

Kontinuierliche Blutzuckermessung

Empfindlicher, Gewebe-integrierbarer Nanosensor für Glukose mit inaktivem Enzym

Zu einem umfassenden Gesundheitsmonitoring gehört die regelmäßige Überwachung des Blutzuckerspiegels. Ein Forschungsteam hat nun aus fluoreszierenden einwandigen Kohlenstoffnanoröhren (SWCNTs) und einer inaktiven Form des Enzyms Glucoseoxidase (GOx) einen nanoskaligen Sensor für eine batterieunabhängige, nicht-invasive Glukosemessung in Körperflüssigkeiten und Geweben durch Bildgebungsverfahren entwickelt. Die Verwendung der nicht aktiven, nicht Glukose verbrauchenden GOx-Enzymform sei dabei ein besonderer Vorteil, schreibt das Team in der Zeitschrift Angewandte Chemie.

Der Blutzuckerspiegel wird in der Regel mit elektrochemischen Sensoren anhand der GOx-Aktivität gemessen. Allerdings erfordern diese Sensoren Stromkreise und Batterien, und giftiges Wasserstoffperoxid entsteht als Nebenprodukt, was kontinuierliche Messungen im Gewebe schwierig macht. Die winzigen SWCNTs sind dagegen in viele Gewebe implantierbar. Zudem senden sie ein Fluoreszenzsignal im Nahinfrarotbereich aus, das gewebedurchgängig ist und daher von außen durch Bildgebungsverfahren ausgelesen werden kann.

Solche SWCNT-GOx-Nanosensoren herzustellen, ist jedoch schwierig. Denn die wirkungsvollste Technologie, SWCNT-Enzym-Konjugate herzustellen, ist die Behandlung mit Ultraschall, aber dabei werden die GOx-Enzyme im Wesentlichen inaktiviert. Das macht jedoch nichts, schreiben nun Markita P. Landry und ihr Forschungsteam von der University of California in Berkeley (USA). Durch Ultraschallbehandlung stellten sie höchst funktionsfähige SWCNT-GOx-Nanosensoren her, die den Glukosegehalt in Seren, Plasma und Gehirngewebeschnitten von Mäusen zuverlässig, selektiv und empfindlich nachwiesen.

Diesen überraschenden Befund erklären die Forschenden mit Eigenschaft des GOx-Enzyms, durch die Ultraschallbehandlung zwar nicht mehr aktiv Glukose umzusetzen, das Substrat aber trotzdem zu binden. Mit dieser Bindung allein wurde das Fluoreszenzsignal empfindlich moduliert. Um vollständig unabhängig von der GOx-Aktivität zu sein, konstruierten die Forschenden sogar ein GOx-Enzym ganz ohne reaktive Gruppe für die Glukoseumsetzung. Der daraus hergestellte sogenannte Apo-GOx-SWCNT-Sensor wies Glucose in Körperseren und Gehirnschnitten von Mäusen genauso zuverlässig nach wie das zuvor verwendete Konjugat aus SWCNTs und natürlicher GOx.

Dass ein Nanosensor kein aktives Enzym benötigt, hat große Vorteile: Zum einen können die SWCNT-Nanosensoren einfach durch Ultraschall hergestellt werden. Zum anderen wird der Analyt nicht durch die Enzymreaktion verbraucht. Die Messung ist somit reversibel und ungiftig, was ideale Voraussetzungen für eine nicht-invasive, kontinuierliche Blutzuckermessung in Gewebeflüssigkeiten sind, heißt es in der Studie.

Angewandte Chemie: Presseinfo 52/2023

Autor/-in: Markita P. Landry, University of California, Berkeley, (USA), <https://chemistry.berkeley.edu/faculty/cbe/landry>
<https://doi.org/10.1002/ange.202311476>