



^b
**UNIVERSITÄT
BERN**

Medizinische Fakultät der Universität Bern

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Medicine (M Med)

Prognosescores bei präklinischem Herz-Kreislauf- Stillstand – ein Überblick

Narrative Literaturrecherche

Vorgelegt am (09.04.2025) von

**Anne von Werdt
aus Bern**

Matrikelnummer 19-127-125

Co-Betreuung:

Dr. med. Karsten Klingberg

Dr. med. Stephan Ziegenhorn, EMBA-HSG

Universitätsklinik für Notfallmedizin, Medizinische Fakultät der Universität Bern

Arbeit unter Leitung von:

Prof. Dr. med. Wolf Hautz, MME

Universitätsklinik für Notfallmedizin, Medizinische Fakultät der Universität Bern

Inhaltsverzeichnis

1. Abkürzungsverzeichnis	3
2. Einleitung	4
3. Methode.....	7
4. Resultate	10
4.1 Prognosescores, welche den ROSC vorhersagen	16
4.2 Prognosescores, die das Überleben während des Spitalaufenthaltes einschätzen	17
4.3 Prognosecores, welche das Überleben respektive das neurologische Outcome bei Spitalentlassung einschätzen	18
4.4 Prognosescores, welche das neurologische Outcome respektive das Überleben nach 30 Tagen / 1 Monat vorhersagen.....	19
4.5 Prognosescores, welche das neurologische Outcome zu einem späteren Zeitpunkt vorhersagen	21
5. Diskussion	23
6. Literaturverzeichnis.....	29
7. Zusammenfassung	32
8. Hilfsmittel	33
9. Anhang	34
Erklärung	35

Sprachlicher Hinweis

Zur besseren Lesbarkeit der Sprache wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Dies geschieht ohne Diskriminierungsabsicht und bezieht sich auf alle Geschlechter gleichermassen.

1. Abkürzungsverzeichnis

AUC	= Area Under the Curve
BLS	= Basic Life Support
CPC	= Cerebral Performance Category
CPR	= Cardiopulmonary Resuscitation
CRP	= C-Reactive Protein
DALY	= Disability-Adjusted Life Years
ECPR	= Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation
ED	= Emergency Department
EMS	= Emergency Medical Services
GCS	= Glasgow Coma Scale
ICU	= Intensive Care Unit
IHCA	= In-Hospital Cardiac Arrest
OHCA	= Out-of-Hospital Cardiac Arrest
POC	= Point-of-Care Diagnostics
pVT	= Pulseless Ventricular Tachycardia
ROSC	= Return of Spontaneous Circulation
VF	= Ventricular Fibrillation

2. Einleitung

Der präklinische Herz-Kreislauf-Stillstand verursacht über 60% aller Todesfälle aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, welche wiederum die weltweit häufigste Todesursache darstellen.¹ Obwohl sich die Wiederbelebungsmaßnahmen verbessert haben und immer mehr Laien eine kardiopulmonale Reanimation (Cardiopulmonary Resuscitation, CPR) durchführen, liegt die Überlebensrate nach einem präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand (Out-of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA) weiterhin bei nur etwa 10%. Die Rate der Patienten mit Rückkehr des Spontankreislaufs (Return of Spontaneous Circulation, ROSC) ist jedoch etwa drei Mal so hoch wie die tatsächliche Überlebensrate.² Letztendlich überlebt die Mehrheit der Patienten, die nach einem OHCA ins Spital eingeliefert werden, trotzdem nicht, da irreversible ischämische und reperfusionsbedingte Hirnschäden auftreten.³

Das Outcome nach OHCA variiert signifikant zwischen verschiedenen Ländern.⁴ Unterschiede in der gesundheitlichen Versorgung vor Ort und den unterschiedlichen Systemen im Rettungswesen könnten mögliche Gründe dafür sein. Die Varianz kann insbesondere aufgrund der Unterschiede bei der Wiederbelebung durch Laien, der Qualität der Wiederbelebung und der Behandlung nach dem ROSC zustande kommen.⁴

In der Schweiz sind die Zahlen im Vergleich nicht besser. 2023 gab es in der Schweiz 7'207 registrierte OHCA. Davon wurden 30.7% mit ROSC und 7.9% unter fortlaufender Reanimation ins Spital gebracht. Die restlichen Patienten verstarben am Einsatzort. Insgesamt konnten 12% der Patienten das Spital lebend verlassen, wobei 93% dies mit einem guten neurologischen Outcome (Cerebral Performance Category (CPC) 1 und 2) konnten.⁵

Zur Bewertung des neurologischen Outcomes nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand wird die Cerebral Performance Category (CPC) verwendet. Sie wurde entwickelt, um den Grad der zerebralen Funktionsfähigkeit und Behinderung zu klassifizieren und reicht von 1 (gute zerebrale Leistungsfähigkeit) bis 5 (Hirntod). Meist wird ein CPC Wert von 1 und 2 mit gutem neurologischen Outcome und 3 bis 5 mit einem schlechten Outcome gleichgesetzt.⁶

Das Überleben und das neurologische Outcome nach OHCA ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Selbst nach dem Erreichen eines Spontankreislaufs benötigen sämtliche Patienten nach einem OHCA für eine gewisse Zeit eine intensivmedizinische Behandlung in einem spezialisierten Spital, was sehr ressourcen- und kostenintensiv ist.⁷ Trotzdem überleben auch dann nicht alle Patienten. Selbst unter denjenigen, welche einen ROSC erreichen, bleibt es initial fraglich, ob sie überleben und was sie langfristig für ein neurologisches Outcome erzielen. Daher sind neben der Reanimation auch die anschliessende intensivmedizinische

Versorgung und rehabilitative Massnahmen entscheidend für das Behandlungsergebnis. Aufgrund der hohen Kosten und den beschränkten Ressourcen ist es wichtig, den Zugang zu solchen Therapien mit gezielten Kriterien insbesondere den Patienten mit guten Chancen zu gewähren.⁷

Für das neurologische Outcome beim Herz-Kreislauf-Stillstand ist der Faktor Zeit entscheidend. Mit jeder Minute ohne Blutzirkulation und somit ohne suffiziente Durchblutung der lebenswichtigen Organe, sinken die Überlebenschancen drastisch.⁸ Es wurde gezeigt, dass eine längere No-Flow-Zeit (Zeitspanne zwischen dem Herz-Kreislauf-Stillstand und dem Beginn der kardiopulmonalen Reanimation) einen signifikante Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit eines guten neurologischen Outcome hat. Medizinische war die Prognose infaust, wenn die No-Flow-Zeit über 12 Minuten lag.⁸

Diese zeitkritischen Aspekte zeigen sich auch in der langfristigen Lebensqualität der Betroffenen. Der OHCA ist nicht nur eine häufige Todesursache, sondern auch führend bei der Morbidität. So landete der OHCA 2016 in den USA auf dem dritten Platz hinsichtlich der DALYs (Disability-Adjusted Life Years).⁹ Patienten, die nach einer erfolgreichen Reanimation mit neurologischen Defiziten oder anderen körperlichen Einschränkungen überleben, tragen massgeblich zur DALY-Belastung bei. Das bedeutet, dass selbst bei erfolgreicher Reanimation die verbleibenden Lebensjahre oft mit verminderter Lebensqualität verbunden sind. Die DALYs haben Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit, da sie nicht nur die Überlebensrate, sondern auch die durch Einschränkungen verlorenen gesunden Lebensjahre berücksichtigen.¹⁰

Die Erkenntnis, dass das Überleben nicht zwangsläufig mit gleicher Lebensqualität wie zuvor einhergeht, unterstreicht die Bedeutung des individuellen Reanimationsentscheides. Den Entscheid, ob man reanimiert werden möchte, kann jede Person für sich selbst treffen. Wichtig dabei ist aber, dass dieser Wille vor einer allfälligen Reanimation kommuniziert oder schriftlich festgehalten wurde. Wurde dies nicht gemacht, sind es oftmals die nächsten Angehörigen, die im Sinne des Patienten über dessen mutmasslichen Willen der Reanimation entscheiden müssen und damit massgeblich zu der laufenden Reanimationsentscheidung beitragen. Die Frage nach dem Reanimationswunsch sollte jeder im Spital hospitalisierten Person gestellt werden. Gespräche über das Thema Reanimation und Lebensende gestalten sich häufig schwierig und werden aus Zeitgründen oft kurzgehalten. Eine Studie zeigte, dass das potenzielle Überleben von der Bevölkerung überschätzt wird.¹¹ Diese Überschätzung eines guten neurologischen Outcomes nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand und persönliche Präferenzen scheinen die Meinung der Patienten deutlich zu beeinflussen.¹¹ Daher ist es wichtig, die Überlebenschancen bei der Diskussion über den Reanimationsstatus zu thematisieren.

Eine frühzeitige Vorhersage eines guten neurologischen Outcomes, insbesondere in den frühen Stadien der Behandlungsphase, bei laufender Wiederbelebung oder kürzlich erreichtem ROSC, ist komplex und basiert oft auf der klinischen Expertise des Behandlungsteams.¹² In der stressigen Schockraumsituation ist ein länger andauernder Versuch für das Überleben des Patienten keine Seltenheit und kann auch dann zu einem ROSC führen, wenn das Gehirn irreparabel geschädigt ist. Dies bringt das Behandlungsteam in eine schwierige Lage, da sie oft lange zögern, die Wiederbelebungsmassnahmen trotz schlechter Prognose zu beenden, um kein potenzielles Leben zu verlieren. Die Entscheidung wird zusätzlich durch mangelnde Erfahrung erschwert, welche für die Entwicklung der Fähigkeit zur klinischen Entscheidungsfindung bei Herz-Kreislauf-Stillstand notwendig ist.¹³ Wann eine Reanimation abgebrochen werden sollte, ist vor allem eine ethische Entscheidung. Das European Resuscitation Council gibt entsprechende Leitlinien vor. Darin sind nebst absoluten Kriterien, wie offensichtliche tödliche Verletzungen, vor allem relative Kriterien zur Unterstützung der Entscheidungsfindung enthalten. Keine dieser relativen Kriterien sollten allein betrachtet werden.¹² Ein Prognosescore, der diese Kriterien kombiniert und daraus deren eine Wahrscheinlichkeit berechnet, würde die Entscheidungsfindung unterstützen.

