

AP 330 RIDIMP - Risikoindikatoren für kardiopulmonale Dekompensation auf Intensivstationen durch Monitoring von Vitalparametern

Projektleitung: Dr. med. Karin Hochbaum Poster: Kathrin Stich und Dr. Ing. Christian Mandel
 Weitere Projektmitglieder: Prof. Dr. med Rolf Dembinski, Malte Hillmann,
 Dr.-Ing. Serge Autexier, Prof. Dr. Christoph Lüth, Ariane Ziehn und Christoph Int-Veen

1 - Hintergrund

Hämodynamische und pulmonale Dekompensationen bezeichnen das Versagen der Herz/Kreislauf- und Lungenfunktion mit progredienter Insuffizienz der körpereigenen Gegenregulationsmechanismen. Ein frühes Erkennen dieser lebensbedrohlichen klinischen Zustände würde den Intensivmediziner:innen eine rechtzeitige therapeutische, medizinische Intervention ermöglichen. Mortalität und Letalität könnten reduziert werden. Ziel des RIDIMP-Projektes ist die Prädiktion dieser Ereignisse durch die Analyse von retrospektiven Vitalparameter-Zeitreihen anhand eines KI-gestützten Algorithmus und die Etablierung eines Frühwarnsystems.

2 – Scoring-Systeme

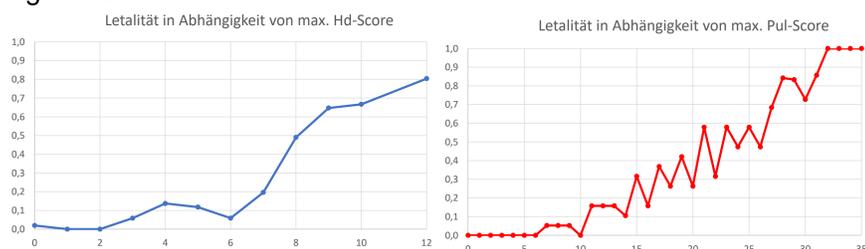
Es wurden zwei neue Scoring-Systeme zur Beschreibung dieser Dekompensationsereignisse definiert. Der hämodynamische Dekompensationsscore berücksichtigt den mittleren arteriellen Blutdruck und die Herzfrequenz, in Korrelation zu der verabreichten kreislaufunterstützenden Medikation. Der pulmonale Dekompensationsscore basiert auf Vitalparametern wie der spontanen Atemfrequenz, der O₂-Sättigung, Laborwerten der Blutgasanalysen und Einstellungen des angewandten Beatmungsmodus.

Parameter:	0	1	2	3
Atemfrequenz spontan [bpm]	10-25	26-30	31-35	>35
sO ₂ [%]	96-100	90-95	85-89	<85
etCO ₂ [mmHg]	35-45	30-34 46-49	25-29 50-58	<25 >58
paO ₂ [mmHg]	70-100	65-69	60-64	< 60
paCO ₂ [mmHg]	35-45	30-34 46-49	25-29 50-58	<25 >58
pH	7,35-7,45	7,46-7,49 7,26-7,34	7,5-7,55 7,16-7,25	>7,55 <7,16
FiO ₂	0,3-0,35	0,36-0,49	0,5-0,6	0,61-1,0
O ₂ Insufflation [l/min]	0	2-5	6-8	>8
Horowitz-Quotient	400-600	200-399	100-199	<100
Atemfrequenz mandatorisch [bpm]	10-20	21-23	24-26	>26
Pinsp [cmH ₂ O]	10-25	26-28	29-30	>31
PEEP [cmH ₂ O]	5-8	9-11	12-15	16-25
Tidalvolumen inspiratorisch [ml]	400-500	300-399	201-299	<201
Beatmungsmodus	spontan	Sauerstoffvorlage	druckunterstützte Spontanatmung	Bivent-Modus

Parameter:	0	1	2	3	4
HF [bpm]	50-90	45-49 91-100	40-44 101-110	40-44 101-110	<40 >110
MAD [mmHg]	65-80	60-64	50-59	50-59	<50
Katecholamin-Therapie	keine	singulär	singulär	kombiniert	singulär oder kombiniert
Noradrenalin [µg/kgKG/min]	0	0,01-0,09	0,1-0,39	0,1-0,39	>0,4
Adrenalin [µg/kgKG/min]	0	0,01-0,09	0,1-0,39	0,1-0,39	>0,4
Dobutamin [µg/kgKG/min]	0	1-3	3,1-5	3,1-5	>5
Argipressin	0	0	0	0	>0,01

3 – Validierung der Scoring-Systeme

Stichprobenartige Fallsichtungen deuten auf eine Korrelation zwischen der Höhe des maximalen Entgleisungsscores während des Gesamtaufenthaltes und der Sterbewahrscheinlichkeit im Intensivaufenthalt hin. Im Falle einer hämodynamischen Dekompensation ergibt sich ab einem Dekompensationsscore von mehr als sieben Punkten eine deutlich erhöhte Letalität, gleiches gilt für einen pulmonalen Dekompensationsscore größer 27. Analog konnte für niedrige Scores ein verringertes Versterberisiko gezeigt werden.

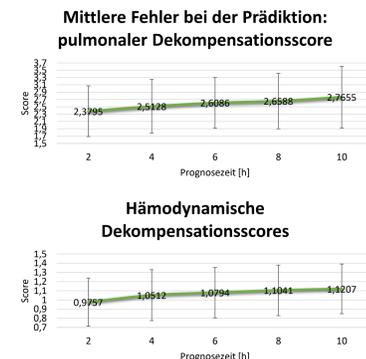


4 – Erste Evaluationsphase:

Klassifikations- und Regressionsergebnisse

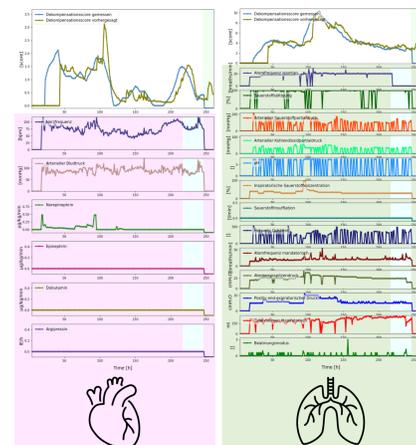
In der ersten retrospektiven Evaluation wurden sowohl die Akkuratess und der AUROC-Score für die Klassen-Prädiktion, als auch der mittlere Fehler für die Vorhersage der Dekompensationsscores bestimmt. Klassifikation und Regression nutzen auf „Gated Recurrent Unit“-Schichten basierende künstliche neuronale Netzwerke.

Datengrundlage	Kategorische Akkuratess		AUROC-Score	
	Ø	σ	Ø	σ
Hämodynamisch Parameter	72.65%	0.94%	0.85	0.01
Hämodynamisch Score/Konfidenz	71.37%	0.98%	0.84	0.01
Pulmonal Parameter	83.05%	1.19%	0.89	0.02
Pulmonal Score/Konfidenz	83.68%	1.22%	0.90	0.02



5 – Demonstrator

In Vorbereitung auf die Live-Testung der zweiten Evaluationsphase wurde ein Demonstrator entwickelt, der für anonymisierte historische Falldaten den hämodynamischen und den pulmonalen Dekompensationsscore mit einem Zeithorizont von 12 Stunden schätzt. Das Echtzeitfähige Inferenzsystem läuft auf mit NVIDIA-GPUs ausgestatteten Laptop-Systemen. Die verwendeten Datenmodelle entstammen der ersten Evaluationsphase, und basieren auf 10.284 Fällen, von denen 8.140 nach Vorverarbeitung und Filterung verwendet werden konnten.



6 – Zweite Evaluationsphase: Live-Testung auf Daten von Patient:innen der Intensivstation Bremen Mitte

Ab November 2022 soll eine Testung anhand von Echtzeit-Daten erfolgen. Um eine Behandlungsintervention zu umgehen wird initial lediglich der erhobene Dekompensationsscore für das ärztliche Projektteam einzusehen sein. Folgende Untersuchungsziele sind aktuell identifiziert:

- Korrelation zwischen erhobenem Dekompensationsscore und einer klinischen/ärztlichen Einschätzung zum Zeitpunkt der Studiervisite
- Korrelation zwischen pathologischem Dekompensationsscore und klinischen Endpunkten (Reanimation, Intubation, Wiederaufnahme, Tod)
- Prognose-Performanz der Klassifikations- und Regressions-Modelle
- Technische und Usability-Aspekte der Datenverarbeitungskette

