

Anja Carmen Huber

Dr. med.

**Untersuchung der Übereinstimmung zweier Blutdruckmessmethoden: Vergleich einer kontinuierlichen nichtinvasiven Methode (CNAP<sup>TM</sup>) mit der invasiven Standardblutdruckmessung während rapider Blutdruckänderungen im Rahmen einer Transkatheter-Aortenklappenimplantation**

Promotionsfach: Anaesthesiologie

Doktormutter: apl. Prof. Dr. sc. hum. Konstanze Plaschke

Schon seit dem 18. Jahrhundert ist eine kontinuierliche Blutdruckmessung mittels invasiver Methode möglich. Um Komplikationen, die mit einer arteriellen Punktion einhergehen, zu reduzieren, wurden bereits zahlreiche Methoden zur nichtinvasiven kontinuierlichen Blutdruckmessung entwickelt. Eine von diesen ist die CNAP<sup>TM</sup>-Methode (CNAP = Continuous Noninvasive Arterial Pressure), die auf die Volumenkompensationsmethode nach Peñáz zurückgeht und mit aufblasbaren Fingermanschetten und einer Oberarmmanschette zur halbstündlichen Kalibration arbeitet.

Ziel der vorliegenden Studie war, die Messgenauigkeit des CNAP<sup>TM</sup>-Geräts durch einen Vergleich mit der invasiven arteriellen Blutdruckmessung zu untersuchen. Neben der allgemeinen vergleichenden Betrachtung von invasiver und CNAP<sup>TM</sup>-Methode wurde in dieser Studie insbesondere auch die Messgenauigkeit während extremer Blutdruckschwankungen betrachtet und statistisch ausgewertet.

Nach positiver Entscheidung der Ethikkommission konnten die Daten von 33 Patienten in der Studie ausgewertet werden. Die Messungen fanden im Rahmen eines speziellen klinischen Eingriffs statt: dem transfemorale Aortenklappenersatz bei Patienten mit hochgradiger Aortenklappenstenose. Dieses klinische Setting wurde ausgewählt, da hier durch eine Schrittmacherstimulation („Rapid Pacing“) klinisch notwendige funktionelle Kreislaufzusammenbrüche provoziert werden, die sich optimal eignen, um eine Blutdruck-Messmethode auch unter extremen Blutdruckschwankungen zu testen. Invasive und nichtinvasive Blutdruckwerte wurden kontinuierlich – also „beat-to-beat“ – aufgezeichnet. Zusätzlich wurden sekundlich Herzfrequenz, zentraler Venendruck, Sauerstoffsättigung und periphere Temperatur dokumentiert. Die arterielle Kanüle und die Oberarmmanschette befanden sich am gleichen Arm, damit die interindividuelle Seitendifferenz nicht berücksichtigt werden musste. Zur Auswertung wurde ein spezielles Software-Programm entwickelt, das absolute Druckwerte aus den aufgezeichneten Druckkurven erstellte. Dieses Vorgehen war notwendig, da der klinisch

eingesetzte Patientenmonitor einen Mittelungs-Algorithmus enthielt, der vor allem bei Blutdruckabfällen eine Mittelung vornahm, sodass am Monitor nicht die tatsächlichen Absolutwerte angezeigt wurden. Im Rahmen dieser Studie sollten insbesondere diese extremen Blutdruckänderungen detailliert untersucht werden, daher wurde mithilfe des entwickelten Programms ein neuer Auswertungsmodus etabliert. Nach der Artefaktbereinigung erfolgte die statistische Auswertung mit SPSS (IBM SPSS Statistics 19) über die Berechnung von Bias (Differenz von CNAP und invasivem Blutdruck) und der Darstellung mittels Bland-Altman-Plots. Es erfolgte zusätzlich eine separate Auswertung der „Rapid-Pacing“-Intervalle, um zu untersuchen, in welchem Ausmaß und mit welcher Geschwindigkeit die jeweilige Methode Blutdruckschwankungen wahrnimmt.

Die Abweichung lag anhand der Bias für die gesamte Datenmenge bei -6,3 mmHg für den systolischen, bei 7,4 mmHg für den diastolischen und bei 4,0 mmHg für den mittleren Blutdruckwert. Die beste Übereinstimmung war beim mittleren Wert zu finden. Die Limits of Agreement nach Bland und Altman lagen systolisch bei -44,1 bzw. 31,5 mmHg, diastolisch bei -13,6 bzw. 28,4 mmHg und für die mittleren Werte bei -18,7 bzw. 26,5 mmHg. Beim „Rapid Pacing“ war die Übereinstimmung der Methoden insgesamt etwas schlechter: Die Bias lagen systolisch bei 11,8 mmHg, diastolisch bei 13,8 mmHg und für den mittleren Druckwert bei 12,9 mmHg, die Limits of Agreement lagen in diesem Fall systolisch bei -17,2 bzw. 40,8 mmHg, diastolisch bei -11,0 bzw. 38,6 mmHg und für die mittleren Werten bei -11,9 bzw. 37,7 mmHg. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass die CNAP<sup>TM</sup>-Methode Blutdruckänderungen genauso schnell registrierte wie die invasive Methode, allerdings in ihrer Amplitude etwas kleiner, da die Druckwerte nicht so tief abfielen wie bei der invasiven Messung. Der Methodenvergleich zeigte, dass systolische Blutdruckwerte bei Blutdruckabfällen sogar besser übereinstimmten als bei normalen Blutdruckverhältnissen.

Zur Bewertung der Übereinstimmung zweier Methoden müssen klinische Grenzen festgelegt werden. In der vorliegenden Studie wurden folgende Grenzen gesetzt: Abweichungen  $\leq 10$  mmHg wurden als sehr gut gewertet, Abweichungen  $\leq 15$  mmHg als gut und  $\leq 20$  mmHg als grenzwertig akzeptabel. Hieraus ergaben sich eine sehr gute allgemeine Übereinstimmung und eine gute Übereinstimmung während rapider Blutdruckschwankungen für die CNAP<sup>TM</sup>-Methode im Vergleich zur invasiven Methode. Es konnte also erstmals gezeigt werden, dass die CNAP<sup>TM</sup>-Methode auch bei älteren, multimorbiden und analgosedierten Patienten sehr gut mit der invasiven Messung übereinstimmt und auch bei extremen Blutdruckänderungen eine gute Übereinstimmung vorliegt.