

Fachinformationen für Ärzte, Kliniken und Interessierte über Forschungsprojekte der *kinderherzen*

Druck-Volumenbeziehungen bei Patienten mit Glenn-/ Fontanzirkulation und Fallot'scher Tetralogie. Vergleichende Untersuchung von 3D-Echokardiographie und Conductance-Technologie

Bei Patienten mit einem Einkammer-Herzen (Single ventricle, z.B. hypoplastisches Linksherzsyndrom, hypoplastische rechte Ventrikel) werden bereits im Neugeborenen- und Säuglingsalter weitreichende Entscheidungen getroffen. Die Auswahl von Operationstechniken und die Wahl der Medikation müssen dabei individuell angepasst werden, so dass präoperativ eine möglichst akkurate Einschätzung der Herzfunktion von besonderer Bedeutung ist. Konventionelle Verfahren wie Ultraschalluntersuchungen können keine ausreichenden Informationen hinsichtlich der systolischen und diastolischen Funktion des Herzens geben. **Druck-Volumen-**

Kurven des Herzens dagegen erlauben eine solche Beurteilung. Der bisherige **Gold-Standard** zur Erstellung der

Ziel dieser Studie war nun die vergleichende Untersuchung der beiden Verfahren bei Patienten mit einem singulären Ventrikel, da hier die möglichst akkurate Einschätzung der Herzfunktion von besonderer Bedeutung ist.

Wir konnten insgesamt 19 Patienten mit singulärem Ventrikel in die Studie einschließen (2-9 Jahre). Dies waren 12 Patienten mit einem singulären rechten Systemventrikel und 7 Patienten mit indeterminiertem Ventrikel bzw. dominantem linken Ventrikel. Es wurden jeweils Druck-Volumen-Kurven unter Basisbedingungen und dann unter einer medikamentösen Belastung mit Dobutamin (10µg/kg/min) mittels Conductance-Technologie (CondPVR) und der Kombination aus 3D-Echokardiographie und Mini-Druckdraht-Messung (3DEPVR) erstellt.

Bei allen Patienten gelang uns die Erstellung einer Druck-Volumen-Kurve mittels 3D-Echokardiographie und Mini-Druckdraht. Mit Positionierung des Druckdrahtes und Aufnahme der Messung benötigten wir hier etwa 5-7 Minuten für drei wiederholte Messungen.

Demgegenüber war die Positionierung des Conductance-Katheters deutlich schwieriger. Bedingt durch den relativ steifen Katheter und die atypische Anatomie der Ventrikel war das korrekte Positionieren des Conductance-Katheters entlang der Ventrikelachse teilweise sehr schwierig und aufwändig. Hierfür musste eine Zeitspanne von 10-30 Minuten gerechnet werden. Bei 4 Patienten konnte keine zufriedenstellende Position des Conductance-Katheters und somit keine ausreichende Signalqualität zur validen Messung erreicht werden. Bei 3 weiteren Patienten gelang eine zufriedenstellende Signalqualität des Conductance-Katheters nur unter Basisbedingungen, jedoch nicht unter

Einschätzung der Herzfunktion Diagnostetechniken im Vergleich

Druck-Volumenbeziehungen ist die **Conductance-Technologie im Rahmen von Herzkatheteruntersuchungen**. Durch die hierfür notwendigen großlumigen Katheter ist diese Technologie meist erst bei etwas älteren Kindern einsetzbar. Druck-Volumen-Kurven können aber auch durch **die Kombination von 3D-Echokardiographie und gleichzeitigem Einsatz eines Mini-Druckdrahtes** erstellt werden. Hier wird über einen haardünnen 0.014" Draht in der Herzkammer der Druck während des Herzzyklus gemessen und zeitgleich durch eine 3D-Echokardiographie das Herzvolumen bestimmt. **Dieses Verfahren kann auch bei Säuglingen und Kleinkindern angewandt werden und erfordert per se keine Durchleuchtung.** (Abbildung 1)

In einer früheren Arbeit konnten wir bereits zeigen, dass beide Verfahren im Tierversuch bei Herzen entsprechend der Größe von Neugeborenen und Säuglingen vergleichbar sind (Herberg et al., PLoS ONE, 11(10), 1–17; 2016).

