

Aus dem Deutschen Herzzentrum Berlin  
Charité-Universitätsmedizin Berlin

## **DISSERTATION**

Evaluation der Vorhoffunktion mit Hilfe der Gewebedoppler-Echokardiographie  
bei Patienten mit angeborenen Herzfehlern  
nach verschiedenen chirurgischen Operationsverfahren

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der

Charité-Universitätsmedizin Berlin

von

Fatima I. Lunze

aus Wladikawkas (Nordossetien), Russische Föderation

**Gutachter:**

1. Professor Dr. P.E. Lange
2. Professor Dr. R. Wauer
3. Professor Dr. H.-J. Schäfers

Datum der Promotion: 12.10.2007

# INHALTSVERZEICHNIS

Abstrakt	4
Einleitung	5
Zielstellung	5
Patienten und Methodik	6
Ergebnisse	9
Diskussion	11
Zusammenfassung	14
Referenzen	15
Selbständigkeitserklärung	18
Erklärung über Anteil an Publikationen	19
Liste eigener Publikationen	20
Danksagung	25
Lebenslauf	26

## Abstract

Die Gewebedoppler-Echokardiographie hat sich zur Beurteilung der globalen und regionalen Ventrikelfunktionen etabliert. Unsere Studien sollten erstmalig die Bedeutung dieser neuen Meßmethode zur Beurteilung der Vorhoffunktion im Zusammenhang mit der Versorgung verschiedener angeborener Herzfehler verdeutlichen.

In der *ASD-Studie* wurden 24 Patienten mit isoliertem Vorhofseptumdefekt (Alter 21,5 [6–70] Jahre) vor und nach operativem (operierte Gruppe, n=12) oder interventionellem Verschluß (Kathetergruppe, n=12) untersucht und mit 30 gesunden Kontrollpersonen verglichen. Hinsichtlich der rechten oder linken Vorhoffunktion oder der Verformungsrate (Strain Rate-SR) zeigten Patienten mit ASD keine signifikanten Unterschiede. Im rechten Ventrikel war die systolische Verformungsrate vor ASD-Verschluß signifikant erhöht ( $p = 0,001$ ). Nach Katheterverschluss gab es hinsichtlich der rechts-ventrikulären und rechtsatrialen SR keinen Unterschied. In der chirurgischen Gruppe hingegen war die atriale diastolische SR A-Welle nach Verschluß erniedrigt ( $p < 0,01$ ).

In die *Fallot-Studie* schlossen wir 50 Patienten (Alter 17,1 [6–56] Jahre) nach Korrekturoperation und 30 altersgleiche Normalpersonen ein. Bei Patienten nach Korrektur einer Fallot'schen Tetralogie ist die SR im Vergleich zu Kontrollen an der lateralen rechten Vorhofwand systolisch ( $p < 0,001$ ), frühdiastolisch ( $p < 0,05$ ) und spätdiastolisch ( $p < 0,002$ ) niedriger. Bei Fallot-Patienten mit einer mittels MRT gemessenen rechtsventrikulären Ejektionsfraktion nach Korrektur von unter 50% lag die diastolische SR des rechten Vorhofs deutlich höher als bei Patienten mit einer Ejektionsfraktion nach Korrektur von über 50% ( $p < 0,05$ ).

In der prospektiven *Fontan-Studie* wurden 36 Patienten nach Fontan-Operation untersucht und mit 30 Kontrollpersonen verglichen. Der Tei-Index als Parameter globaler Funktion war bei Fontan-Patienten signifikant höher ( $p < 0,001$ ) und somit schlechter als in der Kontrollgruppe. Die regionale Myokardverformungen (Strain) der vorderen und hinteren Wand des Univentrikels waren in der Fontan-Gruppe signifikant vermindert ( $p < 0,001$ ). Die globale Vorhoffunktion (AEAF) sowie die regionale links- und rechtsatrialen SR waren bei Fontan-Patienten signifikant niedriger als in den Kontrollen. Die regionale Vorhoffunktion, SR abgeleitete A-Welle, bei Patienten mit extra-atrialem Baffle war signifikant besser als mit intra-atrialem Baffle.

Unsere Studien konnten erstmalig die Bedeutung des Gewebedopplers zur Beurteilung der Vorhoffunktion in Zusammenhang mit der Versorgung verschiedener angeborener Herzfehler verdeutlichen. Somit konnte gezeigt werden, dass mittels Gewebedoppler abgeleitete Verformung und Verformungsraten eine quantitative globale und regionale Analyse nicht nur der ventrikulären, sondern auch der atrialen Pumpfunktion erlauben.

