

ENGLISH (ORIGINAL).....	2
DEUTSCH.....	4
FRANÇAIS.....	6
ITALIANO.....	8

Übersetzung durch DEEPL

Traduction par DEEPL

Traduzione effettuata da DEEPL

Investigators:

- PD Dr.ssa Med. Maria Luce Caputo, Cardiocentro Ticino Institute Lugano; Fondazione Ticino Cuore, Lugano
- Dr.ssa Francesca Faraci, Head of BSP-Meditech, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Lugano

Background

Estimating neurological outcomes following out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is critical for guiding treatment decisions and resource allocation. Prior studies suggest that certain post-return of spontaneous circulation (ROSC) ECG features, e.g. wide QRS or ST-elevation, may help identify patients at high risk for poor outcomes. However, these approaches are limited to predefined ECG features rather than leveraging the full potential of the entire ECG trace.

Aim

The objective of this study is to develop and validate an artificial intelligence–based algorithm that exploits the complete post-ROSC electrocardiographic signal to enable early prediction of neurological and survival outcomes in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest.

Methodology

We will create a retrospective dataset by harmonizing raw post–return of spontaneous circulation (ROSC) electrocardiogram (ECG) traces from consecutive out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) patients included in the Swiss Registry of Cardiac Arrest (SWISSRECA) who were admitted to hospital following ROSC. Post-ROSC ECGs will be digitally acquired in the ambulance setting. ECGs recorded on paper, subsequently scanned from ambulance monitors, will not be included due to insufficient signal quality.

Comprehensive data on neurological prognostication following admission to the intensive care unit (ICU) will be collected, including brain magnetic resonance imaging (MRI), serum biomarkers, electroencephalography (EEG), and neuropsychological assessments. Additional clinical data—such as OHCA characteristics, pre-hospital variables, and in-hospital treatments—will be extracted from hospital medical records.

To enhance generalizability, we will pre-train a deep neural network on more than 400,000 publicly available ECG recordings using self-supervised learning to develop a robust encoder capable of capturing clinically

meaningful ECG representations. This model will then be fine-tuned on the study cohort to optimize prediction of neurological and survival outcomes after OHCA. Finally, the incremental predictive value of OHCA-related variables and patient clinical history will be systematically evaluated.

Potential Significance

Neurological prognostication after OHCA remains a major clinical challenge. ECG is an accessible and reproducible exam, even in pre-hospital settings. Applying deep learning to ECG traces may provide a novel approach to outcome prediction, supporting clinical decision-making and potentially improving patients quality of life.

DEUTSCH

KI-gestützte Einschätzung der neurologischen Prognose nach OHCA unter Verwendung des EKG nach ROSC

Forscher:

- PD Dr.ssa Med. Maria Luce Caputo, Cardiocentro Ticino Institute Lugano; Fondazione Ticino Cuore, Lugano
- Dr.ssa Francesca Faraci, Leiterin von BSP-Meditech, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Lugano

Hintergrund

Die Einschätzung neurologischer Ergebnisse nach einem Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA) ist entscheidend für die Behandlungsentscheidungen und die Zuweisung von Ressourcen. Frühere Studien deuten darauf hin, dass bestimmte EKG-Merkmale nach Wiederherstellung der spontanen Durchblutung (ROSC), z. B. breites QRS oder ST-Hebung, dabei helfen können, Patienten mit hohem Risiko für schlechte Ergebnisse zu identifizieren. Diese Ansätze beschränken sich jedoch auf vordefinierte EKG-Merkmale und nutzen nicht das volle Potenzial der gesamten EKG-Kurve.

Ziel

Das Ziel dieser Studie ist die Entwicklung und Validierung eines auf künstlicher Intelligenz basierenden Algorithmus, der das gesamte elektrokardiographische Signal nach ROSC nutzt, um eine frühzeitige Vorhersage der neurologischen Ergebnisse und der Überlebensrate bei Patienten zu ermöglichen, die nach einem Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses wiederbelebt wurden.

Methodik

Wir werden einen retrospektiven Datensatz erstellen, indem wir die rohen EKG-Kurven nach Wiederherstellung des spontanen Kreislaufs (ROSC) von aufeinanderfolgenden Patienten mit Herzstillstand außerhalb des Krankenhauses (OHCA) aus dem Schweizer Register für Herzstillstand (SWISSRECA) harmonisieren, die nach ROSC ins Krankenhaus eingeliefert wurden. Die EKGs nach ROSC werden digital im Krankenwagen erfasst. Auf Papier aufgezeichnete und anschließend von den Monitoren im Krankenwagen gescannte EKGs werden aufgrund unzureichender Signalqualität nicht berücksichtigt.

