



Innocor®

**Meßsystem zum nichtinvasiven Messen von  
Herzzeitvolumen  
und verwandter hämodynamischer  
Parameter  
in Ruhe und unter Belastung**



Juli 2013

COR-BRO-301-IN /DE  
Issue 1.001

## **Medizinische Notwendigkeit und diagnostischer Stellenwert der Messung des Herzminutenvolumens bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz (CHI) und Patienten mit pulmonalarterieller Hypertonie (PAH) mit dem einzigartigen Meßsystem Innocor®**

### **1. Medizinische Notwendigkeit - Grundüberlegungen**

Die Reduktion des Herzminutenvolumen in Ruhe, vor allem aber unter körperlicher Belastung stellt die zentrale pathophysiologische Größe des Syndroms der CHI dar. Das bedeutet, dass die Einschränkung des Herzen das Herzminutenvolumen entsprechend dem metabolischen Bedarf des Körpers zu steigern das Kardinalzeichen der chronischen Herzinsuffizienz ist und diese Erkrankung definiert. Dementsprechend ist der Grad dieser Einschränkung auch ein wertvolles Maß zur Einschätzung der Krankheitsschwere. Das Problem bestand bislang darin, dass aufgrund der Notwendigkeit einer invasiven und damit risikobehafteten Messung dieser Parameter nicht oder zumindest nicht regelhaft und wiederholt erhoben wurde und unter Belastung gar nicht erhebbar war. **[Braunwald in Heart Disease: a Textbook of Cardiovascular Medicine 4th Edition, 1992, Seite 393, W.B. Saunders Company].**

In Ermangelung der verlässlichen, nicht-invasiven Meßbarkeit des Herzminutenvolumen unter Belastung sind vor allem folgende, spiroergometrische Parameter als Surrogatparameter hinsichtlich ihrer prognostischen Relevanz evaluiert worden.

Es konnte gezeigt werden, dass sowohl die peak Sauerstoffaufnahme **[Sullivan et al. Circulation 1989, Franciosa et al. AJC 1984]** als auch der VE/VCO<sub>2</sub>-slope **[Tanabe et al. Chest 2001]** eng mit dem Herzminutenvolumen unter Belastung korrelieren und daher die peak Sauerstoffaufnahme **[Mancini et al. Circulation 1991, Stelken et al. JACC 1996, Osman et al. JACC 2000]** als auch der VE/VCO<sub>2</sub>-slope **[Chua et al. JACC 1997, Kleber et al. Circulation 2000, Francis et al. Eur Heart J 2000]** derzeit die exaktesten prognostischen Parameter bei CHI darstellen.

Ähnlich ist dies bei Patienten mit PAH, wo die peak Sauerstoffaufnahme bislang ein prognostisch wichtiger Parameter ist **[Wensel et al. Circulation 2002].**

Die eigentliche Messung des Herzminutenvolumens und damit die erforderliche, direkte Abbildung der Herzleistung war jedoch bislang verlässlich nur in Ruhe und invasiv möglich, der den Parameter in der täglichen Routine unbrauchbar machte. **Das Meßsystem Innocor® ist jetzt in der Lage das Herzminutenvolumen in Ruhe und vor allen Dingen auch unter Belastung nicht-invasiv und mit hoher Genauigkeit und Richtigkeit zu messen [Agostoni et al. JACC 2005].**

Damit besteht jetzt erstmalig die Möglichkeit das Herzminutenvolumen, das Schlagvolumen und weitere hämodynamische Parameter nicht-invasiv und damit v.a.

wiederholt unter Belastung bei Patienten messen zu können. Gegenüber den bislang o.g. verwendeten Surrogaten besteht der Vorteil eindeutig darin, hämodynamische Veränderung durch Progression der Erkrankung oder **Therapieeffekte** direkt abbilden zu können.