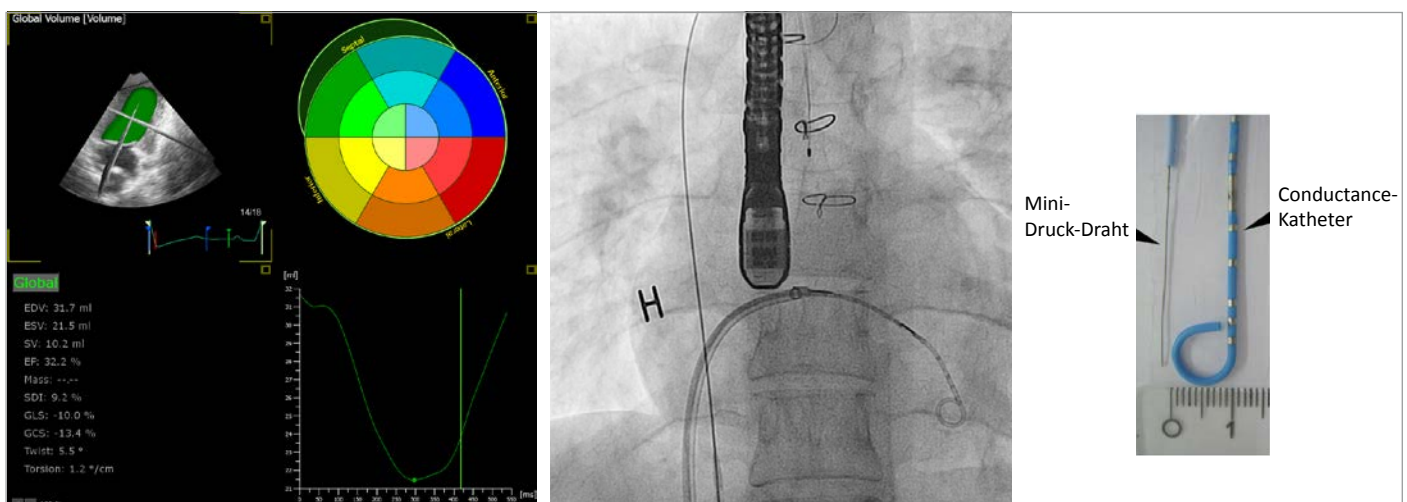


Abbildung 1: Auswertung eines 3D-Echokardiographie Datensatzes und Bild des Conductance-Katheters in der Durchleuchtung. Größenvergleich des Mini-Druckdrahtes und des Conductance-Katheters.

Dobutamingabe. Nach Ausschluss eines Patienten aufgrund von intermittierenden Rhythmusstörungen konnten wir bei 15 von insgesamt 19 Patienten zufriedenstellende Vergleichsmessungen erhalten (79%).

Eine Conductance-Messung sowohl unter Baseline-Bedingungen als auch unter Dobutamingabe gelang bei 12 von 19 Patienten mit singulärem Ventrikel (63%). Wir konnten insgesamt 24 Baseline- und Dobutamin-Messungen miteinander vergleichen.

Die Auswertung der Untersuchungen zur Erfassung der Druck-Volumenbeziehungen führte zu folgenden Ergebnissen: Die end-systolische Elastizität (Ees) als ein Maß für die Kontraktilität des Ventrikels, das vor- und nachlastunabhängig ist, nahm bei beiden Verfahren unter Dobutaminbelastung zu. Die Zeitkonstante Tau als ein Parameter für die frühe aktive Entspannung in der Diastole zeigte mit beiden Verfahren eine Abnahme als Zeichen eines positiven lusitropen Effekts des Dobutamins. (Abbildung 2)

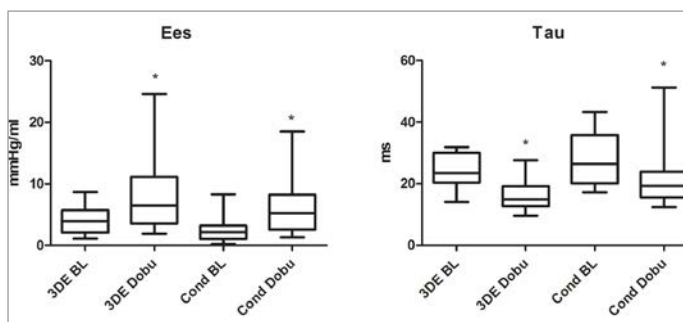


Abbildung 2: Der Boxplot zeigt die Verteilung von Ees und Tau gemessen mittels 3D-Echokardiographie und Conductance-Technik unter den beiden Zuständen Basisbedingungen und Dobutamin-Stimulation. Ees= end-systolische Elastanz; Tau= Zeitkonstante der Relaxation; BL=Basisbedingungen; Dobu= Messung unter Stimulation mit Dobutamin; 3DE= 3D-echokardiographische Messung in Verbindung mit Mini-Druckdraht-Messung; Cond= Messung mittels Conductance-Technologie; * = $p < 0,05$ zwischen BL und Dobu

Der Vergleich der aus den Druck-Volumen-Kurven gewonnenen Parameter Ees und Tau ergab in der Bland-Altman-Analyse

Ees: mean bias 2,9 mmHg/ml, limits of agreement -4,0-7,3 mmHg/ml

Tau: mean bias 7,8 ms, limits of agreement -19,9-10,8 ms

Unsere Studie zeigt, dass beide Verfahren gleichgerichtete Veränderungen unter Dobutaminbelastung wiedergeben. (Abbildung 3)