Es werden umfassende Daten zur neurologischen Prognose nach der Einweisung auf die Intensivstation (ICU) erhoben, darunter Magnetresonanztomographie (MRT) des Gehirns, Serum-Biomarker, Elektroenzephalographie (EEG) und neuropsychologische Untersuchungen. Zusätzliche klinische Daten – wie OHCA-Merkmale, präklinische Variablen und Behandlungen im Krankenhaus – werden aus den Krankenakten extrahiert.

Um die Verallgemeinerbarkeit zu verbessern, werden wir ein tiefes neuronales Netzwerk auf mehr als 400.000 öffentlich zugänglichen EKG-Aufzeichnungen mit selbstüberwachtem Lernen vortrainieren, um einen robusten Encoder zu entwickeln, der klinisch aussagekräftige EKG-Darstellungen erfassen kann. Dieses Modell wird dann anhand der Studienkohorte feinabgestimmt, um die Vorhersage neurologischer Ergebnisse und Überlebenschancen nach OHCA zu optimieren. Schließlich wird der inkrementelle Vorhersagewert von OHCA-bezogenen Variablen und der klinischen Vorgeschichte der Patienten systematisch bewertet.

Mögliche Bedeutung

Die neurologische Prognose nach OHCA bleibt eine große klinische Herausforderung. Das EKG ist eine leicht zugängliche und reproduzierbare Untersuchung, selbst in präklinischen Umgebungen. Die Anwendung von Deep Learning auf EKG-Kurven könnte einen neuartigen Ansatz für die Ergebnisvorhersage bieten, die klinische Entscheidungsfindung unterstützen und möglicherweise die Lebensqualität der Patienten verbessern.

FRANÇAIS

Estimation assistée par IA du pronostic neurologique après un arrêt cardiaque extra-hospitalier à l'aide d'un ECG post-ROSC

Chercheurs :

- PD Dr.ssa Med. Maria Luce Caputo, Cardiocentro Ticino Institute Lugano; Fondazione Ticino Cuore, Lugano
- Dr.ssa Francesca Faraci, directrice de BSP-Meditech, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Lugano

Contexte

L'estimation des résultats neurologiques après un arrêt cardiaque hors milieu hospitalier (OHCA) est essentielle pour orienter les décisions thérapeutiques et l'allocation des ressources. Des études antérieures suggèrent que certaines caractéristiques de l'ECG après le retour à une circulation spontanée (ROSC), par exemple un QRS large ou une élévation du segment ST, peuvent aider à identifier les patients présentant un risque élevé de mauvais résultats. Cependant, ces approches se limitent à des caractéristiques ECG prédéfinies plutôt que d'exploiter tout le potentiel du tracé ECG complet.

Objectif

L'objectif de cette étude est de développer et de valider un algorithme basé sur l'intelligence artificielle qui exploite le signal électrocardiographique complet post-ROSC afin de permettre une prédiction précoce des résultats neurologiques et de survie chez les patients réanimés après un arrêt cardiaque hors milieu hospitalier.

Méthodologie

Nous créerons un ensemble de données rétrospectives en harmonisant les tracés bruts d'électrocardiogrammes (ECG) post-rétablissement de la circulation spontanée (ROSC) de patients consécutifs victimes d'un arrêt cardiaque hors milieu hospitalier (OHCA) inclus dans le registre suisse des arrêts cardiaques (SWISSRECA) qui ont été admis à l'hôpital après un ROSC. Les ECG post-ROSC seront acquis numériquement dans l'ambulance. Les ECG enregistrés sur papier, puis numérisés à partir des moniteurs des ambulances, ne seront pas inclus en raison de la qualité insuffisante du signal.

Des données complètes sur le pronostic neurologique après l'admission à l'unité de soins intensifs (USI) seront collectées, notamment l'imagerie par résonance magnétique (IRM) cérébrale, les biomarqueurs sériques, l'électroencéphalographie (EEG) et les évaluations neuropsychologiques. Des données cliniques supplémentaires, telles que les caractéristiques de l'OHCA, les variables préhospitalières et les traitements hospitaliers, seront extraites des dossiers médicaux des hôpitaux.