Sowohl die **peak Sauerstoffaufnahme** wie auch der **VE/VCO<sub>2</sub>-slope** sind hierzu durch die physiologische Vernetzung mit Skelettmuskulatur, Atemregulation, Gefäßregulation nur **unzureichend** in der Lage. Weitere Einschränkungen der peak-Sauerstoffaufnahme ist, dass sie nicht nur vom Herzminutenvolumen abhängt, sondern auch vom Grad der peripher-muskulären Konditionierung, der Motivation des Patienten, Komorbiditäten und anderen Faktoren.

Alle Studien und Daten sagen aus, dass die direkte Messung des Herzminutenvolumens unter Belastung der peak-Sauerstoffaufnahme prognostisch eindeutig überlegen ist.

Die Möglichkeit der nichtinvasiven Messung des Herzminutenvolumens ist daher eine klinisch sinnvolle und **erforderliche Diagnostik** zur Verbesserung der Risikostratifizierung und der Verlaufsbeobachtung bei Herzinsuffizienz und pulmonaler Hypertonie.

Dementsprechend, und auch weil der Parameter im Rahmen einer Spiroergometrie erhebbbar ist, lehnt sich nach internationaler Experten -Einschätzung bezüglich der Messintervalle des Herzminutenvolumens eng an die der konventionellen Spiroergometrie an.

Die Messung des Herzminutenvolumens unter Belastung ist in mehreren Konstellationen nötig:

- initial Evaluation
- Verlaufsbeobachtung
- Beurteilung von Therapieeffekten – Erfolgskontrolle der Rehabilitation
- Schrittmachereinstellungen unter Belastung



## 2. Diagnostischer Stellenwert

### 2.1 Differentialdiagnose kardiale versus pulmonale -Dyspnoe

Die Durchführung einer Ergo-Spirometrie ist die gegenwärtig standardmäßigverwendete Methode zur Differenzierung zwischen kardialer und pulmonaler Dyspnoe unter Belastung. Wenn hierbei gemessene Schlüsselparameter wie FEV1 und FVC anormal niedrig sind, dann ist die Wahrscheinlichkeit das pulmonale Funktionsstörungen die Ursache für die klinischen Symptome sind, höher als die Wahrscheinlichkeit von Herzfunktionsstörungen. Die Funktionelle Auswertung basiert momentan in erster Linie auf Messung anderer klinische Symptome mit Hilfe von EKG -und Echokardiographie Aufzeichnungen. Die Messung des Herzminutenvolumen unter Belastung mit Innocor® ermöglicht jetzt eine direkte Bewertung/Abbildung der Herzleistung in der Situation, in der der Patient seine Symptome erfährt – unter Belastung. Die Messung des Herzminutenvolumens und/oder daraus abgeleiteter Parameter ist unerlässlich zur Vervollständigung aller bisherigen prognostischen Parametern einschließlich des peak  $VO_2$ ; durch unabhängige Erweiterung der prognostischen Informationen. Die Erklärung für dieses Ergebnis ist, das ein wesentlicher Anteil von Patienten mit niedrigem peak  $VO_2$  große Belastungsbeschränkung durch periphere Dekonditionierung hat und nicht durch kardiale Pumpdefekte des Herzens. Es muß oberste Priorität haben, dass solche Patienten nicht auf die Transplantationsliste gesetzt werden, sondern das durch Rehabilitation ihre Konditionierung verbessert wird.

In der Tat findet sich bei Patienten mit hochgradig eingeschränkter linksventrikulärer Funktion eine zum Teil erstaunliche, fast normale Belastungskapazität, andererseits findet man Patienten mit nur gering eingeschränkter kardialer Funktion aber extrem schlechter Belastungskapazität.

