

UriSens

Smart textile sensor for analyzing C-reactive protein in urine

Programm / Ausschreibung	DST 24/26, DST 24/26, Schlüsseltechnologien im produktionsnahen Umfeld, 2024: Robotik, Advanced Materials, Photonik und Smarte Textilien	Status	laufend
Projektstart	01.05.2025	Projektende	30.04.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektaufzeit	36 Monate
Keywords	Biosensor, Smart-textile, Electrolyte, wearable electronics		

Projektbeschreibung

Akute und chronische Erkrankungen und Entzündungszustände erfordern eine rechtzeitige Erkennung, um eine optimale Behandlung einleiten zu können, deren Diagnostik und Monitoring häufig auf Biomarkern wie dem C-reaktiven Protein (CRP) beruht. CRP ist ein bekannter Entzündungsindikator und wird in der Regel durch Bluttests gemessen. Diese Methoden sind jedoch invasiv und eignen sich typischerweise nicht für kontinuierliche Überwachung, insbesondere bei gefährdeten Patientengruppen wie Säuglingen oder älteren Menschen in Pflegesituationen. Die Entwicklung intelligenter, nicht invasiver Sensoren aus Textilien bietet einen neuen Ansatz für den Nachweis von CRP, indem sie eine Urinanalyse direkt in Inkontinenz-Bettbezügen oder aus Windeln ermöglichen. UriSense erforscht das Design, die Funktionalität und die Wirksamkeit eines intelligenten Textilsensors, der in der Lage ist, CRP-Werte durch Urinanalyse zu ermitteln. Diese innovative Lösung nutzt die Prinzipien der elektrochemischen Sensorik und biomimetischer Materialien, sogenannter molekular geprägter Polymere (z.B.: molecularly imprinted polymers; MIP), um eine nicht-invasive, zuverlässige und benutzerfreundliche Methode zur Überwachung von Entzündungen zu schaffen.

Der Smart-Textile-Sensor wird CRP-detektierende Rezeptoren- MIP Nanopartikel - auf Textilelektroden kovalent binden. Der Ansatz kombiniert leitende Fäden und biomimetische Erkennungselemente, die selektiv auf CRP im Urin reagieren. Das Sensortextil ist so konzipiert und in ein Wearable integriert, dass es bequem getragen werden kann, z. B. in Form von Unterwäsche, Windeln oder Inkontinenz-Tüchern, so dass eine Überwachung der CRP-Konzentration möglich ist, ohne dass es unangenehm ist oder besondere Benutzereingriffe erfordert. Der Sensor nutzt einen elektrochemischen Reaktionsmechanismus, bei dem CRP im Urin mit MIP-Nanopartikeln (künstlichen Antikörpern) interagiert, die auf den Textilfasern immobilisiert sind. Diese Wechselwirkung erzeugt ein messbares elektrisches Signal, das proportional zur CRP-Konzentration ist. Die vom Sensor erfassten Daten werden im internen Speicher abgelegt und drahtlos an ein angeschlossenes Gerät, z. B. ein Smartphone, übertragen, sobald dieses Gerät den Speicher aktiv ausliest. Im Smartphone werden die Daten verarbeitet und analysiert und ins KIS oder eine Datenbank übertragen.

Die Innovation von UriSens liegt in i) der Synthese von MIP Nanoapartikeln als künstliches Sensormaterial ii) ihrer kovalenten Immobilisierung auf textile Oberflächen, um eine „Wearable Sensing“-Fähigkeit zu erzeugen, iii) einem kompletten Messsystem einschließlich eingebetteter Elektronik und Softwarelösung für die Onbody-Messung, iv) der Integration von Sensor und Elektronik in Textilien zur effektiven Demonstration eines Prototypen. Die Einbindung von Partnern aus

Wissenschaft und Industrie mit ihrem umfassenden Wissen und ihrer Erfahrung in den relevanten Bereichen wird die Entwicklung und Produktion von umweltfreundlichen Materialien, Prozessen und Produkten bis hin zu vorindustriellen Maßstäben mit nachhaltigen Zielen sicherstellen. Diese Technologie hat das Potenzial, skalierbar zu sein und für die Erkennung anderer Biomarker im Zusammenhang mit verschiedenen Krankheiten angepasst zu werden. Dadurch hat sie weites Anwendungspotenzial in der personalisierten Gesundheitspflege. Das hat große gesellschaftliche Auswirkungen, weil das System zur Verbesserung des Komforts und der Lebensqualität führt.

Abstract

Acute and chronic diseases and inflammatory conditions require timely detection to manage, which often rely on biomarkers, of which C-reactive protein (CRP) is a prominent candidate. CRP is a well-known indicator of inflammation and is typically measured through blood tests. However, these methods are invasive and may not be suitable for continuous monitoring, particularly for vulnerable patient groups such as very young patients e.g. babies or elderly patients in nursing homes. Developing noninvasive smart-textile sensors offers a novel approach to detecting CRP by enabling urine analysis directly from incontinence bed linen or diapers. UriSens explores the design, functionality, and efficacy of a smart-textile sensor capable of detecting CRP levels through urine analysis. This innovative solution leverages the principles of electrochemical sensing and biofunctional materials to create a noninvasive, reliable, and user-friendly method for inflammation monitoring.

The smart-textile sensor is engineered using a combination of CRP-detecting receptor materials modified textile electrodes and specialized bio-recognition elements that react selectively to CRP in urine. The sensor textile is designed and integrated into wearables, such as undergarments, diapers or incontinence cloths, ensuring it can continuously monitor CRP levels without causing any discomfort or requiring special user intervention. The sensor utilizes electrochemical detection, where the presence of CRP in the urine interacts with specific recognition elements based on molecularly imprinted polymers (MIP), immobilized on the textile fibres. This interaction generates a measurable electrical signal proportional to the concentration of CRP. Data collected by the sensor are stored in the internal memory and transmitted wirelessly to a connected device, such as a smartphone, as soon as the connected device is coupled with the smart sensor. The data is processed and analyzed on the smartphone and transferred to the HIS or a database.

The innovation of UriSens lies in i) synthesizing MIP nanoparticles as selective receptors, ii) processes to immobilize those covalently on textile surfaces to generate wearable sensing ability, iii) a complete readout system including embedded electronics and software solution for on-body measurement, iv) integration of sensor and electronics into fabrics for effective demonstration of the prototype product. Integrating partners from academia and industry with their extensive knowledge and expertise in the relevant fields will ensure the development and production starting from the environmentally friendly material, process and product up to pre-industrial scale with sustainable goals. Thus, the project's objective is to see how a smart-textile CRP sensor can be manufactured industrially relevant, environmentally friendly (by life cycle analysis) and cost-effectively with significant long-term impact for the general public. The initial outcome of the project will benefit the partners themselves in terms of novel scientific results and technological advances. However, it holds potential for scalability and adaptation for detecting other biomarkers related to various diseases. The approach allows for extending application scenarios to personalized healthcare, which has high societal impact by improving general well-being and quality of life.

Projektkoordinator

- V-TRION GmbH

Projektpartner

- Grabher Group GmbH
- Infineon Technologies Austria AG
- SteadySense GmbH
- Universität Wien
- Medizinische Universität Graz