HEART

Healthcare Enhancement through Artificial Intelligence for Volume Replacement

Programm / Ausschreibung	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2022, Expedition Zukunft Start 2022	**Status**	laufend
Projektstart	01.09.2024	**Projektende**	31.03.2026
Zeitraum	2024 - 2026	**Projektlaufzeit**	19 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 79.623		
Keywords	Künstliche Intelligenz, nicht-invasives Monitoring, Machine Learning, Deep Learning, Präzisionsmedizin, Flüssigkeitsbedarf, EKG		

Projektbeschreibung

Das angestrebte Projekt HEART erforscht eine völlig nicht-invasive Methode zur präzisen Ermittlung des Flüssigkeitsbedarfs des Körpers anhand von EKG-Signalen. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei der Analyse großer retrospektiver Datenmengen stellt zudem einen Schritt in Richtung Präzisionsmedizin dar, in der Behandlungsentscheidungen anhand individueller Kriterien getroffen werden.

Die bei gesunden Menschen autonome Regulierung des Flüssigkeitshaushalts versagt bei langwierigen chirurgischen Eingriffen oder bei extremer Belastung. Bei Langzeitoperationen mit Blutverlust oder übermäßiger Verdunstung muss der Flüssigkeitsbedarf des*der Patienten*Patientin über ein erweitertes hämodynamisches Monitoring genau bestimmt werden, weil erhebliche Abweichungen vom optimalen Bereich schwerwiegende Komplikationen verursachen können. Alle heute verfügbaren Methoden für eine erweiterte Überwachung sind invasiv (dh sie erfordern die Punktion von Blutgefäßen) und daher anfällig für Komplikationen. Bisher gibt es kein präzises, zuverlässiges, einfach anzuwendendes nicht-invasives Verfahren zur erweiterten Überwachung.

Grundlage für die anvisierte nicht-invasive Methode ist die Annahme, dass sich Änderungen im Flüssigkeitshaushalt auch auf das Erregungsleitungssystem des Herzens auswirken und sich diese Änderungen im EKG widerspiegeln müssen. Im Rahmen von HEART werden dazu große Mengen retrospektiver Daten aus dem Kepler Universitätsklinikum Linz und aus geeigneten öffentlichen Datenbanken analysiert, um eine Korrelation zwischen Veränderungen im EKG-Signal und Flüssigkeitsgaben nachzuweisen. State-of-the-Art Methoden des Deep Learning (zB CNN, LSTM, Transformer) werden ebenso zur Auswertung der EKG-Signalausschnitte verwendet, wie besser interpretierbare, auf etablierten manuell extrahierten EKG-Features beruhende Ansätze des klassischen maschinellen Lernens. Die gewonnen Erkenntnisse können dann in einem möglichen Folgeprojekt mit prospektiven Daten validiert werden.

HEART wird bei der Datenauswahl besonders auf eine ausgeglichene Geschlechterverteilung und eine repräsentative Altersverteilung achten, um Datenverzerrungen und systematischen Prognosefehlern vorzubeugen. Die erhaltenen Analyseergebnisse werden auf ihre gleichermaßen gültige Anwendbarkeit auf unterschiedlichen Subpopulationen geprüft.

Die Umsetzung dieser neuartigen und disruptiven Methode würde eine dringend benötigte, zuverlässige, kosteneffiziente

und benutzer*innenfreundliche Patient*innenüberwachung bieten, mit einer Reihe von Vorteilen einer nicht-invasiven Methode: für Anästhesist*innen eine einfach zu verwendende, aber zuverlässige erste Stufe des erweiterten hämodynamischen Monitorings; für die Pflege eine zeitsparende Anwendung, in die das Personal rasch eingewiesen werden kann; für Patient*innen ein verringertes Risiko und potenziell kürzere Krankenhausaufenthalte; für Krankenhausträger*innen eine kostengünstige Lösung. Ein erweiterter Nutzen von nicht-invasivem hämodynamischen Monitoring könnte einerseits im Bereich der erweiterten (institutionellen) Pflege oder auch im Freizeitbereich liegen. Durch niederschwellige EKG-Messungen (zB Wearables) könnte beispielsweise der Flüssigkeitsbedarf von Senior*innen oder Extremsportler*innen gemessen werden.

Abstract

The HEART project is researching a completely non-invasive method for precisely determining the body's fluid requirements based on ECG signals. The use of artificial intelligence in the analysis of large amounts of retrospective data also represents a step towards precision medicine, in which treatment decisions are made based on individual criteria.
The autonomous regulation of fluid balance in healthy people fails during lengthy surgical procedures or under extreme stress. In the case of long-term surgery with blood loss or excessive evaporation, the patient's fluid requirements must be precisely determined by means of extended hemodynamic monitoring, as significant deviations from the optimal range can cause serious complications. All currently available methods for extended monitoring are invasive (i.e. they require puncturing blood vessels) and therefore prone to complications. To date, there is no precise, reliable, easy-to-use non-invasive method for extended monitoring.
The basis for the envisioned non-invasive method is the assumption that changes in the fluid balance also affect the cardiac conduction system and that these changes must be reflected in the ECG. Within HEART, large amounts of retrospective data from the Kepler University Hospital Linz and from suitable public databases are analyzed to demonstrate a correlation between changes in the ECG signal and fluid administration. State-of-the-art deep learning methods (e.g. CNN, LSTM, Transformer) are used to evaluate the ECG signals, as well as more interpretable approaches of classical machine learning based on established manually extracted ECG features. The knowledge gained can then be validated with prospective data in a possible follow-up project.
When selecting data, HEART will pay particular attention to a balanced gender distribution and a representative age distribution to prevent data bias and systematic prediction errors. The analysis results obtained will be checked for their equally valid applicability to different subpopulations.
The implementation of this novel and disruptive method would provide a much-needed, reliable, cost-effective and user-friendly patient monitoring, with a number of benefits of a non-invasive method: for anesthesiologists, an easy-to-use but reliable first stage of advanced hemodynamic monitoring; for caregivers, a time-saving application that staff can be quickly trained in; for patients, reduced risk and potentially shorter hospital stays; for hospital operators, a cost-effective solution.
An extended benefit of non-invasive hemodynamic monitoring could be in extended (institutional) care or in the leisure sector. Low-threshold ECG measurements (e.g. wearables) could be used, for example, to measure the fluid requirements of senior citizens or extreme athletes.

Projektpartner

- RISC Software GmbH