Frühzeitige Prädiktoren für das neurologische Outcome nach einem OHCA wären hilfreich, um die klinische Entscheidungsfindung im Akutfall zu unterstützen. Prognosescores, die schnell und einfach berechnet werden können, bieten dabei eine objektive Einschätzungshilfe. In der Literatur wurden bereits diverse Prognosescores beschrieben. Ein einfach anwendbarer Prognosescore könnte dabei helfen, Patienten mit einer günstigen neurologischen Prognose frühzeitig zu identifizieren, das Behandlungsteam bei klinischen Entscheidungen zu unterstützen und Angehörigen eine realistische Einschätzung der Zukunftsaussichten zu ermöglichen.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, verschiedene bereits entwickelte Prognosescores in der Literatur zu finden und diese zu vergleichen, um Gemeinsamkeiten, Unterschiede und deren Einfluss auf die klinische Entscheidungsfindung zu identifizieren. Das weitergehende Ziel war es, einen oder zwei Prognosescores zu finden, welche einfach und schnell im Schockraum anwendbar sind, um die klinische Entscheidungsfindung zu optimieren und Patienten mit einer Chance auf ein gutes neurologisches Outcome zu identifizieren.

3. Methode

Studiendesign

Diese Arbeit basiert auf einer narrativen Literaturrecherche mit dem Suchziel, bereits bekannte Prognosescores zur Vorhersage des neurologischen Outcomes, dazu wird hier auch das Überleben gezählt, bei Patienten nach einem OHCA zu identifizieren und zu analysieren.

Datenbank und Suchstrategie

Die Literaturrecherche wurde in der Datenbank MEDLINE unter Verwendung der Suchmaschine Ovid durchgeführt. Initial wurde eine Rückwärtssuche durchgeführt, um Schlüsselpublikationen zu finden. Anhand diesen wurde dann die Suchstrategie entwickelt. Dabei wurden sowohl MeSH-Terms (Medical Subject Headings) als auch freie Suchbegriffe verwendet. Folgende MeSH-Terms wurden verwendet: heart arrest, out-of-hospital cardiac arrest, resuscitation, cardiopulmonary resuscitation, advanced cardiac life support, Return of Spontaneous Circulation und prognosis. Zur gezielten Kombination relevanter Begriffe umfasst die Suchstrategie die Verwendung von Boolean-Operatoren (AND, OR).

Die verwendete Suchstrategie lautete:

1. heart arrest/ or out-of-hospital cardiac arrest/
2. (out of hospital adj2 arrest*).ti,ab,kf.
3. 1 or 2
4. resuscitation/ or cardiopulmonary resuscitation/ or advanced cardiac life support/
5. ("CPR" or "Resuscitation" or "Code Blue" or "Cardiac Life Support" or "ACLS" or "cardiovascular life support" or "cardiac advanced life support" or "Reanimation").ti,ab,kf.
6. 4 or 5
7. "Return of Spontaneous Circulation"/
8. ((return or recovery or restoration) adj2 spontaneous circulation).ti.
9. Prognosis/
10. ((prognosis or predictive or prediction or predicting) adj4 (score or scores or scoring)).ti,ab.
11. model.ti.
12. 7 or 8 or 9 or 10 or 11
13. 3 and 6 and 12
14. limit 13 to yr="1980 - 31.01.2025"

Einschlusskriterien

Es wurden ausschliesslich Studien berücksichtigt, die:

- zwischen 1980 und dem 31.01.2025 publiziert wurden,
- Prognosescores waren,
- das neurologische Outcome nach OHCA einschätzen,
- in englischer oder deutscher Sprache veröffentlicht wurden
- und Originalarbeiten waren.

Ausschlusskriterien

Es wurden sämtliche Studien ausgeschlossen, welche:

- keine Prognosescores sind. (Grund 1)
- bereits vorhandene Prognosescores nur vergleichen oder diese validierten. (Grund 2)
- Prognosescores sind, welche sich ausschliesslich auf pädiatrischen Patienten beziehen. (Grund 3)
- Prognosescores sind, welche sich nur auf innerklinische Herz-Kreislauf-Stillstände beziehen (In-Hospital Cardiac Arrest, IHCA). (Grund 4)
- Prognosescores sind, welche sich ausschliesslich auf traumatische Ursachen des Herz-Kreislauf-Stillstandes beziehen. (Grund 5)
- sich auf spezifische Reanimationssituationen beziehen, zum Beispiel wenn mit ECPR (Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation) therapiert wird. (Grund 6 „anderes“)
- Studien ohne verfügbare Volltexte sind. (Grund 6 „anderes“)
- in anderen Sprachen als Englisch oder Deutsch veröffentlicht wurden. (Grund 6 „anderes“)
- keine Anwendung im Schockraum finden. (Grund a)
- zur Anwendung eine künstliche Intelligenz benötigen. (Grund b)

Die gescreenten Studien wurden schriftlich in einem Excel dokumentiert, welches bei der Autorin angefordert werden kann. Zu den Gründen 6, a und b findet man im Anhang eine Liste mit der spezifischen Begründung pro Studie.

Screening und Auswahl der Literatur

Die identifizierten Studien wurden auf Basis von Titel und Abstract manuell gescreent.

Das Screening erfolgte durch eine einzelne Person. In diese Arbeit wurden sämtliche Studien eingeschlossen und analysiert, welche die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. Der Ablauf wurde im Schema nach PRISMA festgehalten.

Datenextraktion & Analyse

Aus den für diese Arbeit ausgewählten Studien wurden folgende Daten extrahiert und in einer Excel-Tabelle festgehalten: paper title, risk score, year of publication, first author, cohort type,

study site, study type, study period, study design, including validation, number of patients (N), age (years), male gender %, AUC, outcome predicted, number of items for score determination, components of score, calculation of score, includes laboratory values, solvable without tools und online tool available.

4. Resultate

Mittels der Literaturrecherche konnten 2658 Artikel identifiziert werden, von welchen 22 in diese Arbeit einbezogen wurden. Einen Überblick über das Screening gibt das PRISMA-Flussdiagramm in Abbildung 1.

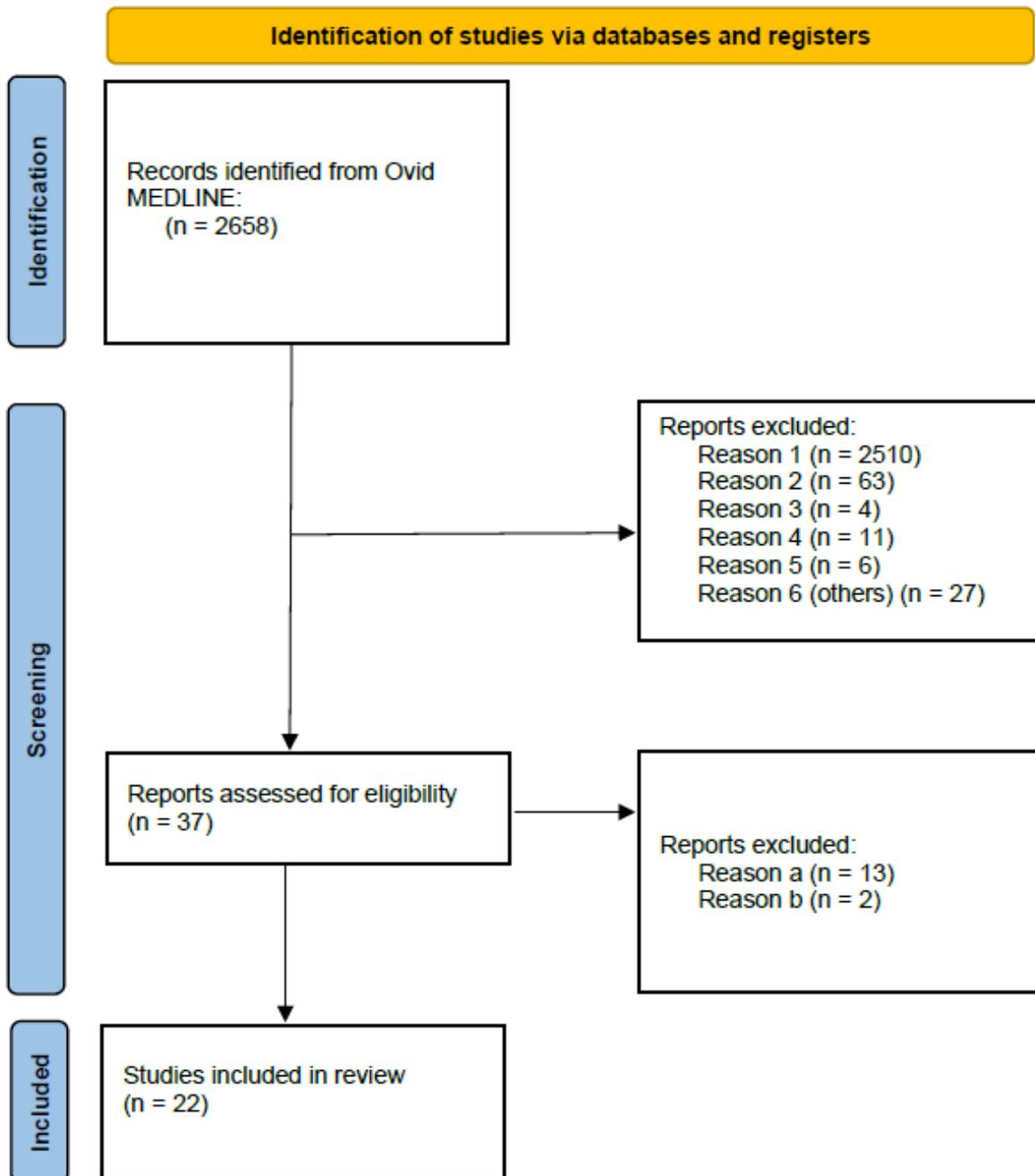


Abbildung 1: Angepasstes PRISMA-Flussdiagramm für die systematische Suche.

Aus der Literaturrecherche resultierten 6 Prognosescores, welche den ROSC vorhersagen, 1 Prognosescore, der die Mortalität im Spital versucht abzuschätzen, 7 Prognosescores, welche

sich auf das 30-Tage-Überleben beziehen, 6 Prognosescores, welche das Outcome bei Spitalentlassung abschätzen und 2 Prognosescores, die das Outcome im Follow-Up zu einem späteren Zeitpunkt einschätzen. Alle diese Prognosescores wurden spezifisch dafür entwickelt, das neurologische Outcome, dazu wird auch das Überleben gezählt, nach einem OHCA einzuschätzen. In Abbildung 2 sieht man eine Übersicht der Prognosescores über ihren Aussagezeitpunkt. In Tabelle 1 sind sämtliche Scores mit ihren Kernkomponenten wie Populationsgrösse, verwendeten Parametern oder AUC (Area Under the Curve) aufgelistet.