## Einleitung

Die Gewebedoppler-Echokardiographie (Tissue Doppler Imaging [TDI]) ist eine Methode zur Beurteilung der Myokardfunktion durch die Messung nicht nur einfacher Geschwindigkeiten und Bewegungen, sondern auch der Myokardverformung und -verformungsrate (1). Wesentlicher Vorteil der Methode ist die Darstellung nicht nur der globalen, sondern -durch Ausschluss des Effekts benachbarter Strukturen- auch der regionalen Myokardfunktion(2, 3).

Die Vorhöfe haben phasenweise während des Herzzyklus unterschiedliche Aufgaben: sie dienen während der Ventrikelsystole und isovolumetrischen Relaxation als Blut-Reservoir, während der frühen Diastole als Durchgang zu den Ventrikeln und direkt daran anschließend als kontraktile Kammer zur aktiven Unterstützung der diastolischen Ventrikelfüllung. Der linke Vorhof trägt somit bis zu 20-30% zur linksventrikulären Füllung und zum Herzzeitvolumen bei (4, 5). Chirurgische oder interventionelle Prozeduren können daher durch die Beeinflussung des Vorhofs einen einschränkenden Einfluß auf die Herzleistung haben (4).

Während herkömmliche planimetrische Methoden zur Beurteilung der Vorhofleistung lediglich eine Einschätzung der globalen Vorhoffunktion geben, vermag der Gewebedoppler auch eine Aussage über regionale Vorhoffunktion zu geben (6). Über Studien zum linken Vorhof hinaus sollte angesichts des Datenmangels auch eine Aussage zur Funktion des rechten Vorhofs bei verschiedenen angeborenen Herzfehlern getroffen werden.

Die Beurteilung der Vorhoffunktion ist nicht nur entscheidend bei der rasch steigenden Anzahl interventionelle Eingriffe am interatrialen Septum (Vorhofseptum-Schirmverschluß, Rashkind-Manoeuver). Auch die immer häufiger werdenden palliativen Korrekturen funktionell univentrikulärer Herzen durch die Fontan-Operation oder die komplexen Vitien (Trikuspidal- und Mitral-Atresie, Hypoplastisches Linksherz-Syndrom und andere) machen eine Evaluation der segmentalen Veränderungen der Vorhoffunktion notwendig.

Gegenstand unserer Studien war deshalb nicht nur die Behandlung häufiger einfacher Herzfehler wie Vorhofseptumdefekt und häufiger komplexer Vitien wie Fallotsche Tetralogie, sondern auch rein palliativ therapierbarer Herzfehler mit einem langen Beobachtungszeitraum.

Ziel der Studien war die Beurteilung der Wertigkeit dieser neuen Meßmethode in Bezug auf die globale und regionale Myokardfunktion beider Vorhöfe bei verschiedenen angeborenen Herzfehlern.

## Patienten und Methodik

### Patienten

In der *ASD-Studie* wurden 24 Patienten (Alter 21,5 [6–70] Jahre) mit isoliertem Vorhofseptumdefekt vor und nach operativem Patchverschluß mit autologem Perikard (operierte Gruppe, n=12) oder interventionellem Verschluß mit dem Amplatzer Septal Occluder (Kathetergruppe, n=12) untersucht und mit 30 gesunden Kontrollpersonen verglichen. Zwischen beiden Gruppen gab es keinen Unterschied hinsichtlich Alter ( $p=0,93$ ) oder Herzfrequenz ( $p=0,145$ ). Die durchschnittliche echokardiographisch gemessene Defektgröße lag bei  $2,6\pm 0,6$ cm in der operierten Gruppe und  $2,2\pm 0,67$ cm in der Kathetergruppe ( $p=0,11$ ). Der durchschnittliche, durch Thermodilution gemessene Qp/Qs lag bei  $2,13\pm 0,67$  in der operierten Gruppe und  $1,88\pm 0,47$  in der Kathetergruppe ( $p=0,46$ ) (7).

