقول: "إن التكيف المشترك بين الإنسان والآلة ضروري في حالات مثل السكري من النوع الأول، حيث يتشارك الذكاء الاصطناعي والمستخدم في اتخاذ قرارات العلاج. وتعد تقنية التوأم الرقمي ركيزة أساسية في تمكين هذا التفاعل الذكي".

يذكر أن البنكرياس الاصطناعي هو نظام طبي متقدّم يُستخدم لمساعدة مرضى السكري من النوع الأول على تنظيم مستويات سكر الدم بشكل أوتوماتيكي، عبر محاكاة وظيفة البنكرياس الطبيعي في الجسم، والذي يفشل لديهم في إنتاج الأنسولين.