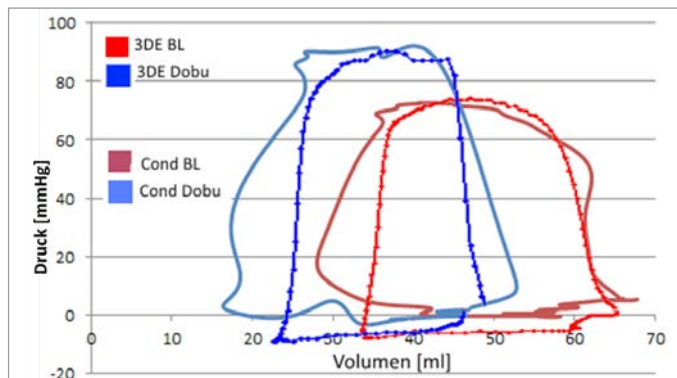


Abbildung 3: Beispiel der mittels Echokardiographie und Mini-Druckdraht-Messung und Conductance-Technologie erstellten Druck-Volumen-Kurven eines Patienten mit singulärem rechten Ventrikel. 3DE = 3D-echokardiographische Messung; Cond = Messung mittels Conductance-Technologie; BL = Baseline; Dobu = Messung unter Stimulation mit Dobutamin

Sowohl für die Echokardiographie und Mini-Druckdraht-Messung als auch für die Conductance-Messung ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Zuständen Basisbedingungen (BL) und Dobutaminbelastung (Dobu). Die absoluten Zahlen für die hier untersuchten Parameter variieren jedoch teilweise zwischen den verschiedenen Verfahren. Neben der nicht simultanen Messung kann hierbei z.B. eine Rolle spielen, dass der Conductance-Katheter zwar eine Volumenkalibration erfährt, dann jedoch ein homogenes elektrisches Feld in einem linken Ventrikel für die Berechnung der Volumenänderung annimmt. Bei singulären Ventrikeln – v.a. bei rechten singulären Ventrikeln – ist die Geometrie verändert, teilweise kann der Conductance-Katheter hier nicht genau entlang der Ventrikelachse platziert werden und auch die stärkere Trabekularisierung kann zu einer anderen Volumenabschätzung führen als sie mit der 3DE bestimmt wird. **Die Verfahren können nicht als austauschbar angesehen werden und zur Verlaufskontrolle bei einem Patienten sollte immer dasselbe Verfahren verwendet werden.**

Im Ergebnis stellen wir fest, dass die Messung mittels Echokardiographie und Mini-Druckdraht deutlich schneller, einfacher und weniger invasiv durchführbar ist und mit einer geringeren Strahlenbelastung verbunden war. Somit kann die Kombination aus 3D-Echokardiographie und Mini-Druckdraht als vielversprechende Alternative zur Conductance-Methode auch bei Patienten mit singulärem Ventrikel angesehen werden.

Durchführende Klinik:

Abteilung für Kinderkardiologie des Universitätsklinikums Bonn

Projektleitung: PD Dr. Ulrike Herberg

Abteilungsleiter: Prof. Dr. Johannes Breuer

Im Rahmen der Studie wurde u.a. folgender wissenschaftlicher Vortrag akzeptiert:

Linden K.1, Winkler C., Breuer J., Herberg U. *Pressure-volume relations in patients with single ventricle – feasibility and comparison of obtainment by 3D-real-time echocardiography and mini pressure-wire with conductance technology* Oral presentation # DGPK-V163, 50. Jahrestagung DGPK 17.-20. Februar 2018 Leipzig

kinderherzen forscht und fördert Forschungsvorhaben im Bereich der Kinderherzmedizin – mit Schwerpunkt Kinderkardiologie und Kinderherzchirurgie – und stellt im „*kinderherzen* Research Report“ Kliniken und Ärzten die Inhalte aktuell laufender sowie Ergebnisse abgeschlossener Projekte vor. Antragstellungen zu Forschungsvorhaben sind jeweils zum 31.03. und 30.09. eines Jahres einzureichen.

Impressum: V.i.S.d.P.: Jörg Gattenlöhner, Geschäftsführer der *kinderherzen* **Text:** PD Dr. Ulrike Herberg, Dr. Katharina Linden **Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats:** Prof. em. Dr. Hellmut Oelert (Sprecher), Prof. Dr. Dr. Christian Schlensak (stellv. Sprecher), Prof. Dr. Felix Berger, Prof. Dr. Oliver Dewald, Prof. em. Dr. John Hess, Prof. em. Dr. Hans-Carlo Kallfelz, Prof. Dr. Thomas Paul, Prof. Dr. Brigitte Stiller

Spendenkonto: Bank für Sozialwirtschaft

IBAN: DE47 3702 0500 0008 1242 00 | BIC: BFSWDE33XXX

Fördergemeinschaft Deutsche Kinderherzzentren e.V.

Elsa-Brändström-Straße 21 · 53225 Bonn

Tel.: +49 (0) 228 | 42 28 0-0 · Fax: +49 (0) 228 | 35 57 22

Ansprechpartnerin: Tanja Schmitz · tanja.schmitz@kinderherzen.de

www.kinderherzen.de