In die *Fallot-Studie* schlossen wir 50 Patienten (Alter 17,1 [6–56] Jahre) nach Korrekturoperation und 30 altersgleiche Normalpersonen ein. Die Patienten hatten ein geeignetes echokardiographisches Fenster, waren asymptomatisch und im Sinusrhythmus und hatten kein persistierendes Foramen ovale oder ventrikulären Restdefekt. Seit OP waren im Mittel 8,7 Jahre (1 bis 28 Jahre) vergangen. Die Korrekturoperation bestand bei 26 Patienten (52%) aus einer Rekonstruktion des rechten Ausflusstraktes mit Klappenersatz und bei 24 Patienten (48%) in einem transannulären Flicker. Von den 50 Patienten stimmten 20 einer MRT-Untersuchung zur Beurteilung der rechtsventrikulären Funktion noch am selben Tag zu. Diese Subgruppe war mit den restlichen 30 Patienten vergleichbar (8).

In der *Fontan-Studie* wurden 36 Patienten nach Fontan-Operation in einem medianen Alter von 13 Jahren (2-34 Jahre) nach einem medianen postoperativen Zeitraum von 6 Jahren (1-6 Jahre) untersucht und mit 30 bezüglich Alter und Herzfrequenz passenden Kontrollpersonen verglichen. Das mediane Alter bei Fontan-Operation lag bei 6 Jahren (1-29 Jahre). Die morphologischen Charakteristika umfassten verschiedene komplexe Herzfehler und sind ebenso wie die postoperativ aufgetretenen Komplikationen in dem Artikel im einzelnen aufgeführt. Insgesamt 25 Patienten hatten initial eine Palliativ-Versorgung erhalten: ein oder mehrere aortopulmonale Shunts in 14 Fällen, sowie in 9 Fällen ein Pulmonalarterienbanding und in zwei Fällen eine Damus-Kaye-Stansel-Operation. Zur endgültigen Fontan-Operation erhielten 23 Patienten eine totale cavopulmonale Verbindung mit extra-atrialem Baffle und 13 mit intra-atrialem Baffle.

## **Konventionelle Echokardiographie**

Alle Patienten und Probanden wurden mit einem Vingmed System Five Ultraschallgerät mit 3,5 oder 2,5 MHz-Ultraschallkopf (GE-Vingmed, Horton, Norwegen) untersucht. In Linksseitenlage wurden transthorakal Standardaufnahmen mit parasternalen, apikalen und subkostalen Blick aufgenommen. Zur Routinediagnostik gehören Farb- und Puls-Doppler des Einflussmusters über die AV-Klappen sowie der Aortenklappe, um mögliche Insuffizienzen abzuklären. Der Mitralklappen-Einstrom wurde im Vierkammer-Blick mit dem Doppler-Sample auf der Spitze der Klappe und gleichzeitiger EKG-Abnahme aufgezeichnet. Der maximale Einstrom über die Mitralklappe (E-Welle), die spätdiastolische Vorhofkontraktion (A-Welle) und die E/A -Ratio wurden über fünf Herzzyklen gemessen. Dabei wurde der Puls-Doppler-Sektor auf 1,5 mm und der Filter auf 100 Hz gestellt. Zur Berechnung des Tei-Index wurde der a-Wert (die Zeit zwischen AV-Klappen-Öffnung) und der b-Wert (die Gesamtdauer von Aortenklappenöffnung bis -schluss) gemessen. Der Tei-Index (9) wurde nach der Formel  $\text{Tei-Index} = (a-b)/b$  berechnet.

Die Fläche des rechten Vorhofs bei ASD- und Fallot-Patienten und die Fläche des gemeinsamen Vorhofs bei Fontan-Patienten wurde im Vierkammer-Blick zu Beginn der frühdiastolischen maximalen Fläche ( $A_1$ ), zu Beginn der durch die P-Welle des EKGs bezeichnete atriale Systole ( $A_2$ ) und als minimale Fläche ( $A_3$ ) am Schluss der durch das Ende des PQ-Intervalls im EKG gekennzeichneten atrialen Systole bestimmt. Bei Fontan - Patienten wurde die Fläche des gemeinsamen Vorhofs entlang des Endokards unter Ausschluß des TCPC - Baffle gemessen. Zum Vergleich wurde ebenso die atriale Funktion in der Kontrollgruppe gemessen. Die atriale aktive Ejektionsfraktion wurde nach der Formel  $[\text{AEAF}=(A_2-A_3)/A_2*100\%]$  berechnet und als Index der globale Vorhofsfunktion (8, 10) hinzugezogen.