Neben der eigentlichen Rolle des Muskels (der Peripherie) bei der Limitation der Belastbarkeit erscheint insgesamt die periphere Maladaptation mit Vasokonstriktion und Nachlasterhöhung das entscheidende Bindeglied für die allein nach der Ejektionsfraktion nicht zu beurteilende Belastungslimitation bei Herzinsuffizienz zu sein. Diese Überlegung wird gestützt durch eine fehlende Korrelation zwischen Meßgrößen der linksventrikulären Funktion in Ruhe und der Belastungskapazität und durch spezielle experimentelle Setups, bei denen durch die weitere Rekrutierung von peripherer Muskelmasse die Sauerstoffaufnahme gesteigert werden kann, während sich die Herzleistung nicht weiter verändert.

Mit Hilfe des Meßsystems Innocor® steht jetzt eine praxisrelevante, kostengünstige und effiziente Methode zur Verfügung zu stehen, welche die hämodynamische Regulation der körperlichen Belastung und maximalen Sauerstoffaufnahme nicht-invasiv am Patienten zur direkten Abbildung bringt. Durch die Messung des Cardiac Output (CO) während der Belastungsuntersuchung ist somit neben einer Trennung der kardialen von der

pulmonalen Belastungslimitation jetzt auch die hämodynamische Differenzierung unter Belastung möglich. Damit werden Patienten mit relativ erhaltener („preserved“) hämodynamischer Reaktionsbreite unter Belastungsbedingungen gut unterscheidbar von jenen mit starrer bzw. kaum vorhandener hämodynamischer Reaktivität.



## 2.2 Belastungsuntersuchungen

### **Empfohlene Häufigkeit routinemäßiger Überwachung**

Die Häufigkeit routinemäßiger Überwachung von CHI-Patienten wird normalerweise auf Grundlage vom geschätzten Schweregrad der Erkrankung entschieden. Der Schweregrad wird in erster Linie über die klinischen Symptome mit Hilfe eines Standardklassifizierung-Systems (z.B. NYHA Klassifizierung) beurteilt. Mit Innocor® ist es möglich, eine genauere Risikoschätzung für den Patienten zu erstellen/erhalten; dadurch wird eine bessere Basis geschaffen um zu entscheiden, ob der Krankheitsverlauf des Patienten öfter oder weniger oft zu überprüfen ist.

### **Empfehlung/Überprüfung der Transplantation**

Die Entscheidung für oder gegen Transplantation oder die Überprüfung des Erfolges basiert auf vielen verschiedenen Faktoren, bei denen allerdings bekannt ist, dass sie das

Ergebnis beeinflussen. Der wichtigste Parameter ist gegenwärtig ebenfalls das peak  $VO_2/kg$ , d.h. der höchste Sauerstoffverbrauch, den der Patient in einem Belastungstest erreichen kann. Die „American Heart Association“ empfiehlt einen Schwellenwert von 14 ml/min/kg. Diese Empfehlung ist heute weltweit in Verwendung. Jedoch ist bei einem großen Teil von Patienten mit einem peak  $VO_2/kg$ , niedriger als der empfohlene Schwellenwert nachgewiesen worden, dass sie relativ normale Herzzeitvolumina haben. Solche Patienten sollten nicht für Transplantationen vorgesehen werden. Die Verwendung von Innocor® hilft, diese Gruppe von Patienten zu identifizieren, die nach Aussage mehrerer Studien fast 50% der Patienten mit einem peak  $VO_2/kg$  weniger als 14 ml/min/kg ausmachen.

### Schrittmachereinstellungen

Schrittmacher, insbesondere Biventrikuläre Schrittmacher sind immer noch relativ neu auf dem europäischen Markt. Der Zweck des Eingriffs besteht darin, die Pump-Kapazität des Herzens durch optimierte Kontraktion der Herzventrikel zu verbessern. Wir kennen keine wissenschaftlichen Studien, die den Wert der gegenwärtig gebräuchlichen diagnostischen Methode der Echokardiographie überwacht hat. Jedoch ist es notwendig, irgendeine Art von objektiver Überwachung des Verfahren zu haben. Da das im Vordergrund stehende Ziel in erster Linie ist, das Herzzeitvolumen unter submaximaler Belastung zu verbessern und nicht nur in Ruhe gewinnt auch in diesem Bereich die nicht-invasive Messung des Herzzeitvolumens mit Hilfe des Innocor® eine sehr große Bedeutung. Viele Anwender benutzen ausschließlich das Innocor® zur Optimierung.

