

CARL: Vom Forschungsprojekt zum lebensrettenden Gerät bei plötzlichem Herzstillstand



Der plötzliche Herztod (PHT) ist ein unerwartetes, oft innerhalb von Sekunden eintretendes Ereignis, bei dem das Herz plötzlich aufhört zu schlagen. In Deutschland sterben jährlich schätzungsweise 65.000 Menschen daran. Die häufigste Ursache ist das Kammerflimmern, eine lebensbedrohliche Herzrhythmusstörung, bei der die Herzkammern unkontrolliert und schnell schlagen. Das Herz ist nicht mehr in der Lage, Blut in den Kreislauf zu pumpen, was in kürzester Zeit zum Kreislaufstillstand führt und ohne sofortige Hilfe tödlich endet.

Ein Durchbruch in der Notfallmedizin

CARL (Controlled Automated Reperfusion of the whole body) und die dazugehörige CARL-Therapie ist ein fortschrittliches medizinisches Verfahren, das speziell entwickelt wurde, um Patienten nach einem plötzlichen Herztod zu behandeln. Es ermöglicht eine kontrollierte und automatisierte Wiederbelebung des gesamten Körpers durch die Wiederherstellung der Blutzirkulation. Durch eine präzise Steuerung von Blutfluss und -druck kann CARL Organschäden minimieren und die Überlebenschancen der Patienten erheblich erhöhen. Die Entwicklung dieses Systems basiert auf einer interdisziplinären Zusammenarbeit von Ärzten und Kardiotechnikern

der Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg. Ziel war es, ein System zu entwickeln, das nicht nur die Pathophysiologie des akuten Herzstillstands und die nachfolgende Wiederbelebung adressiert, sondern auch dazu beiträgt, dass Betroffene den Herzstillstand mit keinen oder nur minimalen Schäden überleben.

Hauptkomponenten des CARL-Systems

- **Extrakorporale Zirkulation:** CARL nutzt eine leistungsstarke Doppelpumpensteuerung, um einen pulsierenden Blutfluss und stabilen Blutdruck zu erzeugen. Der Sauerstoffgehalt des Blutes wird dabei präzise reguliert. Zudem ermöglicht eine mobile Kühleinheit, die Körpertemperatur des Patienten schnell auf 33 - 35 °C zu senken, was den Sauerstoffbedarf reduziert und die Organe während der Behandlung schützt.
- **Individualisierte Multiorgan-Reparatur:** Anstatt das mit zu viel Sauerstoff angereicherte Blut unverändert in die Oberschenkelarterie zurückzuführen, werden acht Blutparameter kontrolliert. Abhängig von den Ergebnissen erfolgt eine gezielte medikamentöse Behandlung, um Organschäden durch Durchblutungsstörungen entgegenzuwirken und die Wiederherstellung des Blutflusses nach dem Sauerstoffmangel zu gewährleisten.
- **Umfassendes Echtzeit-Monitoring:** Durch kontinuierliche Messungen der hämodynamischen Parameter, der Blutströmung durch Herz und Gefäße, sowie



CARL Controller

der metabolischen Werte, die den Zustand des Stoffwechsels widerspiegeln, ermöglicht CARL eine sofortige Anpassung der Therapie an individuell festgelegte Zielwerte. Diese präzise Überwachung gewährleistet eine personalisierte Therapie, die auf die spezifischen Bedürfnisse des Patienten zugeschnitten sind.

- **Behandlung außerhalb des Krankenhauses:** Dank seiner tragbaren Bauweise ermöglicht



Bedienoberfläche CARL Controller

„Der plötzliche Herztod bleibt eine der größten Herausforderungen in der Kardiologie. Technologien wie CARL, unterstützen durch starke Entwicklungspartnerschaften, geben Hoffnung und Möglichkeiten, die Überlebensraten betroffener Patienten signifikant zu verbessern. Wir sind stolz darauf, Teil dieses Projekts zu sein und betrachten unseren Beitrag, als wertvolle humanitäre Aufgabe.“

Holger Wulßmann, Geschäftsführer bei Kontron Electronics GmbH

Kontron Electronics GmbH
www.kontron-electronics.de



CARL im außerklinischen Einsatz

CARL den sofortigen Beginn der Therapie bereits am Notfallort. Durch die Kombination verschiedener Behandlungsansätze kann die Reanimationsdauer verkürzt und die Überlebenschancen des Patienten erhöht werden.

Studienergebnisse belegen den Erfolg

In einer umfassenden Post-Market Clinical Follow-up Studie wurde untersucht, ob CARL die Überlebensraten und Organfunktionen von Patienten nach einem Herzstillstand verbessern kann. Die Ergebnisse zeigten, dass mit CARL die Überlebenswahrscheinlichkeit von

< 8 % auf >40 % gesteigert werden konnte im Vergleich zu herkömmlichen Wiederbelebungsverfahren, sowohl bei Herzstillständen innerhalb als auch außerhalb des Krankenhauses. Bemerkenswert ist, dass diese positiven Ergebnisse selbst bei älteren Patienten mit zusätzlichen Erkrankungen erzielt wurden.

Entwicklungspartnerschaft mit Kontron Electronics

Die Entwicklung von CARL war ein komplexes Projekt und ist das Ergebnis einer erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und der Kontron Electronics

„Durch die enge Zusammenarbeit mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und der technischen Expertise der Kontron Electronics konnten wir die anspruchsvollen Messanforderungen des Projekts erfolgreich umsetzen. Die erzielten Ergebnisse erfüllen höchste Qualitätsstandards und leisten einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Blutgasanalyse-Systeme.“

Johnny Weirich, Head of Production non-sterile Products / Purchasing / Logistics bei Resuscitec GmbH

GmbH aus Frickenhausen sowie weiteren Partnern. Unter der Leitung von Professor Dr. Friedhelm Beyersdorf, Direktor der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Freiburg, wurde das Gerät entwickelt, um die Überlebenschancen von Patienten nach einem plötzlichen Herztod signifikant zu verbessern.

Als Entwicklungspartner war Kontron Electronics maßgeblich an der Entwicklung und Fertigung zweier zentraler elektronischer Baugruppen der CARL-Technologie beteiligt. Die Entwicklungsdienstleistungen wurden in Deutschland erbracht, während die Produktion der Baugruppen in Europa erfolgte.

Eine dieser Baugruppen ist das arterielle Blutgasanalyse-Modul, das entscheidend für die präzise Steuerung der Sauerstoffversorgung im Gerät ist und bei der Analyse mit einer minimalen Blutmenge auskommt. Es ermöglicht die Auswertung von Messzellen auf den von Resuscitec entwickelten Einwegkartuschen, selbst bei extrem niedrigen Messströmen im Femtoampere-Bereich (fA), basierend auf amperometrischen und potentiometrischen Messverfahren. Somit kön-

nen mithilfe von Mehrfachelektroden präzise Werte für pH, pO₂, Kalium, Natrium, Calcium bestimmt werden.

Übergeordnete Steuerungseinheit

Die zweite Baugruppe ist die übergeordnete Steuerungseinheit. Diese koordiniert mehrere Schrittmotoransteuerungen, die Pumpen und Ventile betätigen, um Kalibrier- und Probenflüssigkeiten in den Messkanal zu leiten. Eine integrierte Heizungssteuerung sorgt für die optimale Temperatur des Probenkanals, um genaue Messergebnisse zu gewährleisten. Zudem stellt ein integriertes RFID-Modul sicher, dass die Einwegkartuschen patientenbezogen verwendet und nicht wiederverwendet werden. Die Kombination dieser Funktionen gewährleistet eine präzise und zuverlässige Blutgasanalyse, die für eine effektive Funktion unerlässlich ist.

Weitere Informationen

Informationen zu technischen Spezifikationen, Einsatzmöglichkeiten und Schulungsangeboten für medizinisches Fachpersonal finden sich auf der Website der Resuscitec GmbH: <https://resuscitec.de/de/> ◀



CARL Controller und CARL Bridge auf Fahrtrage



Anwendung der CARL Technologie im Rettungswagen