



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Medizinische Fakultät Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Nichtinvasive Messung des Herzzeitvolumens mittels einer  
Inertgas-Rückatmungsmethode (Innocor®) – Reproduzierbarkeit  
und Einfluss des Hämoglobinwertes auf das Shuntvolumen**

Autor: Franziska Kraus  
Institut / Klinik: I. Medizinische Klinik  
Doktorvater: PD Dr. med. Joachim Saur

Das Herzzeitvolumen (HZV) stellt einen wichtigen therapeutischen und diagnostischen Parameter in der Behandlung kardialer Erkrankungen dar. Für die Messung des HZV stehen zahlreiche Verfahren zur Verfügung, die jedoch einige Limitationen aufweisen. Die pulmonalarterielle Thermodilution ist invasiv, die kardiale Magnetresonanztomographie (CMR) teuer und nicht flächendeckend verfügbar und die Echokardiographie stark untersucherabhängig. Ein vielversprechender Ansatz zur Bestimmung des HZVs ist die Inertgas-Rückatmung (IGR). Die IGR ist in zahlreichen Studien gegen invasive und nichtinvasive Referenzmethoden validiert worden. Hier zeigte sich sowohl eine hohe Übereinstimmung mit dem klinischen Goldstandard der Thermodilution als auch mit dem nichtinvasiven Goldstandard CMR. Das IGR-Verfahren weist zudem eine hohe Reproduzierbarkeit auf und seine Messgenauigkeit wird weder von Vorhofflimmern noch von pulmonalen Erkrankungen beeinträchtigt. Das HZV setzt sich aus dem pulmonalen Blutfluss, der die ventilierten Lungenareale durchfließt und dem nicht belüfteten Shuntvolumen zusammen, welches bei gesunden Probanden vernachlässigbar gering ist. Bei einigen Krankheitsbildern, z. B. bei obstruktiven Lungenerkrankungen, können jedoch erhebliche Shuntvolumina auftreten. Deshalb ist es wichtig das Shuntvolumen für die Berechnung des absoluten HZV-Werts zu berücksichtigen. Das Innocor verfügt über eine zuverlässige Shuntkorrektur, für die der  $c_{Hb}$ -Wert als einziger manuell einzugebender Wert notwendig ist. Dieser ist jedoch gerade im ambulanten Bereich nicht immer verfügbar und eine Blutentnahme würde die Nichtinvasivität des Verfahrens schwächen und weitere Kosten verursachen. Da bei den IGR-Messungen die Lunge einen Teil des Messsystems darstellt, ist es von großer Bedeutung den Einfluss von Lungenerkrankungen sowie den Einfluss verschiedener Beutelvolumina auf die intraindividuelle Reproduzierbarkeit zu untersuchen. Ein Ziel der Studie war daher eine weitergehende Evaluation der IGR bezüglich verschiedener Herangehensweisen an die Shunt-Korrektur und dem Einfluss auf die Messgenauigkeit der HZV-Werte anhand der Referenzmethode CMR. Zudem untersuchten wir die Reproduzierbarkeit der IGR-Methode anhand verschiedener Beutelvolumina (1,2 l, 1,7 l, 2,2 l) bei einem Patientenkollektiv, das sowohl Lungengesunde als auch Patienten mit schwerer Obstruktion und Restriktion einschloss. Wir konnten zeigen, dass sich die Messgenauigkeit des IGR-Verfahrens nicht signifikant ändert, wenn man anstatt des individuellen Hämoglobinwertes einen geschlechterspezifischen Wert (13,5 g/dl für Frauen, 15,0 g/dl für Männer) oder eine Standard-  $c_{Hb}$  von 14,0 g/dl zur Berechnung des Shuntvolumens einsetzt. So ist mittels Innocor auch eine korrekte Messung des absoluten Herzzeitvolumens ohne Kenntnis des  $c_{Hb}$ -Wertes möglich. Im zweiten Teil der Studie konnten wir zeigen, dass die Reproduzierbarkeit der IGR nicht durch die Größe des Beutelvolumens beeinflusst wird, so dass diese in einem Bereich zwischen 1,2 und 2,2 Litern variiert werden kann. Ebenso hat der Schweregrad von obstruktiven und restriktiven Lungenerkrankungen keinen Einfluss auf die Reproduzierbarkeit der IGR-Methode. Die mögliche Anpassung des Beutelvolumens ist vor allem dann bedeutsam, wenn eine Volumenreduktion auf Grund nicht vollständiger Entleerung des vorgegebenen Volumens erfolgen muss. Die IGR ist ein nichtinvasives, kostengünstiges und leicht durchzuführendes Verfahren. Zudem kann durch Anpassung des Rückatmungsvolumens eine technisch einwandfreie Messung auch bei ventilatorisch eingeschränkten Patienten gewährleistet werden. Allerdings hängt die Genauigkeit der Messungen stark von der Mitarbeit des Patienten ab. Zudem ist das derzeit kommerziell verfügbare Innocor<sup>TM</sup>-System nicht an beatmeten Patienten anwendbar. Dennoch bietet das Innocor ein breites Anwendungsspektrum. So ist die IGR das derzeit einzig verfügbare Rückatmungssystem, das die kardiale Funktion unter Belastung messen kann, wodurch sich weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben.