



DGK.

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie
– Herz- und Kreislaufforschung e.V.

Grafenberger Allee 100
40237 Düsseldorf
Telefon: +49 (0) 211 / 600 692-150
Fax: +49 (0) 211 / 600 692-10
E-Mail: presse@dgk.org
Web: www.dgk.org

Mittels künstlicher Intelligenz die Vorhersage von KHK und Mortalität basierend auf EKGs verbessern – ein Vergleich verschiedener Methoden

PD Dr. Jürgen Kampf und Prof. Dr. Amir Abbas Mahabadi, Essen

Hintergrund

Die Evaluation der Vortestwahrscheinlichkeit des Vorliegens einer obstruktiven Koronaren Herzkrankheit (KHK) ist eine Herausforderung im Alltag klinisch tätiger Kardiolog:innen. Diese kann mittels modifiziertem Diamond and Forrester Score eingeschätzt werden. Zur weiterführenden Abklärung kommen bildgebende Verfahren wie die CT-Untersuchung des Herzens, die Stress-Echokardiographie oder die Stress-MRT-Untersuchung des Herzens zum Einsatz, welche jedoch einen hohen Ressourcen-Bedarf haben. Die Elektrokardiographie (EKG) des Herzens, welche routinemäßig breit verfügbar ist, liefert zahlreiche strukturierte Informationen, die mittels Algorithmen basierend auf künstlicher Intelligenz die Vorhersage mehrerer kardiovaskulärer Erkrankungen ermöglicht.

Ziel

Wir wollen Methoden der multivariaten Statistik (logistische Regression, lineare Diskriminanzanalyse) und des maschinellen Lernens (neuronale Netze, random forests, support vector machines) hinsichtlich ihrer Eignung, aus strukturierten Daten des EKGs eine obstruktive KHK oder die langfristige Überlebenswahrscheinlichkeit vorherzusagen, vergleichen. Weiter werden wir evaluieren, wie die Vorhersagequalität dieser Methoden verbessert werden kann.

Methoden

Unsere Analyse basiert auf dem ECAD Register. Dieses enthält Daten von Patient:innen, die zwischen 2004 und 2019 am Westdeutschen Herz- und Gefäßzentrum Essen eine konventionelle Koronarangiographie erhielten. In die Studie wurden nur Patient:innen mit einem digital verfügbaren Ruhe-EKG, das maximal 90 Tage vor der Koronarangiographie durchgeführt wurde, eingeschlossen. Die Analyse der EKGs basiert auf den 648 Charakteristiken, die der MUSE-Algorithmus liefert. Eine obstruktive KHK wurde definiert als Notwendigkeit einer Revaskularisationstherapie, entsprechend der Einschätzung des behandelnden interventionellen Kardiolog:innen. Zur Analyse der Sterblichkeit wurden alle Todesfälle während des Nachverfolgungszeitraums, unabhängig von der Ursache, herangezogen.

Ein erstes neuronales Netz (NN1) wurde durch dropout, weight regularization und Optimierung der Hyperparameter verbessert (NN2). Mittels feature reduction erhielten wir NN3. Random forests (RF1) wurden durch angepasste Gewichtung der Einflussgrößen (RF2) und feature reduction (RF3) verbessert. Weiter betrachteten wir logistische Regression (LR), lineare Diskriminanzanalyse (LDA) und support vector machines (SVM). Zum Vergleich der Verfahren wurde die über 100 Durchläufe gemittelte area under the receiver operating curve (AUC) in einer Validierungskohorte verwendet.

Ergebnisse

Wir werteten Daten von 7.076 Koronarangiographien aus. In 2.075 Fällen (29.3 %) wurde eine obstruktive KHK diagnostiziert. Während des Nachverfolgungszeitraums (median [Q1; Q3] 2,4 [0,8; 6,3 Jahre]) starben 1.137 Patient:innen (16.1 %). Ein Vergleich der verschiedenen statistischen



Verfahren findet sich in Tabelle 1. Zwar liefern im ersten Versuch random forests die besten Resultate, allerdings werden diese nach feature reduction von den neuronalen Netzen überholt.

	LR	LDA	NN1	NN2	NN3	RF1	RF2	RF3	SVM
(A) KHK									
EKGs allein	0.567	0.568	0.584	0.603	0.623	0.599	NA	0.611	0.542
Risikofaktn. allein	0.576	0.576	0.586	0.590	NA	0.568	NA	NA	0.536
beides	0.584	0.587	0.599	0.636	0.656	0.609	0.622	0.622	0.547
(B) Mortalität									
EKGs allein	0.590	0.618	0.627	0.659	0.707	0.659	NA	0.667	0.641
Risikofaktn. allein	0.581	0.582	0.567	0.580	NA	0.580	NA	NA	0.559
beides	0.600	0.627	0.610	0.663	0.711	0.660	0.663	0.673	0.651

- NA** Kombination aus Verfahren und Einflussgröße macht keinen Sinn
- LR** Logistische Regression
- LDA** Lineare Diskriminanzanalyse
- NN1** Neuronale Netze – ein erster Versuch
- NN2** Neuronale Netze mit Dropout, weight regularization und Optimierung der Hyperparameter
- NN3** Neuronale Netze mit feature reduction
- RF1** Random forests – ein erster Versuch
- RF2** Random forests mit unterschiedlicher Gewichtung der Einflussgrößen
- RF3** Random forests mit feature reduction
- SVM** Support vector machines

Tab.1: Vergleich der verschiedenen statistischen Verfahren

Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben fünf Verfahren verglichen, um mit Hilfe von EKGs und kardiovaskulären Risikofaktoren vor einer Koronarangiographie eine KHK und die Sterbewahrscheinlichkeit vorherzusagen. Meistens schnitten random forests am besten ab, gefolgt von neuronalen Netzen. Verschiedene Vorgehensweisen, um neuronale Netze und random forests zu verbessern waren erfolgreich, insbesondere die feature reduction. Letztere führte auch dazu, dass neuronale Netze random forests überholten. Weitere Verbesserungen erhoffen wir uns zum einen davon, neuronale Netze auf die EKG-Rohdaten anstatt auf die Charakteristika des MUSE-Algorithmus anzuwenden, und zum anderen davon, die Ergebnisse verschiedener Methoden des maschinellen Lernens zu kombinieren (model ensembling).

Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e. V. (DGK) mit Sitz in Düsseldorf ist eine gemeinnützige wissenschaftlich medizinische Fachgesellschaft mit mehr als 12.000 Mitgliedern. Sie ist die älteste und größte kardiologische Gesellschaft in Europa. Ihr Ziel ist die Förderung der Wissenschaft auf dem Gebiet der kardiovaskulären Erkrankungen, die Ausrichtung von Tagungen, die Aus-, Weiter- und Fortbildung ihrer Mitglieder und die Erstellung von Leitlinien. Weitere Informationen unter www.dgk.org