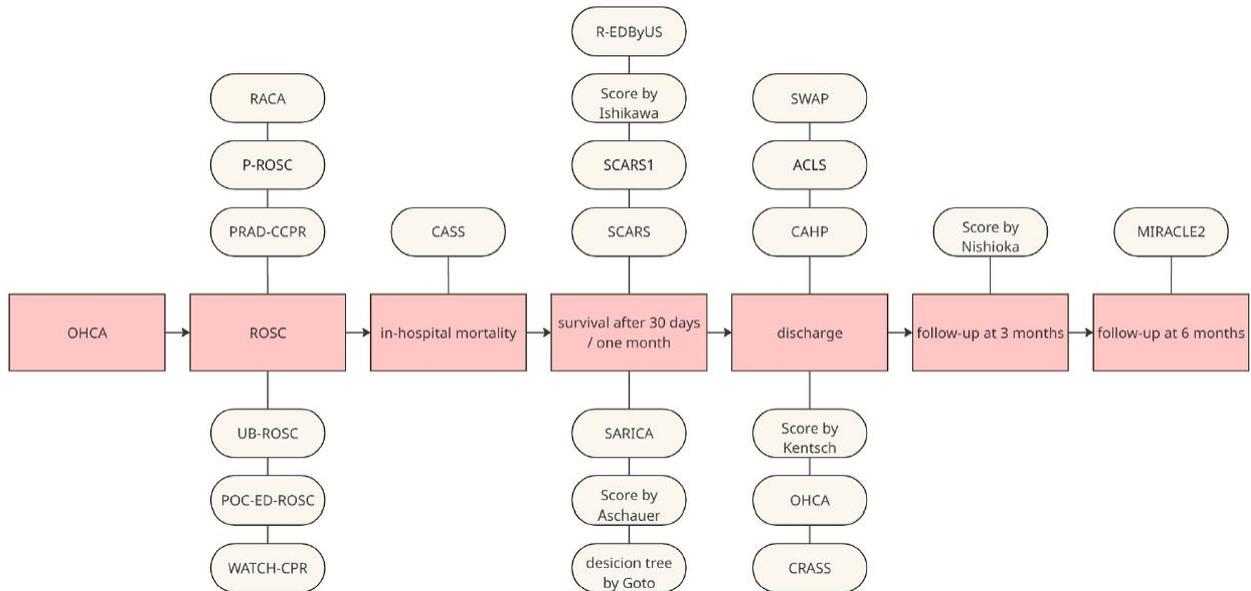


Abbildung 2: Übersicht der Prognosescore über ihren Aussagezeitpunkt

Tabelle 1: Verfügbare Prognosescores zur Vorhersage des neurologischen Outcomes nach einem präklinischen Herz-Kreislauf-Stillstand (OHCA)

paper title	risk score	year of publication	first author	cohort type	study site	study type	study period	study design	including validation	number of patients (N)	age (years)	male gender %	AUC	outcome predicted	number of items for score	components of score	calculation of score	includes laboratory values	usable without tools	online tool available
A practical risk score for early prediction of neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest: MIRACLE2	MIRACLE2	2020	Pareek	OHCA >18y with cardiac etiology	London, King's College Hospital, UK (D) vs Ljubljana, Slovenia/London, UK	single-center (D) vs. multicenter (V)	05/2012-03/2018	retrospective	yes	373 (D) vs. 473 (V)	64 (52-75) (D)	74.3 8 (D)	0.9 (D) vs 0.84/0.91 (V)	poor neurological outcome at 6-month follow-up (CPC 3-5)	7	missed arrest, initial non-shockable rhythm, non-reactivity of pupils, age, changing intra-arrest rhythms, low pH <7.20, epinephrine administration	0-10 points, the more points the worse the outcome	yes	yes	https://miracle2score.com/
A prediction tool for initial out-of-hospital cardiac arrest survivors	...	2014	Aschauer	OHCA with ROSC	Vienna, Austria	single-center	2000-2012	retrospective	yes	1'932	59 (D) vs. 61 (V)	72.5 vs. 72.2	0.81	survival after 30 days	4	age, adrenaline administered, minutes until ROSC, shockable rhythm	minus 4 to 91, the more points the higher the mortality rate	no	yes	No
An Utstein-based model score to predict survival to hospital admission: The UB-ROSC score	UB-ROSC	2020	Baldi	OHCA of any etiology	Pavia, Italy and Canton of Ticino, Switzerland	multicenter	01/2015-12/2018	prospective	yes	1962 (D) vs. 747 (V)	72.7 (SD 15.7) (D) vs. 73.7 (SD 16.1) (V)	62.3 (D) vs. 59.2 (V)	0.83 (D) vs. 0.77 (V)	survival to hospital admission	7	age, etiology, location, witnessed OHCA, bystander CPR, EMS arrival time, shockable rhythm	no logical distribution, points from -43 to 60, the higher the more likely ROSC	no	yes	https://www.sanmatt eo.org/site/home/ub-rosc-score.html
CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS) — A tool to predict good neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest	CRASS	2020	Seewald	OHCA >18y with ROSC or ongoing CPR	Germany	multicenter	01/2010-12/2017	retrospective	yes	9'791	67 (SD 15)	66.8 (D) vs. 67.3 (V)	0.88	probability of hospital discharge with good neurological outcome	12	age, initial rhythm, presumed etiology, mechanical CPR, pre-hospital dose of adrenaline, pre-emergency status, location of arrest, pre-hospital application of amiodarone, status at hospital admission, witnessed, duration of CPR, time between arrest, start of CPR	Negative regression coefficients were associated with a poorer chance of good outcome, while positive regression coefficients indicated a better chance of good outcome.	no	no	no
Decision-tree model for predicting outcomes after out-of-hospital cardiac arrest in the emergency department	decision-tree model	2013	Goto	OHCA >18y	Japan	multicenter	01/2005-12/2009	prospective	yes	390'226	74.8 (SD 14.7)	57.7	0.79 (D) vs. 0.81 (V)	survival with favorable neurological outcome (CPC 1-2) at 1 month. The secondary end point was survival at 1 month.	4	age, witnessed arrest, witnessed by EMS personnel, shockable initial rhythm	without point, flow chart	no	no	no
Derivation and Validation of the SWAP Score for Very Early Prediction of Neurologic Outcome in Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest	SWAP	2019	Shih	OHCA >20 years without ROSC	Taichung, Taiwan	single-center	01/2015-06/2017	prospective (D) vs. retrospective (V)	yes	852 (D) vs. 859 (V)	67.1 (SD 17.1) (D) vs. 68.4 (SD 16.9) (V)	62.2 (D) vs. 61.9 (V)	0.82 (D) vs. 0.87 (V)	good neurologic status at hospital discharge (CPC 1-2)	4	shockable rhythm, witness, age, pH	1 point each, 4 is unfavorable outcome	yes	yes	no

paper title	risk score	year of publication	first author	cohort type	study site	study type	study period	study design	including validation	number of patients (N)	age (years)	male gender %	AUC	outcome predicted	number of items for score	components of score	calculation of score	includes laboratory values	solvable without tools	online tool available
Development and validation of an interpretable prehospital return of spontaneous circulation (P-ROSC) score for patients with out-of-hospital cardiac arrest using machine learning: A retrospective study	P-ROSC	2022	Liu	OHCA >18y	Singapore, Japan, South Korea, Taiwan, Thailand, Malaysia, China, Philippines, Vietnam, Pakistan, India, Lebanon, and the United Arab Emirates (UAE)	multicenter	01/2009-06-2018	retrospective	yes	170'678	71.8 (training) vs. 71.7 (V) vs. 72.6 (test)	NR	0.8	ROSC	5	age, time to EMS arrival, first rhythm, arrest witnessed, prehospital drug administration	0-100, the more the better	no	yes	no
Development and validation of early prediction for neurological outcome at 90 days after return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest	...	2021	Nishioka	OHCA >18y with ROSC	Japan	multicenter	01/2013-12/2017	retrospective	yes	2'354	NR	NR	0.94 vs. 0.95	unfavorable neurological outcome at 90days (CPC 3-5)	10 resp . 15	age, bystander CPR, (no flow time), initial rhythm, rhythm on hospital, defibrillation, adrenaline use, advanced airway management, low flow time, GCS, (albumin, potassium, pH, lactate, pCO2, glucose)	complicated formula	no and yes	no	https://pcas-prediction.shinyapps.io/pcas_lasso_90d/
Development and validation of the SARICA score to predict survival after return of spontaneous circulation in out of hospital cardiac arrest using an interpretable machine learning framework	SARICA	2021	Wong	OHCA >18y with ROSC	Singapore	multicenter	04/2010-12/2018	retrospective	yes	5'970	57 (SD 17.8) (survival) vs. 66.5 (16.7) (died)	22.9 vs. 37.1 (died)	0.87	survival, defined as being discharged from the hospital alive or remaining alive in the hospital 30 days post arrest	3	age, initial rhythm, prehospital ROSC	0-10 points	no	yes	no
Early prediction of prognosis in out-of-hospital cardiac arrest	...	1990	Kentsch	OHCA	Hamburg, Germany	single-center	01/1987-12/1988	prospective	no	347	68.5 (±12.5)	73.7	NR	poor outcome = death or severe hypoxic brain damage at hospital discharge	6	age, initial rhythm, respiratory activity, aspiration, pupil shape, bystander resuscitation	0-7 points	no	yes	no
Neurological prognosis prediction upon arrival at the hospital after out-of-hospital cardiac arrest: R-EDByUS score	R-EDByUS	2024	Shimada	cardiogenic OHCA >18y	Japan	multicenter	2005-2019	retrospective	yes	942'891	73.0 (62-83) (ROSC) vs. 80 (70-87) (ongoing CPR)	68 (ROSC) vs. 56 (ongoing CPR)	0.85 (ROSC) vs. 0.87 (ongoing CPR)	1-month neurological outcome prediction after cardiogenic OHCA	5	age, time to ROSC, bystander CPR, witness, initial cardiac rhythm	nomogram to draw vertical lines, or points max. of 24 (ROSC) vs. 32 (ongoing CPR)	no	yes	https://r-edbyus.shinyapps.io/R-EDByUSscore/