## **Gewebedoppler**

Der Gewebedoppler wurde ebenfalls im Vierkammer-Blick mit einem engen Sektor aufgenommen. Der Winkel zwischen Myokardbewegung und Ultraschallstrahl wurde unter 30° gehalten. Zur Optimierung der Bildrate (mindestens 120 - 170 Bilder/Sekunde) wurden der zweidimensionale Farbsektor und die Tiefe entsprechend gewählt. Bei allen Patienten und Kontrollen wurde der Gewebedoppler basal, mittig und apikal auf der linken hinteren und rechten vorderen Ventrikelwand aufgenommen. Die Pixelgröße lag bei 3\*3. Myokard-Verformung und -Verformungsrate (Strain und Strain Rate) wurden über einen räumlichen Geschwindigkeitsgradienten von 9.7 mm in longitudinaler Richtung berechnet. Zur Beurteilung der regionalen Vorhoffunktion wurden Myokard-Verformung und -Verformungsrate in der Mitte

der rechten und linken lateralen Vorhofwände gemessen. Wegen der dünnen Vorhofwände wurde hier ein kleines Abnahmevolumen gewählt (10 x 2mm). Zur Messung der Myokard-Verformung und – Verformungsrate wurden die jeweiligen Profile mit Hilfe einer geeigneten Software (EchoPac PC, GE; Vingmed) offline Bild für Bild nachverfolgt. Alle Messungen wurden über drei Herzzyklen hinweg gemittelt.

### **Statistische Analysen**

Für alle Daten wurden mit Hilfe des Statistikpakets SPSS 10.0 das Mittel und die Standardabweichung errechnet. Zur Beurteilung der Unterschiede zwischen zwei unpaarigen Gruppen wurde der nonparametrische Mann-Whitney hinzugezogen. Zur Korrelationsanalyse wurde der nonparametrische Spearman– Rank- Test durchgeführt. Der Einfluss der Operationsmethode bei Fontan- Patienten, die postoperative Zeit und die Nachbeobachtungszeit der univentrikulären und atrialen Funktion wurden mit Multivarianten-Regressionsanalysen berechnet. Wir legten ein konservatives Niveau von  $p < 0,05$  als statistisch signifikant an.



## **Ergebnisse**

### **ASD II-Studie**

#### ***Regionale atriale und ventrikuläre Verformungsrate vor Verschluss***

Hinsichtlich der rechten oder linken Vorhoffunktion oder der Verformungsrate hatten Patienten mit ASD im Vergleich zu Kontrollen keine signifikanten Unterschiede. Für den rechten Ventrikel lag die maximale Verformungsrate vor ASD-Verschluss in Systole bei  $-4,02 \pm 2,79$  1/s vs. Kontrollperson bei  $-2,69 \pm 2,00$  1/s. Die rechtsventrikuläre systolische Verformungsrate war bei ASD-Patienten signifikant erhöht ( $p = 0,001$ ). Für den linken Ventrikel lag die maximale Verformungsrate vor ASD-Verschluss systolisch bei  $-1,96 \pm 1,70$  1/s vs. Kontrollperson  $-1,25 \pm 1,16$  1/s. Auch die linksventrikuläre systolische Verformungsrate war bei ASD-Patienten signifikant erhöht ( $p = 0,009$ ) (7).

#### ***Vergleich der regionalen myokardialen Verformungsrate vor und nach Verschluss in beiden untersuchten Gruppen***

Nach Katheterverschluss gab es hinsichtlich der rechtsventrikulären und rechtsatrialen Verformungsrate keinen Unterschied. In der chirurgischen Gruppe hingegen waren die rechtsventrikuläre regionale systolische Verformungsrate (vorher  $-3,67 \pm 1,43$  1/s vs. nachher  $-1,30 \pm 0,30$  1/s;  $p < 0,001$ ) und die frühdiastolische Verformungsrate (vorher  $-4,07 \pm 1,12$  1/s vs. nachher  $-1,58 \pm 0,95$  1/s;  $p < 0,01$ ) nach Verschluss erniedrigt, ebenso die atriale diastolische Verformungsrate (vorher  $-4,58 \pm 2,40$  1/s vs. nachher  $-2,31 \pm 1,52$  1/s;  $p < 0,01$ ). Ferner war in dieser Gruppe die linksatriale A-Welle nach Verschluss signifikant erniedrigt ( $p < 0,01$ ) (7).