### Empfehlung zur Belastungsrehabilitation

Wenn ein Patient ein niedriges peak  $VO_2/kg$  mit einem relativ normalen Herzminutenvolumen unter Belastung hat, dann sind seine Symptome in erster Linie durch Dekonditionierung seiner Muskeln verursacht. Dieser Patient profitiert bedeutend von Belastungsrehabilitationen zur Konditionierung. Andererseits, wenn der Patient mit einem niedrigen peak  $VO_2/kg$  zusätzlich ein niedriges Herzzeitvolumen hat, kann nicht erwartet werden, dass Rehabilitation überhaupt nützlich ist. Mit den bisherigen nicht-invasiven Methoden, die für den Kardiologen gegenwärtig verfügbar sind, gibt es keine Möglichkeit, diese wichtige Unterscheidung zwischen diesen zwei Gruppen von Patienten zu machen. Mit dem Innocor® allerdings ist dies sehr einfach möglich. **Ebenso die Kontrolle des Therapieverlaufes vor und nach herzchirurgischen Eingriffen und die Erfolgskontrolle im Rahmen der Rehabilitation.**

### Auswahl der Medikamente und ihre Dosis

Der Zweck für die Anwendung verschiedener Arten von Medikamenten bei der Behandlung von CHF-Patienten ist, die klinischen Symptome zu reduzieren um somit die Prognose zu verbessern. In den meisten Fällen wird eine Therapie ohne deren objektiven Nachweis durchgeführt. In einigen Fällen ist es notwendig, ein objektiveres Maß für die Wirkung der Therapie zu erhalten. Dies wird gegenwärtig normalerweise durch Messung der Ejection Fraction (EF) und des peak  $VO_2/kg$  realisiert. Da ein Kernmechanismus, um

eine positive Wirkung der Behandlung zu erhalten, die pumpende Kapazität des Herzens verbessern soll, ist Innocor<sup>®</sup> ein wichtiges Werkzeug, um eine objektive Bestätigung der Behandlung zu erhalten.

## 2.3 Hypertonie

Die Behandlungsstrategie besteht darin Medikamente anzuwenden, die einen oder mehrere hämodynamische Parameter vermindern. Der momentan einzige gemessene Parameter ist der Blutdruck vor und nach Beginn der jeweiligen Behandlung. Jedoch ist der Blutdruck das Produkt von zwei unabhängigen Parametern: Herzzeitvolumen und vaskulärem Widerstand. Bei einem Teil von Patienten ist es schwierig die optimale Kombination von Medikamenten und ihren Dosen für eine adäquate Verminderung des Blutdruckes ohne unannehmbare Nebenwirkungen zu finden. In diesen Situationen ist es von großem Wert nicht nur den Blutdruck, sondern auch das Herzminutenvolumen zu messen und damit den peripheren Gefäßwiderstand zu berechnen. Dadurch kann die Behandlung nachhaltig auf einen der zwei Parameter gerichtet werden. Dies kann mit Innocor<sup>®</sup> sehr einfach durchgeführt werden.