paper title	risk score	year of publication	first author	cohort type	study site	study type	study period	study design	including validation	number of patients (N)	age (years)	male gender %	AUC	outcome predicted	number of items for score	components of score	calculation of score	includes laboratory values	solvable without tools	online tool available
Point-of-care testing for adult out-of-hospital cardiac arrest resuscitated at the ED to predict ROSC: Development and external validation of POC-ED-ROSC model	POC-ED-ROSC	2023	Huang	non-traumatic OHCA receiving CPR at the ED	Taiwan	single-center	01/2015-12/2020	retrospective	yes	876	71 (60-83)	63.1	0.75	predicting ROSC of OHCA at EDs	6	age, initial cardiac rhythm at ED, pre-hospital resuscitation duration, POC testing-measured blood levels of lactate, potassium and glucose	complicated formula	yes	no	https://chou2.chou-tw.com/index.php/rosc/
Predicting survival and neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest using machine learning: the SCARS model	SCARS	2023	Hessulf	OHCA	Sweden	multicenter	01/2010-12/2020	retrospective	yes	55'615	68.9 (SD 17.9)	66	0.97	30-days survival after out-of-hospital cardiac arrest	5 to 10	various parameters such as ROSC, consciousness in the ED, use of adrenaline, initial presentation, age	NR	yes	no	https://gocares.se/
Predicting survival with good neurological recovery at hospital admission after successful resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest: the OHCA score	OHCA	2006	Adrie	OHCA > 18y with ROSC for more than 1 hour	France	multicenter	1999-2005	prospective	yes	130(D) vs. 210 (V)	55 (IQR: 47-69)	72	0.82	neurological outcome (a good outcome as conscious and CPC 1 or 2) at hospital discharge	5	initial rhythm, estimated no-flow and low-flow intervals, blood lactate, creatinine levels	complicated formula	yes	no	no
Prediction of survival in out-of-hospital cardiac arrest: the updated Swedish cardiac arrest risk score (SCARS) model	SCARS-1	2024	Sultanian	OHCA	Sweden	multicenter	01/2010-12/2020	retrospective	yes	55'615	68.9 (SD 17.9)	66	0.94	30-days survival after out-of-hospital cardiac arrest	8	spontaneous Circulation on Arrival, conscious on Arrival, no breathing at arrival, cardiac arrest occurring in public place, administered adrenaline, initial Rhythm VF/pVT, normal breathing at arrival, defibrillation performed at any time	NR	no	no	https://gocares.se/
Predictive model of return of spontaneous circulation among patients with out-of-hospital cardiac arrest in Thailand: The WATCH-CPR Score	WATCH-CPR	2020	Amnuaypanan	OHCA transported to ED and required CPR	Pathum Thani Province, Thailand	single-center	06/2014-03/2018	retrospective	no	347	56.4 (SD 21.1)	64.3	0.78 (with the optimal score ≥ 2)	predicting sustained return of spontaneous circulation at the emergency department	3	witnessed arrest, time from arrest to chest compression, CPR duration	each parameter gives 1 point, total of 3, the more the better	no	yes	no
ROSC after cardiac arrest—the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest	RACA	2011	Gräsner	OHCA	Germany	multicenter	1998-2010	prospective	yes	5'471 (D) vs. 2'218 (V)	NR	67.8 (D)	0.71 (D) vs. 0.73 (V)	ROSC	8	gender, age, witnessed arrest, initial rhythm, bystander reanimation, location, presumable etiology, time until professionals arrival	calculation by using the logistic function	no	no	no

paper title	risk score	year of publication	first author	cohort type	study site	study type	study period	study design	including validation	number of patients (N)	age (years)	male gender %	AUC	outcome predicted	number of items for score	components of score	calculation of score	includes laboratory values	solvable without tools	online tool available
Sustained Return of Spontaneous Circulation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Developing a Predictive Model Based on Multivariate Analysis	PRAD-CCPR	2023	Huabbang yang	OHCA >18y	Bangkok, Thailand	single-center	01/2019-07/2022	retrospective	yes	930	63.9 (SD 18.3) (D) vs. 63.1 (SD 19) (V)	66	0.76	sustained ROSC at the scene	6	advanced airway management, defibrillation, CPR duration, glucose, pupil reflex, response time	0-15 points, the more the better, a score of at least 6 was the most suitable cutoff point in prediction of sustained ROSC	yes	yes	no
The ACLS Score: Predicting Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest	ACLS	1981	Eisenberg, Hallstrom, Bergner	OHCA before arrival of paramedics	King Country, Washington, USA	NR	04/1976-03/1979	NR	no	611	NR	NR	NR	survival to discharge	4	witnessed arrest, initial rhythm, bystander CPR, response time	The actual calculation of the ACLS score is as follows: 80%-(40% if not witnessed) - (40% if not VF or VT) - (20% if not bystander-initiated CPR) (paramedic response time in minutes x 5%) = % likelihood of discharge alive. Scores cannot be less than 0.	no	no	no
The CAHP (Cardiac Arrest Hospital Prognosis) score: a tool for risk stratification after out-of-hospital cardiac arrest	CAHP	2015	Maupain	OHCA with ROSC admitted to ICU	Paris, France	multicenter	05/2011-12/2012	prospective	yes	819	62 (SD 15.4)	69	0.93	poor neurological outcome (CPC 3-5) at hospital discharge	7	age, arrest setting, BLS to ROSC duration, pH, epinephrine, shockable rhythm, collapse to BLS duration,	nomogram to draw vertical lines	yes	yes	https://www.mdcalc.com/calc/10297/cah-p-cardiac-arrest-hospital-prognosis-score#why-use
The cardiac arrest survival score: A predictive algorithm for in-hospital mortality after out-of-hospital cardiac arrest	CASS	2019	Balan	OHCA with ROSC	Houston, Texas, USA	multicenter	01/2007-12/2015	retrospective	yes	3'952	63 (SD 15.4)	58	0.72	in-hospital mortality	5	age>75, unwitnessed arrest, arrest at home, no bystander reanimation, non-shockable initial rhythm	Different weighted value, 0-20 points	no	yes	no
Usefulness of a Simple Prognostication Score in Prediction of the Prognoses of Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrests	...	2013	Ishikawa	OHCA>18 years with internal cause	Kanagawa, Japan	single-center	07/2008-06/2010	retrospective	no	750	71 (±1)	60	NR	survival at 1 month and favorable neurological outcome (CPC 1-2)	10	witnessed cardiac arrests, bystander-initiated CPR, VF/pulseless VF as the initial cardiac rhythm, ROSC before arrival at the hospital, the presence of light reflex, cardiac origin as the etiology of cardiac arrests, GCS ≥ 5.0 on arrival, Arterial blood pH ≥ 7.0, Serum K+ ≤ 5.0 mEq/L, CRP ≤ 0.3 mg/dL	0-10, 1 point each parameter	yes	yes	no

4.1 Prognosescores, welche den ROSC vorhersagen

UB-ROSC¹⁴ (2020)

Dieser Score wurde in einer prospektiven Studie anhand von auf Utstein-basierenden Kriterien mit 2'709 Patienten entwickelt. Inkludiert wurden OHCA's sämtlicher Ätiologien. Die AUC betrug in der Entwicklungskohorte 0.83. Folgende sieben Parameter werden für die Berechnung benötigt: Alter, Ätiologie des OHCA, Ort, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Laienreanimation, Zeit bis Rettungsdienst vor Ort und schockbarer Herzrhythmus. Der UB-ROSC-Score ist ein Score, der die Überlebenschancen bis zur Krankenhauseinweisung eines OHCA-Patienten vorhersagt. Er soll dabei helfen, realistische Erwartungen hinsichtlich des Erreichens eines anhaltenden ROSC während der Wiederbelebungsmaßnahmen festzulegen. Ein Scorerechner ist online öffentlich zugänglich.

RACA (ROSC After Cardiac Arrest)¹⁵ (2011)

Der Score wurde in einer prospektiven Studie mit 7'689 Patienten entwickelt. Er dient der Vorhersage eines ROSC am Einsatzort. Inkludiert wurden sämtliche OHCA's und die AUC in der Entwicklungskohorte betrug 0.71. Für dessen Berechnung benötigt man folgende acht Parameter: Geschlecht, Alter, Ätiologie des Herz-Kreislauf-Stillstandes, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Ort, initialer Herzrhythmus, Laienreanimation, Zeit bis Ankunft des Rettungsdienstes. Als ROSC wurde in dieser Studie ein palpabler Puls von mehr als 20 Sekunden definiert. Dieser Score verwendet eine kompliziertere Formel zum Berechnen, ebenfalls existiert kein Scorerechner online.

P-ROSC (Prehospital ROSC)¹⁵ (2022)

Der Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 170'678 Patienten entwickelt. Er inkludiert sämtliche OHCA's über 18 Jahre und die AUC beträgt 0.8. Er dient der Vorhersage eines ROSC, welcher als vorübergehender oder anhaltender Puls definiert wurde. Für dessen Berechnung benötigt man folgende fünf Parameter: Alter, Zeit bis Ankunft des Rettungsdienstes, initialer Herzrhythmus, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand und präklinische Medikamentenabgabe. Es gibt keinen online verfügbaren Scorerechner.

PRAD-CCPR¹⁶ (2023)

Der Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 930 Patienten entwickelt. Inkludiert wurden OHCA's über 18 Jahre und die AUC beträgt 0.76. Er dient der Vorhersage eines anhaltenden ROSC, was als „keine Thoraxkompressionen über 20 Minuten und Kreislauf für mehr als 20 Minuten“ definiert wurde. Für dessen Berechnung benötigt man folgende sechs Parameter, welche zugleich auch das Akronym darstellen: Pupillenreflex, Zeit bis Ankunft des Rettungsdienstes (response time), Atemwegmanagement, Defibrillation, kapilläre Blutglucose

und CPR-Dauer. Je mehr Punkte umso besser, ab 6 Punkten kann man mit einem anhaltenden Kreislauf rechnen. Es gibt keinen online Scorerechner.

WATCH-CPR (Witnessed Arrest, Time from arrest to Chest compression-CPR duration) score¹⁷ (2020)

Der Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 347 Patienten entwickelt. Inkludiert wurden OHCA, welche CPR erhielten und ins Spital gebracht wurden. Die AUC beträgt 0.78. Er dient der Vorhersage eines anhaltenden ROSC, was als „keine Thoraxkompressionen über 20 Minuten und Kreislauf für mehr als 20 Minuten“ definiert wurde. Für dessen Berechnung benötigt man folgende drei Parameter: beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Zeit bis Beginn der Thoraxkompressionen und Dauer der Thoraxkompressionen. Je mehr Punkte umso besser, ab 2 Punkten kann man einen anhaltenden Kreislauf erwarten. Es gibt keinen online Rechner.

POC-ED-ROSC (Point-Of-Care Emergency Department ROSC)¹⁸ (2023)

Der Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 876 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden nicht-traumatische OHCA, welche CPR in der Notfallstation erhielten. Die AUC beträgt 0.75. Er dient der Vorhersage eines ROSC nach OHCA in der Notfallstation, bei Patienten, die im Spital noch reanimiert werden. ROSC wurde definiert als palpabler Puls für mehr als 20 Sekunden. Für dessen Berechnung benötigt man folgende sechs Parameter: Alter, initialer Herzrhythmus, präklinische Reanimationsdauer, Lactat-, Kalium- und Glucosewert. In der Studie gibt es einen Link zu einem online Scorerechner. Der angegebene Link führte zum Zeitpunkt des Zugriffs (letztmals 06.04.2025) zu einer nicht mehr verfügbaren Seite.

4.2 Prognosescores, die das Überleben während des Spitalaufenthaltes einschätzen

CASS (Cardiac Arrest Survival Score)¹⁹ (2019)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 3'952 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA mit ROSC und die AUC beträgt 0.72. Er dient dazu, die Sterblichkeit im Spital einzuschätzen. Zur Berechnung muss man folgende fünf Parameter kennen: Alter über 75, unbeobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Herz-Kreislauf-Stillstand zu Hause, Laienreanimation und initialer Herzrhythmus. Es gibt keinen Scorerechner online, aufgrund der wenigen Parametern und der möglichen Punktzahl zwischen 0 und 20 ist er aber berechenbar. Je weniger Punkte, umso besser ist die Wahrscheinlichkeit für das Überleben.

4.3 Prognosecores, welche das Überleben respektive das neurologische Outcome bei Spitalentlassung einschätzen

Score von Kentsch et al.²⁰ (1990)

Dieser Score wurde in einer prospektiven Studie mit 347 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden sämtliche OHCA. Er versucht ein schlechtes Outcome bei Spitalentlassung, was hier mit dem Tod oder schwerem Hirnschaden definiert wird, vorherzusagen. Für dessen Berechnung benötigt man folgende sechs Parameter: Alter, initialer Herzrhythmus, respiratorische Aktivität, Aspiration, Pupillenform und Laienreanimation. Es gibt keinen online Scorerechner.

SWAP²¹ (2019)

Der Score wurde in einer Studie mit 1'711 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden Personen über 20 Jahre mit OHCA und ROSC. Die AUC in der Entwicklungskohorte beträgt 0.82. Er versucht ein gutes neurologisches Outcome (CPC 1-2) bei Spitalentlassung vorherzusagen. Der Name dieses Scores setzt sich aus den zu verwendenden Parametern zusammen. Der Prognosescore setzt sich aus den folgenden vier Parametern zusammen: schockbarer Rhythmus, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand (witnessed arrest), Alter und pH-Wert. Es gibt keinen online Scorerechner. Da aber pro Kategorie nur ein Punkt vergeben wird, ist er einfach zu berechnen. Je mehr Punkte, desto schlechter das Outcome.

CRASS (CaRdiac Arrest Survival Score)²² (2020)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 9'791 Patienten entwickelt. In der Studie wurden Personen über 18 Jahre mit OHCA und ROSC oder fortlaufender CPR eingeschlossen. Die AUC beträgt 0.88. Es versucht die Wahrscheinlichkeit einer Spitalentlassung mit gutem neurologischem Outcome vorherzusagen. Für dessen Berechnung benötigt man folgende zwölf Parameter: Alter, initialer Herzrhythmus, vermutete Ätiologie, mechanische Reanimation, Adrenalindosis (Adrenalin = Epinephrin) vor Spitaleinlieferung, Status vor dem Notfall, Ort des Herz-Kreislauf-Stillstandes, Anwendung von Amiodaron vor der Spitaleinlieferung, Status bei Krankenhausaufnahme, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Dauer der Reanimation und Zeit zwischen Herz-Kreislauf-Stillstand und Beginn der Reanimation. Es gibt keinen online Scorerechner.

OHCA (Out-of-hospital-arrest)²³ (2006)

Dieser Score wurde in einer prospektiven Studie mit 340 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA über 18 Jahre mit ROSC für mehr als eine Stunde. Die AUC beträgt 0.82. Er versucht das neurologische Outcome bei Spitalentlassung vorherzusagen. Für dessen Berechnung benötigt man folgende fünf Parameter: initialer Herzrhythmus, geschätzte No-Flow- und Low-Flow-Zeit (Zeitspanne zwischen dem Beginn der kardiopulmonalen

Reanimation und dem ROSC), Serumlaktat und Kreatininwert. Es gibt keinen online Scorerrechner.

CAHP (Cardiac Arrest Hospital Prognosis)²⁴ (2015)

Dieser Score wurde in einer prospektiven Studie mit 819 Patienten entwickelt. Er dient dazu, ein schlechtes neurologisches Outcome (CPC 3-5) bei Spitalentlassung abzuschätzen. Eingeschlossen wurden Personen mit OHCA und ROSC, welche auf eine Intensivstation gebracht wurden. Die AUC beträgt 0.93. Um den Score zu berechnen werden folgende sieben Parameter benötigt: Alter, nicht-defibrillierbarer Herzrhythmus, Zeit vom Herz-Kreislauf-Stillstand bis Start Reanimation, Zeit von Reanimationsstart bis ROSC, Ort, Adrenalin-Gabe und pH-Wert. Ein Scorerrechner ist online öffentlich zugänglich.

ACLS²⁵ (1981)

Dieser Score wurde in einer Studie mit 611 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA, welche vor Ankunft des Rettungsdienstes eingetreten sind. Er versucht das Überleben bei Spitalentlassung vorherzusagen. Für dessen Berechnung benötigt man folgende vier Parameter, welche zugleich auch das Akronym des Scorenamens darstellen: beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand (arrest witnessed), initialer Herzrhythmus (cardiac rhythm), Laienreanimation (lay bystander cardiopulmonary resuscitation) und Zeit bis Rettungsdienst vor Ort (speed). Die Studie ist nicht sehr ausführlich, daher fehlen uns viele Informationen zu diesem Score.

4.4 Prognosescores, welche das neurologische Outcome respektive das Überleben nach 30 Tagen / 1 Monat vorhersagen

Entscheidungsbaum von Goto²⁶ (2013)

Dieser Score wurde in einer prospektiven Studie mit 390'226 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA über 18 Jahren. Die AUC beträgt in der Entwicklungskohorte 0.79. Er versucht das Überleben mit gutem neurologischen Outcome (CPC 1-2) nach einem Monat einzuschätzen. Dies ist der einzige Score, der als Entscheidungsbaum funktioniert und nicht mittels Punkten berechnet wird. Für dessen Berechnung benötigt man folgende vier Parameter: beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, schockbarer initialer Herzrhythmus, Alter und beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand durch den Rettungsdienst. Es gibt kein Fussdiagramm online.

SARICA (Survival After ROSC In Cardiac Arrest)²⁷ (2021)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 5'970 Patienten entwickelt. Inkludiert wurden OHCA über 18 Jahre mit ROSC. Die AUC beträgt 0.87. Er dient dazu, zum Zeitpunkt der Spitaleinweisung die Überlebenschancen bis zur Spitalentlassung respektive 30 Tage nach

Einweisung vorherzusagen. Zur Berechnung muss man folgende drei Parameter kennen: Alter, initialer Herzrhythmus und präklinischer ROSC. Es gibt keinen Scorerechner online, aufgrund der wenigen Parametern und der möglichen Punktzahl zwischen 0 und 10 ist er aber einfach im Kopf zu berechnen.

Score von Aschauer²⁸ (2014)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 1'962 Patienten entwickelt. In die Studie wurden Personen mit OHCA und anschliessendem ROSC eingeschlossen. Die AUC beträgt 0.81. Er soll helfen, das Überleben nach 30 Tagen besser abschätzen zu können. Folgende vier Parameter werden zum Berechnen benötigt: Alter, Adrenalin-Gabe, schockbarer Herzrhythmus, Zeit bis zum ROSC. Es gibt keinen online Scorerechner.

R-EDbyUS²⁹ (2024)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 942'891 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA's über 18 Jahre mit kardiogener Ursache. Die Personen wurden in zwei Kohorten unterteilt, eine mit fortlaufender CPR und eine mit ROSC bei Spitaleinlieferung. Die AUC beträgt 0.85 in der ROSC-Kohorte und 0.87 in der fortlaufenden CPR-Kohorte. Er dient der Vorhersage des neurologischen Outcomes nach einem Monat. Der Name setzt sich zufällig aus Buchstaben der Parameter und ROSC zusammen. Zur Berechnung braucht es folgende fünf Parameter: Alter, Zeit bis ROSC, Laienreanimation, beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand und initialer Herzrhythmus. Es gibt online einen öffentlichen Scorerechner.

SCARS³⁰ (2023)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 55'615 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden sämtliche OHCA's in Schweden zwischen 2010 und 2020. Die AUC beträgt 0.97. Er dient dazu, zum Zeitpunkt der Spitaleinweisung die Überlebenschancen nach 30 Tagen vorherzusagen. Zur Berechnung muss man fünf bis zehn Parameter kennen. Unter anderem, ob ROSC vorhanden ist, der Patient bei Bewusstsein bei Spitaleinweisung, Adrenalingabe, Alter und initiale Präsentation. Weder die Anzahl noch die verwendeten Parameter wurden genauer angegeben. Es gibt online einen öffentlichen Scorerechner, welcher auch benötigt wird, da in der Studie nichts über die Punkteverteilung gesagt wird. Wichtig ist, dass dieser Score geupdatet wurde, also ist der online Scorerechner nicht mehr der erste entwickelte Score.

SCARS-1³ (2024)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 55'615 Patienten entwickelt. Es ist die Weiterentwicklung vom initialen SCARS Score. Eingeschlossen wurden sämtliche OHCA's in

Schweden zwischen 2010 und 2020. Die AUC beträgt 0.94. Er dient dazu, zum Zeitpunkt der Spitaleinweisung die Überlebenschancen nach 30 Tagen vorherzusagen. Zur Berechnung muss man folgende acht Parameter kennen: Spontankreislauf bei Ankunft, bei Ankunft im Spital bei Bewusstsein, Atmung bei Ankunft, Herz-Kreislauf-Stillstand an einem öffentlichen Ort, Verabreichung von Adrenalin, initialer Herzrhythmus, normale Atmung bei Ankunft und ob eine Defibrillation durchgeführt wurde. Für dessen Entwicklung wurden diverse Modelle mit maschinellem Lernen verwendet. Es gibt einen online Scorerechner, welcher notwendig ist, da in der Studie nichts über die Punkteverteilung gesagt wird.

Score von Ishikawa³¹ (2013)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie in Japan mit 750 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden OHCA's über 18 Jahren mit medizinischer Ursache. Er dient dazu, das Überleben nach einem Monat und das gute neurologische Outcome (CPC 1-2) nach 30 Tagen vorherzusagen. Zur Berechnung muss man folgende zehn Parameter kennen: beobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, Laienreanimation, initialer Herzrhythmus, präklinischer ROSC, Pupillenreflex, kardiogene Ursache des Herz-Kreislauf-Stillstandes, GCS (Glasgow Coma Scale) bei Spitalankunft, arterieller pH-Wert, Kaliumwert und CRP-Wert. Es gibt keinen Scorerechner online, aufgrund der wenigen Parametern und der möglichen Punktzahl zwischen 0 und 10 ist er aber einfach zu berechnen. Bei der Entwicklung des Scores wurde festgestellt, dass die Aussagekraft altersabhängig ist. Das heisst, dass ältere Leute hier einen höheren Score brauchen für ein gutes Outcome.