Afin d'améliorer la généralisation, nous pré-entraînerons un réseau neuronal profond sur plus de 400 000 enregistrements ECG accessibles au public à l'aide d'un apprentissage auto-supervisé afin de développer un encodeur robuste capable de capturer des représentations ECG cliniquement significatives. Ce modèle sera ensuite affiné sur la cohorte de l'étude afin d'optimiser la prédiction des résultats neurologiques et de survie après un AOHCA. Enfin, la valeur prédictive incrémentielle des variables liées à l'AOHCA et des antécédents cliniques des patients sera systématiquement évaluée.

Importance potentielle

Le pronostic neurologique après un AOH reste un défi clinique majeur. L'ECG est un examen accessible et reproductible, même en milieu préhospitalier. L'application de l'apprentissage profond aux tracés ECG pourrait constituer une nouvelle approche pour la prédiction des résultats, faciliter la prise de décision clinique et potentiellement améliorer la qualité de vie des patients.

ITALIANO

Stima basata sull'intelligenza artificiale della prognosi neurologica dopo OHCA utilizzando l'ECG post-ROSC

Ricercatori:

- PD Dr.ssa Med. Maria Luce Caputo, Cardiocentro Ticino Institute Lugano; Fondazione Ticino Cuore, Lugano
- Dr.ssa Francesca Faraci, Responsabile BSP-Meditech, Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Lugano

Contesto

La stima degli esiti neurologici dopo un arresto cardiaco extraospedaliero (OHCA) è fondamentale per orientare le decisioni terapeutiche e l'allocazione delle risorse. Studi precedenti suggeriscono che alcune caratteristiche dell'ECG post-ritorno della circolazione spontanea (ROSC), ad esempio un QRS ampio o un sopraslivellamento del tratto ST, possono aiutare a identificare i pazienti ad alto rischio di esiti negativi. Tuttavia, questi approcci si limitano a caratteristiche ECG predefinite anziché sfruttare il pieno potenziale dell'intero tracciato ECG.

Obiettivo

L'obiettivo di questo studio è sviluppare e convalidare un algoritmo basato sull'intelligenza artificiale che sfrutti il segnale elettrocardiografico completo post-ROSC per consentire la previsione precoce degli esiti neurologici e di sopravvivenza nei pazienti rianimati da arresto cardiaco extraospedaliero.

Metodologia

Creeremo un set di dati retrospettivo armonizzando i tracciati elettrocardiografici (ECG) grezzi post-ripristino della circolazione spontanea (ROSC) di pazienti consecutivi con arresto cardiaco extraospedaliero (OHCA) inclusi nel Registro svizzero degli arresti cardiaci (SWISSRECA) che sono stati ricoverati in ospedale dopo il ROSC. Gli ECG post-ROSC saranno acquisiti digitalmente in ambulanza. Gli ECG registrati su carta e successivamente scansati dai monitor delle ambulanze non saranno inclusi a causa della qualità insufficiente del segnale.

Verranno raccolti dati completi sulla prognosi neurologica dopo il ricovero in terapia intensiva (ICU), tra cui la risonanza magnetica cerebrale (MRI), i biomarcatori sierici, l'elettroencefalografia (EEG) e le valutazioni neuropsicologiche. Ulteriori dati clinici, come le caratteristiche dell'OHCA, le variabili pre-ospedaliere e i trattamenti ospedalieri, saranno estratti dalle cartelle cliniche ospedaliere.

Per migliorare la generalizzabilità, pre-addestreremo una rete neurale profonda su oltre 400.000 registrazioni ECG disponibili al pubblico utilizzando l'apprendimento auto-supervisionato per sviluppare un codificatore robusto in grado di catturare rappresentazioni ECG clinicamente significative. Questo modello sarà poi messo a punto sulla coorte dello studio per ottimizzare la previsione degli esiti neurologici e di sopravvivenza dopo OHCA. Infine, il valore predittivo incrementale delle variabili relative all'OHCA e della storia clinica del paziente sarà valutato sistematicamente.

Potenziale significato

La prognosi neurologica dopo OHCA rimane una sfida clinica importante. L'ECG è un esame accessibile e riproducibile, anche in contesti pre-ospedalieri. L'applicazione del deep learning ai tracciati ECG può fornire un nuovo approccio alla previsione dei risultati, supportando il processo decisionale clinico e potenzialmente migliorando la qualità della vita dei pazienti.