## 2.4 Pulmonale Hypertonie

Bei Patienten mit pulmonaler Hypertonie ist das Herzzeitvolumen einer der wichtigsten prognostischen Parameter, da der Schweregrad der Krankheit direkt mit dem pulmonalem Blutfluß in Zusammenhang steht. Deshalb ist die Bestimmung des Herzzeitvolumens ein wesentlicher Teil der diagnostischen Arbeit speziell die Kontrolle der Blutflußverbesserung. Die wichtigste Screening-Untersuchung bei Verdacht auf pulmonaler Hypertonie ist momentan die Echokardiographie. Zeigen sich hier die typischen Zeichen einer sich um eine primäre Erkrankung des Lungenparenchyms (Fibrose, Emphysem), des linken Herzens (Myokardinsuffizienz, Klappenvitien) oder der Lungengefäße selber handelt. Die Rechtsherzkatheteruntersuchung spielt nach wie vor eine zentrale diagnostische Rolle in der Betreuung dieser Patienten. Sie dient bisher einer vollständigen Erfassung der Hämodynamik. Dabei wird in der klinischen Routine das Herzzeitvolumen mit der Thermo-dilutions-Methode gemessen, wobei es erforderlich ist, einen Swan Ganz Katheter in die Lungenarterie einzuführen. Dies ist ein kostspieliges Verfahren, das absolut nicht Risiko -frei ist. Deswegen sollte diese Untersuchung nur an spezialisierten Zentren durchgeführt werden.

Durch Verwendung des Innocor<sup>®</sup>, kann dieses Standardverfahren einfach ersetzt werden, um zwei herausragende Vorteile zu nutzen, in Bezug auf **Kostensenkung** und **absolute Ungefährlichkeit für den Patienten**.

### 3. Meßmethode und Einzigartigkeit des Innocor<sup>®</sup>

Innocor<sup>®</sup> – Meßsystem zum präzisen, nicht-invasiven Messen von Herzzeitvolumen (Cardiac Output) und weiterer hämodynamischer Parameter in Ruhe und **unter Belastung** ist ein kompaktes „Point-of-Care-Gerät“ (Gewicht: 8 kg) zur nicht-invasiven Messung des Herzzeitvolumens und verwandter kardiopulmonaler Parameter.

Das Herzzeitvolumen ist definiert als das Blutvolumen, das vom Herzen pro Zeiteinheit ausgeworfen wird (Pumpvolumen in Litern pro Minute). Die Messung ist nicht-invasiv (d.h. sie erfordert keine Katheterisierung) und basiert auf einer pulmonalen Gasaustauschmethode, der **Inertgasrückatmung (IGR)**.

Dabei verwendet **Innocor<sup>®</sup>**, als das weltweit **einzig**e Meßsystem, diese Inert - Gas-Rückatemmethode (IGR), welche durch jahrzehntelange Grundlagenforschung wie keine andere Methode derart wissenschaftlich ausführlich geprüft und belegt ist.

Das prinzipielle Messverfahren dieser Methode beruht auf dem pulmonalem Gasaustausch in der Form, dass der Patient ein Gasgemisch (Bolusgas) in einem geschlossenen Kreislauf ein- und ausatmet (Rückatmung). Der gesamte Messzeitraum erstreckt sich über **vier Atemzüge** und ist damit **sehr kurz (20-30 sek.)**. Das rückgeatmete Gasgemisch besteht aus Sauerstoff angereicherter Raumluft, und zwei weiteren (inerten, nicht in der Natur vorkommenden) Gasen: 0.4% Lachgas (N<sub>2</sub>O) and 0.1% Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>). Diese Gasanteile werden während der kurzen Messdauer kontinuierlich und gleichzeitig am Mundstück gemessen und die Konzentrationen der beiden inerten Gase sowie CO<sub>2</sub> werden mit einem photoakustischen Gasanalysator und Sauerstoff mittels eines O<sub>2</sub>Sensor mit Laserdioden - Absorptionsspektroskopie bestimmt.

N<sub>2</sub>O ist löslich im Blut und wird dadurch, nach Einatmung beim Passieren der proportional zum Blutfluß (dieser wird als „pulmonary blood flow“, PBF, bezeichnet) Das bedeutet, je höher der PBF ist, desto schneller ist die Auswaschung (Steigung der gemessenen Gaskurve) des N<sub>2</sub>O welches mit dem Blute wegfließt.

SF<sub>6</sub> hingegen ist im Blut unlöslich und verbleibt somit in den Luft gefüllten Sektionen der Lunge. Die Messung der Konzentration von SF<sub>6</sub> wird benutzt, um das Lungenvolumen zu ermitteln aus welchem sich das lösliche Gas mit dem Blut vermischt und sich mit ihm entfernt.

Das End-expiratorische Lungenvolumen (V<sub>L</sub>) ist definiert als die Luftmenge die nach der letzten Expiration in den Lungen verbleibt vor der Rückatmung. Dieses Volumen wird durch Messung der Konzentration des unlöslichen Gases vor und nach Verdünnung in der Lunge ermittelt. Wenn dieses Volumen nach einer normalen, nicht-forcierten Expiration ermittelt wird, bezeichnet man es auch als „Functional Residual Capacity“ (FRC).



Durch Benutzung eines Pulsoximeters kann die Herzfrequenz (HR) während des Tests gemessen und verwendet werden, um u.a. das Schlagvolumen (SV) zu bestimmen. Die arterielle Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>) zeigt an, ob die Oxygenierung normal ist oder ob es einen signifikanten intrapulmonalen Shunt (SpO<sub>2</sub> < 95%) gibt.

Eine weitere Option ist das oszillometrische, nicht-invasive Blutdruck-Messsystem (non invasive blood pressure, **NIBP**). Es wurde integriert, um die Blutdruckparameter zu bestimmen: Systole (SYS) -, Diastole (DIA) und mittlerer arterieller Druck (MAP). Hierzu ist eine besondere Hardware-Einheit integriert und eine Armmanschette angeschlossen. Indem **Innocor**® das Herzzeitvolumen (CO) und den mittleren arteriellen Druck (MAP) kombiniert, kann es den Körpergefaßwiderstand (SVR) ermitteln.

Der Schlüssel zu **Innocor**® einzigartiger Meßfunktion ist ein neuentwickelter, **patentgeschützter photoakustischer Gasanalysator**, der das Prinzip der Photoakustischen Spektroskopie (**Pas**) verwendet. Das **Pas-Prinzip** basiert auf der Filterung der zu messenden Gase mit infrarotem Licht. Durch die Absorption entstehen Druckimpulse (Oszillationen). Die Amplituden dieser Oszillationen, gemessen von einem Mikrophon, sind zur Gaskonzentration direkt proportional. Der Pas-Gasanalysator hat es möglich gemacht, die IGR-Methode ohne große und komplexe Instrumentation wie z.B. eines **Massenspektrometers**, welches bisher erforderlich war durchzuführen.

Einer der vielen Vorteile der IGR - Methode ist, dass sie sehr gut unter Belastung des Patienten funktioniert.

Eine große Anzahl von Studien/Schriften wurden in den letzten 40-50 Jahren erstellt, die die Ergebnisse experimenteller Studien, theoretischer Studien und Simulationen mit der Inert Gas Rückatemmethode bei gesunden Probanden und Patienten mit verschiedenen Lungen und Herzerkrankungen dokumentieren [**vor allen: [Sackner M, 1987. Measurement of cardiac output by alveolar gas exchange. Handbook of Physiology. Section 3: The Respiratory System. Vol. IV. Gas exchange. American Physiological Society, Bethesda, Maryland, 240-246; 1987]**]

Im Allgemeinen stellen alle diese Studien test, dass die Rückatemmethode eine äußerst zuverlässige, genaue and reproduzierbare Methode zur Bestimmung des Herzzeitvolumen, der FRC und daraus abgeleiteter Parameter ist.

Die „Überalles-Bewertung“ dieser Studien wurde in der letzten Ausgabe des „**Handbook of Physiology (American Physiological Society)**“ wie folgt zusammengefaßt:

***“From the standpoint of ease of use and reproducibility under diverse conditions and in health and disease, the rebreathing of the chemically inert soluble gas C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, with appropriate corrections for dilution by lung volume and absorption by lung tissue, appears to offer the best approach”.***



## 4. Kurzzusammenfassung

Mit dem **Innocor®-Gerät** der Firma Innovision steht ein einzigartiges Meß-System zur Verfügung, das die nicht-invasive äußerst exakte und direkte Bestimmung des Herzzeitvolumens, des Schlagvolumens, des peripheren Gefäßwiderstandes sowie weiterer hämodynamischer Parameter – alles für die Kardiologie zentrale Parameter-in Ruhe und unter Belastung ermöglicht. In den meisten Fragestellungen ist eine Herzkatheter Untersuchung überflüssig.