4.5 Prognosescores, welche das neurologische Outcome zu einem späteren Zeitpunkt vorhersagen

MIRACLE2³² (2020)

Der Score wurde in einer retrospektiven Kohortenstudie mit 846 Patienten erhoben. Inkludiert wurden OHCA's über 18 Jahre mit kardiogener Ursache. Die AUC beträgt in der Entwicklungskohorte 0.9. Der Score wurde entwickelt, um ein schlechtes neurologisches Outcome (CPC 3-5) nach 6 Monaten vorherzusagen. Der Name dieses Scores setzt sich aus den zu verwendenden Parametern zusammen. Folgende sieben Parameter werden verwendet: unbeobachteter Herz-Kreislauf-Stillstand, initialer Herzrhythmus, Pupillenreflex, Alter, wechselnder Herzrhythmus, pH-Wert und Adrenalin-Gabe. Ein Scorerechner ist online öffentlich zugänglich.

Score von Nishioka³³ (2021)

Dieser Score wurde in einer retrospektiven Studie mit 2'354 Patienten entwickelt. Eingeschlossen wurden Personen über 18 Jahre mit OHCA und ROSC. Es dient der Einschätzung eines schlechten neurologischen Outcomes nach 90 Tagen (CPC 3-5). Es

wurden zwei Scores entwickelt, einer inklusive Laborwerte und einer entsprechend ohne. Die AUC beträgt 0.94 ohne Laborwerte und 0.95 mit Laborwerten. Für die Berechnung der Scores müssen zehn respektive fünfzehn Parameter bekannt sein. Folgende acht Parameter müssen bei beiden Scores zur Berechnung bekannt sein: Alter, Laienreanimation, initialer Herzrhythmus, Herzrhythmus bei Spitaleinlieferung, Defibrillation, Adrenalin-Gabe, erweitertes Atemwegsmanagement, Low-Flow-Zeit und GCS. Zusätzlich wird für den Score ohne Laborwerte die No-Flow-Zeit benötigt. Für den Score mit Laborwerten sind die Werte von Albumin, Kalium, pH, Laktat, pCO₂ und Glukose erforderlich. Es gibt einen Scorerechner online für beide Scores.

5. Diskussion

Das Ziel war es in der Literatur möglichst viele Prognosescores für das neurologische Outcome nach OHCA zu finden, welche im Schockraum anwendbar sind. Mit der Literaturrecherche konnten insgesamt 22 Prognosescores identifiziert und analysiert werden.

Es fällt auf, dass die Frage nach einem Prognosescore offenbar in den letzten Jahren zunehmend das Interesse der Forschung geweckt hat. Dies zeigt sich daran, dass 14 der 22 untersuchten Scores in den vergangenen sechs Jahren (2019-2024) entwickelt wurden, während lediglich 2 Scores (ACLS und Score von Kentsch et al.) bereits vor dem Jahr 2000 entstanden sind. Die zeitliche Verteilung würde sich mit einem steigenden Interesse an Prognoseinstrumenten erklären lassen. Mögliche weitere Gründe könnten eine verbesserte digitale Datenverfügbarkeit und die Verwendung moderner statistischer Methoden sein.

Es zeigt sich, dass die untersuchten Prognosescores überwiegend von Studien aus Europa und Asien stammen, mit jeweils 10 Scores aus diesen Regionen. Hingegen stammen lediglich zwei Scores aus den USA (CASS und ACLS), während kein einziger Score aus Afrika, Südamerika oder Australien kommt. Diese regionale Verteilung deutet darauf hin, dass die Forschung zur Entwicklung und Validierung solcher Scores von geografischen und gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen geprägt ist. Diese Unterschiede unterstreichen die Notwendigkeit, Prognosescores in einem breiteren globalen Kontext zu validieren, um ihre Anwendbarkeit auf unterschiedliche Bevölkerungsgruppen und Gesundheitssysteme sicherzustellen.

Die untersuchten Prognosescores wurden auf unterschiedlich grossen Patientenkohorten entwickelt. Während die kleinste Studie (OHCA) lediglich 340 Patienten umfasste, basiert der grösste Score (R-EDByUS) auf einer Populationsgrösse von 942'891 Patienten. Diese Spannweite, in der Grösse der Studienpopulationen, kann einen Einfluss auf die Qualität und Aussagekraft der einzelnen Scores haben. Grössere Studiengruppen ermöglichen in der Regel bessere statistische Analysen und eine bessere Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Kleinere Studien hingegen bergen ein Risiko für statistische Verzerrungen, da sie anfälliger für Zufallseffekte sind.³⁴

Für die Entwicklung der identifizierten Prognosescores wurden nur in 7 von 21 Fällen (in einem Fall war es nicht der Studie zu entnehmen²⁵) prospektive Studien durchgeführt. Dies lässt sich damit erklären, dass prospektive Studien deutlich zeitaufwendiger und ressourcenintensiver sind, da die erforderlichen Daten erst über einen längeren Zeitraum erhoben werden müssen. Der Vorteil dieser Studienform liegt darin, dass gezielt standardisierte Daten erfasst werden können, die in retrospektiven Analysen oft nur unvollständig verfügbar sind. Dadurch lassen

sich potenzielle Verzerrungen reduzieren und genauere Zusammenhänge zwischen klinischen Parametern und Outcome untersuchen.³⁵

Im Vergleich der Prognosescores fällt auf, dass die Spannbreite der AUC-Werte breit ist. Sie reicht von 0.71 (RACA) bis hin zu 0.97 (SCARS). Bemerkenswert ist, dass viele der neueren Scores eine höhere AUC aufweisen. Dies lässt sich unter anderem auf grössere Patientenkollektive, präzisere Auswahl von Outcome-Parametern und den Einsatz moderner statistischer Methoden, wie maschinellem Lernen, zurückführen. Wichtig ist jedoch, dass eine hohe AUC in der Entwicklungskohorte nicht zwangsläufig eine gute externe Validität garantiert.

In dieser Recherche wurden reine Validierungsstudien explizit ausgeschlossen. Es wurde daher angenommen, dass kaum Daten zur Validierung dieser Prognosescores verfügbar sein würden, was nicht zutraf. Tatsächlich wurden von allen identifizierten Prognosescores lediglich vier nicht bereits im Rahmen ihrer Entwicklung durch eine Validierungskohorte auf ihre Zuverlässigkeit überprüft. Dies unterstreicht, dass viele dieser Prognosescores nicht nur unter Forschungsbedingungen funktionieren, sondern auch in anderen Populationen anwendbar sind. Somit ist die potenzielle Aussagekraft der Scores besser als zunächst vermutet.³⁶ Trotzdem bleibt es wichtig, diese Prognosescores in prospektiven grösseren Kohortenstudien zu testen.

Grob unterteilen kann man die gefundenen Prognosescores in zwei Hauptkategorien: jene, die den ROSC vorhersagen, und solche, die das neurologischen Outcome respektive das Überleben nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand einschätzen.

Scores, die den ROSC vorhersagen, helfen bei der Entscheidung, wie lange die Reanimation fortgesetzt werden sollte, und erleichtern zudem das Gespräch mit den Angehörigen über das weitere Vorgehen. Ein erfolgreicher ROSC garantiert jedoch nicht ein gutes neurologisches Outcome.² Von den gefundenen Prognosescores haben sich 6 auf die Vorhersagen des ROSC beschränkt, wobei dieser als Ziel unterschiedlich definiert wurde. In den Prognosescores POC-ED-ROSC und RACA wird der ROSC lediglich mit «Kreislauf mit palpablem Puls für mehr als 20 Sekunden» definiert. Da dies keinen anhaltenden Kreislauf darstellt, sind diese Prognosescores für die Anwendung im Schockraum nur begrenzt hilfreich, da sie das langfristige Überleben und Outcome nicht zuverlässig vorhersagen. Da sind der WATCH-CPR und der PRAD-CCPR besser, da der ROSC bei diesen mit mindestens 20 Minuten anhaltendem Kreislauf definiert wurde. Der UB-ROSC Score macht diesbezüglich keine Angaben, dort wird der ROSC als „anhaltender ROSC“ definiert, wenn die Person mit Kreislauf im Spital übergeben wurde.

Prognosescores, welche das Überleben respektive das langfristige neurologische Outcome vorhersagen, sind im klinischen Alltag von grösserer Bedeutung als welche, die nur den ROSC prognostizieren, da sie eine Entscheidungsgrundlage für die bevorstehende Therapieentscheidung bieten. Es konnten 7 Prognosescores identifiziert werden, die eine Prognose nach 30 Tagen liefern, sowie 6 Prognosescores, die das Outcome zum Zeitpunkt der Entlassung vorhersagen. Ob sich diese Endpunkte nicht teilweise in den Prognosescores überschneiden, kann nicht gesagt werden, aber es wird vermutet. Wer nach mehr als 30 Tagen erst entlassen wird, sollte theoretisch in zwei verschiedenen Scores, zum 30-Tage Outcome und zum Outcome bei Spitalentlassung, diesbezüglich das gleiche Outcome haben. Darüber hinaus gibt es jeweils einen Score, der die klinische Mortalität, das 90-Tage-Outcome und das 6-Monats-Outcome einschätzt. Diese Prognosescores ermöglichen eine genauere Einschätzung der langfristigen Auswirkungen auf das neurologische Outcome nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand.

Für die Berechnung der Prognose werden je nach Score zwischen 3 und 15 Parameter verwendet. Hier stellt sich die Frage, ob ein Prognosescore genauer ist, wenn er mehr Parameter einbezieht. Eine grössere Anzahl an Parametern führt tendenziell zu einer differenzierteren Prognoseeinschätzung, da mehr Faktoren ein breiteres Abbild geben. Wenn nur wenige Parameter verwendet werden, aber diese dafür besser validiert sind, kann auch dies einen klinischen Vorteil haben, da der Prognosescore so schneller zu berechnen ist und gleichzeitig eine hohe Zuverlässigkeit hat. Ein kompakter Score mit nicht zu vielen, aber relevanten Parametern wäre ideal für die klinische Anwendung.

Die am häufigsten verwendeten Parameter in den untersuchten Prognosescores waren der initiale Herzrhythmus (in 20 von 22 Scores) und das Alter (in 16 von 22 Scores). Dies deutet darauf hin, dass diese beiden Faktoren einen essenziellen Einfluss auf das Outcome haben, da diese Parameter sonst nicht so häufig verwendet worden wären. In allen Scores, die das Alter berücksichtigen, wird ein höheres Alter mit einer schlechteren Prognose assoziiert. Dies spiegelt die Tatsache wider, dass ältere Patienten häufig eine geringere physiologische Reserve, mehr Vorerkrankungen und eine reduzierte Erholungsfähigkeit nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand aufweisen.³⁷ Darüber hinaus zeigte sich, dass ein initialer schockbarer Rhythmus, also Kammerflimmern (VF) oder pulslose ventrikuläre Tachykardie (pVT), mit einer höheren Überlebenschance und einem besseren neurologischen Outcome verbunden ist. Dies liegt daran, dass schockbare Rhythmen häufig durch eine frühzeitige Defibrillation erfolgreich behandelt werden können.¹²

In 8 von 22 untersuchten Prognosescores wurden Laborparameter einbezogen. Diese Parameter sind jedoch präklinisch selten verfügbar und stehen meist auch nicht unmittelbar bei

der Spitaleinlieferung zur Verfügung. Dies bedeutet, dass die Berechnung solcher Scores zeitaufwendiger und komplexer ist, da zunächst Laborwerte bekannt sein müssen. Dennoch handelt es sich bei den häufig verwendeten Parametern, wie pH-, Glukose-, Laktat- oder Kaliumwert, um Werte, die durch eine Blutgasanalyse schnell bestimmt werden können. Die Blutgasanalyse wird zunehmend auch als präklinisches diagnostisches Tool und nicht nur im Spital eingesetzt.³⁸ Diese Parameter liefern Informationen über den metabolischen und hämodynamischen Zustand des Patienten und können somit relevante Faktoren für die Prognose sein. Trotz der verzögerten Verfügbarkeit können sie somit eine wichtige Rolle bei der klinischen Entscheidungsfindung spielen.³⁸

Die Verwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) bei der Entwicklung von Prognosecores bietet ein grosses Potenzial, insbesondere in der Auswertung und Aufbereitung von Datensätzen. KI-Algorithmen können helfen, aus bekannten Patientendaten neue Parameter zu erkennen, die bisher unentdeckt geblieben sind. Diese zusätzlichen Parameter könnten nicht nur die Genauigkeit der Scores weiter verbessern, sondern auch dazu beitragen, die Qualität der angewendeten Reanimationsmassnahmen zu optimieren. Der SCARS-1 Prognosecore wurde unter Verwendung von KI-basierten Algorithmen im Bereich des maschinellen Lernens entwickelt, um dessen Vorhersagekraft und Genauigkeit zu erhöhen. Solche KI-gestützten Ansätze ermöglichen eine Analyse, die auf komplexen, mehrdimensionalen Daten basiert.³⁹

Ein weiterer relevanter Aspekt ist die Praktikabilität der Scores im klinischen Alltag. Für eine Anwendung eines Prognosecores im Schockraum ist es von Vorteil, wenn ein online verfügbares Berechnungstool existiert. Solche digitalen Hilfsmittel ermöglichen eine schnelle Berechnung, indem sie die eingegebenen Werte automatisch verarbeiten und direkt eine Wahrscheinlichkeit angeben. Dadurch können Berechnungsfehler, die durch Stress oder Multitasking entstehen könnten, verringert werden. Bei technischen Problemen ist die Nutzung nicht möglich. In einer Notfallsituation dürfte dies kein kritischer Faktor sein, da die Entscheidungsfindung primär auf der klinischen Expertise des behandelnden Teams beruhen sollte. Es konnten 8 Prognosecores mit einem digitalen Berechnungstool gefunden werden.

Da Prognosecores im klinischen Alltag in der Schweiz noch nicht verbreitet sind, möchte ich hiermit die Empfehlung für zwei solche Prognosecores machen. Nach eingehender Literaturrecherche empfehle ich für die klinische Entscheidungsfindung im Schockraum den SCARS-1 Score¹³, wenn es um die Einschätzung des 30-Tage Überlebens geht. Er zeichnet sich aufgrund seiner hohen Zuverlässigkeit mit einer AUC von 0.94 aus. Dieser Score wurde unter Verwendung eines grossen Datensatzes von 55'615 Patienten entwickelt, was seine Robustheit und Allgemeingültigkeit hervorhebt. Ein Vorteil dieses Prognosecores ist seine

einfache und schnelle Anwendung, da online ein entsprechender Rechner frei zur Verfügung steht, der direkt die Überlebenswahrscheinlichkeit angibt. Ebenfalls benötigt er keine Laborwerte und basiert auf einfach zugänglichen klinischen Parametern. Dies erleichtert die schnelle und präzise Anwendung im Schockraum. Besonders hervorzuheben ist, dass die Entwickler des SCARS-1 Scores¹³ betonen, wie wichtig es sei, die Prognose im niedrigen Wahrscheinlichkeitsbereich (0-10% Überlebenswahrscheinlichkeit) genau zu treffen. Laut der Studie bietet dieser Score gerade in diesem Bereich, in dem die Entscheidungen für die klinische Behandlung schwierig sind, eine verlässliche Grundlage und vermeidet das Risiko einer Unterschätzung der Überlebensrate. Darüber hinaus wird derzeit an der Weiterentwicklung des Scores gearbeitet, um auch Prognosen für die Entwicklung nach einem IHCA sowie für die Einschätzung des Langzeitüberlebens zu ermöglichen. Eine zusätzliche Validierung des Prognosescores ist unerlässlich.

Für die Einschätzung des längerfristigen neurologischen Outcomes empfehle ich den MIRACLE2 Score³², der mit nur 7 Parametern eine schnelle Berechnung der Wahrscheinlichkeit für ein schlechtes Outcome nach 6 Monaten bietet. Die AUC beträgt 0.9 in der Entwicklungskohorte. Der einzige erforderliche Laborparameter ist der pH-Wert, der rasch durch eine Blutgasanalyse im Schockraum, gegebenenfalls auch bereits präklinisch, erhoben werden kann. Dieser Score versucht, das Outcome über eine längere Zeit zu prognostizieren, was ihn besonders für die längerfristige Prognose nützlich macht. Schwächen des Scores liegen in seiner Entwicklungskohorte von nur 373 Patienten und den zwei kleinen externen Validierungskohorten mit insgesamt 473 Patienten. Es gibt jedoch bereits externe Validierungsstudien. Zu beachten ist, dass der Score speziell für Herz-Kreislauf-Stillstände mit kardiogener Ursache entwickelt wurde. Auch für den MIRACLE2 Score ist ein online zugänglicher Rechner verfügbar, was die Anwendung im klinischen Alltag erleichtert. Weitere Validierung des Scores sollte erfolgen.

Solche Prognosescores können helfen, realistische Einschätzungen zu machen, bergen jedoch auch das Risiko für Fehlinterpretationen und somit Fehlentscheide. Ebenfalls sollte der ethische Aspekt berücksichtigt werden, inwieweit es vertretbar ist, Therapieentscheide anhand eines Prognosescores zu treffen. Ein Prognosescore kann eine zusätzliche Unterstützung der klinischen Entscheidungsfindung bieten, sollte jedoch niemals als alleinige Grundlage für Therapieentscheidungen dienen. Der wichtigste Faktor für eine fundierte Therapieentscheidung bleibt aber die Erfahrung und situative Einschätzung des Behandlungsteams. Es ist wichtig zu betonen, dass diese Scores die klinische Entscheidungsfindung niemals ersetzen sollten, sondern lediglich als Hilfsmittel dienen, um in Kombination mit der klinischen Expertise des Behandlungsteams die Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Es wäre fatal, wenn ein Leben aufgrund eines schlechten Score-Ergebnisses

verloren ginge, da diese nur eine Wahrscheinlichkeit angeben und nie die vollständige Realität widerspiegeln. Sie helfen nicht nur dem Behandlungsteam, sondern auch den Angehörigen eine transparente und objektive Einschätzung der Prognose zu bekommen. Letztlich bleibt die menschliche Einschätzung der Situation und des Potentials des Outcomes unerlässlich.

Um zu evaluieren, inwieweit die Anwendung dieser Prognosescores zu einer verbesserten klinischen Entscheidungsfindung zum Reanimationsabbruch und der damit verbundenen gezielteren Ressourcennutzung beitragen kann, ist weitere Forschung notwendig. Es gilt zu untersuchen, wie sich diese Scores auf die Langzeitprognose der Patienten und somit auf die ethischen Empfehlungen der Behandlungsentscheidungen auswirken. Ebenfalls wäre es interessant, inwiefern das öffentliche Gesundheitssystem davon profitieren könnte. Ideal wäre es, wenn es zudem eine internationale Empfehlung für eine einheitliche Anwendung eines solchen Scores gäbe. Dies würde helfen, die Vergleichbarkeit von Ergebnissen zwischen verschiedenen Ländern und Institutionen zu verbessern und die internationale klinische Entscheidungsfindung zu harmonisieren. In Zukunft könnte man diesen Prognosescore auch in digitale Reanimationsprotokolle integrieren oder im Rahmen von Reanimationsapps etablieren. Dies würde eine schnellere, evidenzbasierte klinische Entscheidungsfindung ermöglichen. Zudem könnte der Einsatz von künstlicher Intelligenz helfen, Prognosescores durch kontinuierliche Optimierung mit neuen klinischen Daten präziser zu gestalten und diesen kontinuierlich zu optimieren.

Diese Arbeit ist dadurch limitiert, dass es keine systematische Literaturrecherche war und von nur einer Person durchgeführt wurde. Zudem wurde nur eine Datenbank benutzt. Ebenfalls wurden sehr spezifische Prognosescores gestrichen, welche zum Beispiel nur bei nachfolgendem ECPR-Einsatz anwendbar sind. Diese Scores hätte aber wahrscheinlich für genau diese Situationen eine höhere Aussagekraft als ein allgemein verwendbarer Score. Ebenfalls wurde keine Metaanalyse der Scores durchgeführt. Teilweise waren nur unvollständige Informationen zu den Studien verfügbar. Die Empfehlung für einen Prognosescore wird dadurch eingeschränkt, dass keine Rücksicht auf externe Validierung gelegt wurde, da diese Studien von der Analyse ausgeschlossen wurden.

6. Literaturverzeichnis

1. Adabag AS, Luepker RV, Roger VL, Gersh BJ. Sudden cardiac death: epidemiology and risk factors. *Nat Rev Cardiol* 2010;7(4):216–25.
2. Yan S, Gan Y, Jiang N, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2020;24(1):61.
3. Sandroni C, Cronberg T, Sekhon M. Brain injury after cardiac arrest: pathophysiology, treatment, and prognosis. *Intensive Care Med* 2021;47(12):1393–414.
4. Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW, et al. EuReCa ONE – 27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation* 2016;105:188–95.
5. Interverband für Rettungswesen, editor. SWISSRECA Jahresbericht 2023 [Internet]. 2024 [cited 2024 Dec 13]; Available from: <https://www.144.ch/swissreca-jahresbericht-2023/>
6. Safar P, Grenvik A. Brain failure and resuscitation. New York: Churchill Livingstone; 1981.
7. Holmström E, Efendijev I, Raj R, Pekkarinen PT, Litonius E, Skrifvars MB. Intensive care-treated cardiac arrest: a retrospective study on the impact of extended age on mortality, neurological outcome, received treatments and healthcare-associated costs. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2021;29(1):103.
8. Goh JL, Pek PP, Fook-Chong SMC, et al. Impact of time-to-compression on out-of-hospital cardiac arrest survival outcomes: A national registry study. *Resuscitation* 2023;190:109917.
9. Coute RA, Nathanson BH, Panchal AR, et al. Disability-Adjusted Life Years Following Adult Out-of-Hospital Cardiac Arrest in the United States: A Burden of Disease Estimate. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes* 2019;12(3).
10. Indicator Metadata Registry Details [Internet]. [cited 2025 Apr 7]; Available from: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>
11. Gross S, Amacher SA, Rochowski A, et al. “Do-not-resuscitate” preferences of the general Swiss population: Results from a national survey. *Resuscitation Plus* 2023;14:100383.
12. Mentzelopoulos SD, Couper K, Voorde PVD, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Ethics of resuscitation and end of life decisions. *Resuscitation* 2021;161:408–32.
13. Sultanian P, Lundgren P, Louca A, et al. Prediction of survival in out-of-hospital cardiac arrest: the updated Swedish cardiac arrest risk score (SCARS) model. *European Heart Journal - Digital Health* 2024;5(3):270–7.
14. Baldi E, Caputo ML, Savastano S, et al. An Utstein-based model score to predict survival to hospital admission: The UB-ROSC score. *International Journal of Cardiology* 2020;308:84–9.
15. Gräsner J-T, Meybohm P, Lefering R, et al. ROSC after cardiac arrest—the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *European Heart Journal* 2011;32(13):1649–56.
16. Huabbangyang T, Silakoon A, Papukdee P, et al. Sustained Return of Spontaneous Circulation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest; Developing a Predictive Model Based on Multivariate Analysis. *Archives of Academic Emergency Medicine* 2023;11(1):e33–e33.

17. Amnuaypattanapon K, Thanachartwet V, Desakorn V, et al. Predictive model of return of spontaneous circulation among patients with out-of-hospital cardiac arrest in Thailand: The WATCH-CPR Score. *International Journal of Clinical Practice* 2020;74(7):e13502.
18. Huang C-Y, Lu T-C, Tsai C-L, et al. Point-of-care testing for adult out-of-hospital cardiac arrest resuscitated at the ED to predict ROSC: Development and external validation of POC-ED-ROSC model. *The American Journal of Emergency Medicine* 2023;71:86–94.
19. Balan P, Hsi B, Thangam M, et al. The cardiac arrest survival score: A predictive algorithm for in-hospital mortality after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019;144:46–53.
20. Kentsch M, Stendel M, Berkel H, Mueller-Esch G. Early prediction of prognosis in out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med* 1990;16(6):378–83.
21. Shih H-M, Chen Y-C, Chen C-Y, et al. Derivation and Validation of the SWAP Score for Very Early Prediction of Neurologic Outcome in Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Annals of Emergency Medicine* 2019;73(6):578–88.
22. Seewald S, Wnent J, Lefering R, et al. CaRdiac Arrest Survival Score (CRASS) — A tool to predict good neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020;146:66–73.
23. Adrie C, Cariou A, Mourvillier B, et al. Predicting survival with good neurological recovery at hospital admission after successful resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest: the OHCA score. *European Heart Journal* 2006;27(23):2840–5.
24. Maupain C, Bougouin W, Lamhaut L, et al. The CAHP (Cardiac Arrest Hospital Prognosis) score: a tool for risk stratification after out-of-hospital cardiac arrest. *European Heart Journal* 2016;37(42):3222–8.
25. Eisenberg M, Hallstrom A, Bergner L. The ACLS Score: Predicting Survival From Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA* 1981;246(1):50–2.
26. Goto Y, Maeda T, Goto Y. Decision-tree model for predicting outcomes after out-of-hospital cardiac arrest in the emergency department. *Critical Care* 2013;17(4):R133.
27. Wong XY, Ang YK, Li K, et al. Development and validation of the SARICA score to predict survival after return of spontaneous circulation in out of hospital cardiac arrest using an interpretable machine learning framework. *Resuscitation* 2022;170:126–33.
28. Aschauer S, Dorffner G, Sterz F, Erdogmus A, Laggner A. A prediction tool for initial out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Resuscitation* 2014;85(9):1225–31.
29. Shimada T, Kawai R, Shintani A, et al. Neurological prognosis prediction upon arrival at the hospital after out-of-hospital cardiac arrest: R-EDByUS score. *Resuscitation* 2024;200:110257.
30. Hessulf F, Bhatt DL, Engdahl J, et al. Predicting survival and neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest using machine learning: the SCARS model. *eBioMedicine* [Internet] 2023 [cited 2025 Mar 6];89. Available from: [https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964\(23\)00029-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/ebiom/article/PIIS2352-3964(23)00029-4/fulltext)
31. Ishikawa S, Niwano S, Imaki R, et al. Usefulness of a Simple Prognostication Score in Prediction of the Prognoses of Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrests. *International Heart Journal* 2013;54(6):362–70.
32. Pareek N, Kordis P, Beckley-Hoelscher N, et al. A practical risk score for early prediction of neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest: MIRACLE2. *European Heart Journal* 2020;41(47):4508–17.

33. Nishioka N, Kobayashi D, Kiguchi T, et al. Development and validation of early prediction for neurological outcome at 90 days after return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2021;168:142–50.
34. Andrade C. Sample Size and its Importance in Research. *Indian J Psychol Med* 2020;42(1):102–3.
35. Bestehorn K. Prospektive und retrospektive Studien – ein Überblick [Internet]. In: Lenk C, Duttge G, Fangerau H, editors. *Handbuch Ethik und Recht der Forschung am Menschen*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2014 [cited 2025 Apr 8]. p. 83–5. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35099-3_13
36. Ramspek CL, Jager KJ, Dekker FW, Zoccali C, van Diepen M. External validation of prognostic models: what, why, how, when and where? *Clin Kidney J* 2020;14(1):49–58.
37. Hamlyn J, Lowry C, Jackson TA, Welch C. Outcomes in adults living with frailty receiving cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resusc Plus* 2022;11:100266.
38. Betz S, Plöger B, Kill C. D – Point of Care – Die präklinische Blutgasanalyse als diagnostisches Tool. *Notfall Rettungsmed* 2017;20(2):132–40.
39. Davenport T, Kalakota R. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthc J* 2019;6(2):94–8.

7. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Masterarbeit war es, verschiedene Prognosescores nach präklinischem Herz-Kreislauf-Stillstand in der Literatur zu finden und diese zu vergleichen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu identifizieren. Das weitergehende Ziel war es, einen oder zwei Prognosescores zu finden, welche einfach und schnell im Schockraum anwendbar sind, um die klinische Entscheidungsfindung zu optimieren und Patienten mit einer Chance auf ein gutes neurologisches Outcome zu identifizieren.

Initial wurde eine Literaturrecherche betrieben, um die theoretischen Hintergrundinformationen zu sammeln. Anschliessend wurde eine narrative Literaturrecherche in der Datenbank MEDLINE unter Verwendung der Suchmaschine Ovid durchgeführt, was 22 Prognosescores ergab. Diese wurden anschliessend analysiert und miteinander verglichen. Für die Unterstützung der klinischen Entscheidungsfindung werden hier zwei Prognosescores empfohlen. Um das Überleben nach 30 Tagen abzuschätzen, empfiehlt sich der SCARS-1 Score und um das neurologische Outcome nach 6 Monaten einzuschätzen, der MIRACLE2 Score.

Weitere Forschung ist notwendig, um zu evaluieren, inwieweit die Anwendung dieser Prognosescores tatsächlich zu einer verbesserten klinischen Entscheidungsfindung beitragen kann und inwiefern man diese in Zukunft sinnvoll im Spital etablieren könnte. Ebenfalls bedarf es weiterer Validierung der gefundenen Prognosescores.

8. Hilfsmittel

Im Rahmen dieser Arbeit wurde künstliche Intelligenz als unterstützendes Hilfsmittel verwendet. Dies umfasste unter anderem die sprachliche Optimierung, das Umformulieren von Textpassagen sowie die Strukturierung wissenschaftlicher Inhalte mit Unterstützung des KI-basierten Tools ChatGPT (OpenAI).

9. Anhang

Einteilung Kategorie 6

Begründung sekundärer Ausschluss OHCA Score

a= kein Notfallsetting, b=benötigt KI

Nr. ORN	Grund	Code	Nr. ORN	Grund
51	bei ECPR evaluiert	a	143	zu viele Parameter inkl. Labor, kein Notfallsetting
72	nur bei Asystolie	a	504	zu viele Parameter inkl. Labor, kein Notfallsetting
113	kein Abstract	a	536	erst nach 24h anwendbar/IPS-Setting
149	bei ECPR evaluiert	a	582	IPS-Setting, bei TTM evaluiert
165	nur nach Coro bei ACS	a	602	IPS-Setting
211	kein Abstract	a	1643	komplizierte Berechnungsformel, kein Score
249	bei ECPR evaluiert	a	1687	Variante für CPC
309	nur Letter	a	1766	mehrere Modelle
335	mit TTM behandelt	a	1804	3 ver. Modelle, kein Score
461	mit TTM behandelt	a	1827	erst nach 3d erhoben, IPS-Setting
585	bei ECPR evaluiert	a	1888	kein richtiger Score
612	nur schockbarer Rhythmus	a	1995	epidemiologische Erhebung
658	bei ECPR evaluiert	a	2108	mehrere decision trees, kein Score
684	nur bei Koma und 24h Überleben	b	199	benötigt KI
839	bei ECPR evaluiert	b	526	benötigt KI
848	kein Abstract			
855	kein Abstract			
923	kein Abstract			
1031	nur bei MI ohne ST-Hebungen			
1106	mit TTM behandelt			
1218	mit TTM behandelt			
1439	bei ECPR evaluiert			
1694	kein Abstract			
2177	kein Abstract			
2231	kein Abstract			
2528	kein Paperzugang			
2629	nur bei VF und Asystolie			

Erklärung

"Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, habe ich als solche kenntlich gemacht. Mir ist bekannt, dass andernfalls der Senat gemäss dem Gesetz über die Universität Bern zum Entzug des auf Grund dieser Arbeit verliehenen Titels berechtigt ist.

Falls ich als Hilfsmittel Künstliche Intelligenz verwendet habe, habe ich sämtliche Elemente, die ich von einer Künstlichen Intelligenz übernommen habe, als solche deklariert. Ich habe die genaue Bezeichnung der verwendeten Technologie angegeben, sowie die Suchbegriffe «Prompts» bezeichnet, die ich dafür verwendet habe. Mir ist bekannt, dass andernfalls die Arbeit mit der Note 1 bewertet wird."

Datum und Unterschrift der Studierenden