**Erstmalig ist es möglich, nicht-invasiv die hämodynamischen Parameter während der Belastung des Patienten zu messen und damit eine direkte Abbildung der Herzleistung zu ermöglichen.** Zusätzlich werden alle bisherigen Funktionen der herkömmlichen Ergospirometrieinheit **im selben** Belastungstest übernommen. Die gemessenen Parameter des metabolischen Gasaustausches (Breath by Breath Messung) korreliert gegenüber dem Goldstandard Douglas Bag mit 99% Übereinstimmung.

**Das Innocor® ist das weltweit einzige Meßsystem welches die Inerte Gasrückatemmethode ohne Massenspektrometer anwenden kann, durch den patentgeschützten PAS Analysator.**

Das System kombiniert folgende Messmethoden:

- Photoakustische Spektroskopie zur Bestimmung der Konzentrationen von N<sub>2</sub>O und SF<sub>6</sub> (zugeführte Inertgase) und der CO<sub>2</sub>-Konzentration
- Absorptionsspektroskopie zur Messung der O<sub>2</sub>-Konzentration
- Pneumotachographie nach dem Differenzdruckverfahren zur Messung des Atemstroms
- Pulsoximetrie zur Bestimmung der arteriellen Sauerstoffsättigung
- Oszillometrische Blutdruckmessung

Einsatzgebiete in der Patientenversorgung der Innere Medizin:

- Objektivierung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit von Herzinsuffizienzpatienten
- Objektivierung des Therapieverlaufes bei Herzinsuffizienzpatienten und pulmonaler Hypertonie
- Risikostratifizierung bei Herzinsuffizienzpatienten
- Nichtinvasive Hämodynamikmessung bei Patienten mit Herzkrankheiten
- Evaluation von Herztransplantationskandidaten
- Nichtinvasive hämodynamische Optimierung kardiozirkulatorisch wirksamer implantierter Aggregate (Herzschrittmacher, Kardiale Resynchronisationssysteme)
- Differentialdiagnose kardiale versus pulmonale versus muskuläre Dyspnoe.

Begründung für die Anschaffung des Systems:

Mit dem Innocor®-Gerät der Firma Innovision stünde Ihnen ein einzigartiges System zur Verfügung, das alle bisherigen Funktionen der herkömmlichen Ergospirometrieinheit übernehmen kann und zusätzlich die nichtinvasive Bestimmung des Herzzeitvolumens und des Schlagvolumens –eines für die Kardiologie zentralen Parameters– ermöglicht. In vielen Fragestellungen würde eine Herzkatheter Untersuchung überflüssig werden. Erstmals ist es möglich nicht-invasiv hämodynamische Parameter während der Belastung des Patienten zu messen. Ein auch für die universitäre Forschung außerordentlich wichtiger Gesichtspunkt. Das Innocor®-Gerät fordert im laufenden Betrieb einen sehr geringen Wartungsbedarf. Umfangreichere Kalibrationen sind nur noch alle 12 Monate erforderlich. Die zu erwartenden Materialkosten dürften **weit unterhalb** herkömmlicher Geräte liegen, da nur noch das Rückatmungsgas für die HZV-Bestimmung, jedoch **keine Referenzgase für die Gerätekalibration oder weitere Verbrauchsmittel mehr bestellt werden müssten.**

Mit freundlichen Grüßen

Andreas Quentin  
Innovision ApS  
Sales Manager, Vertriebsleiter  
Mobil: 0049 (0) 1704139 188  
E-Mail: [aq@innovision.dk](mailto:aq@innovision.dk)