### **Falot'sche-Tetralogie-Studie**

#### ***Standard-Echokardiographie***

Patienten nach Korrektur einer Falot'schen Tetralogie wiesen in 28% einen Gradienten von mehr als 40 mmHg über den rechtsventrikulären Ausflusstrakt auf und hatten in 88% eine milde bis moderate Pulmonalklappeninsuffizienz. Verglichen mit Normalpersonen zeigten sie ein signifikant höhere minimale rechtsatriale Fläche  $A_3$  ( $p < 0,001$ ), Fläche bei Vorhofkontraktion  $A_2$  ( $p < 0,001$ ), und maximale rechtsatriale Fläche  $A_1$  ( $p = 0,01$ ). Die rechtsatriale Ejektionsfraktion AEF war signifikant niedriger ( $p = 0,005$ ), während die Ratio aus aktiver und passiver Ejektion signifikant höher lag ( $p = 0,001$ ) (8).

### ***Rechtsatriale und rechtsventrikuläre Funktionsmessung mit der Gewebedoppler-Verformungsrate***

Bei Patienten nach Korrektur einer Fallot'schen Tetralogie ist die Verformungsrate im Vergleich zu Kontrollen an der lateralen rechten Vorhofwand systolisch ( $p < 0,001$ ), frühdiastolisch ( $p < 0,05$ ) und spätdiastolisch ( $p < 0,002$ ) niedriger. Auch die Verformungsrate der rechtsventrikulären freien Wand war in aller kardialen Herzzyklen reduziert (systolisch  $p < 0,001$ , frühdiastolisch  $p < 0,05$  und spätdiastolisch  $p < 0,001$ ). Bei Fallot-Patienten mit einer mittels MRT gemessenen rechtsventrikulären Ejektionsfraktion nach Korrektur von unter 50% lag die diastolische Verformungsrate des rechten Vorhofs deutlich höher ( $4 \pm 1,7$  1/s) als bei Patienten mit einer Ejektionsfraktion nach Korrektur von über 50% ( $-2,4 \pm 1,1$ /s;  $p < 0,05$ ) (8).

### ***Fontan-Studie***

#### ***Die regionale und globale univentrikuläre Funktion ist nach der Fontan-Operation eingeschränkt***

Verglichen mit den Kontrollen zeigten Patienten nach Fontan-Operation signifikant reduzierte regionale ventrikuläre systolische und frühdiastolische Verformungsraten an der rechtsanterioren und linksposterioren Wand ( $p < 0,001$ ). Die Gewebedoppler-Wandverformung war an beiden Kammerwänden bei Fontan-Patienten ebenfalls vermindert ( $p < 0,001$ ). Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatten sie außerdem signifikant verkürzte Austreibungszeiten ( $294 \pm 51$ ms vs. Kontrollperson  $341 \pm 55$ ms;  $p < 0,001$ ) und verlängerte isovolumetrische Kontraktionszeiten ( $42 \pm 16$ ms vs. Kontrollperson  $32 \pm 8$ ms;  $p < 0,05$ ) und Relaxationszeiten ( $82 \pm 25$ ms vs. Kontrollperson  $50 \pm 10$ ms;  $p < 0,001$ ). Dies resultierte in einem signifikant abnormal erhöhten Tei-Index ( $0,4 \pm 0,01$  vs. Kontrollperson  $0,2 \pm 0,04$ ;  $p < 0,001$ ).

#### ***Auch die regionale und globale atriale Funktion ist nach der Fontan-Operation eingeschränkt***

Gemessen an der linken und rechten Vorhofwand zeigten sich regional bei Fontan-Patienten signifikant verminderte spätdiastolische Verformungsraten im Vergleich zu Kontrollpersonen ( $p < 0,001$ ). Auch die atriale Ejektionsfraktion (AEAF) als globaler Parameter der atrialen Funktion war bei Fontan- Zirkulation signifikant reduziert ( $p < 0,001$ ).

Hinsichtlich der verschiedenen Arten von Fontan-Operationen lag die linksatriale Gewebedoppler-A-Welle signifikant höher bei Patienten mit extra-atrialem Baffle (extra-Baffle  $3,2 \pm 1,9$  1/s vs. intra-Baffle  $1,5 \pm 0,8$  1/s,  $p < 0,01$ ). Die rechtsatriale Verformungsrate zeigte sich tendenziell höher bei Patienten mit extra-atrialem Baffle (extra-Baffle  $2 \pm 1,5$  1/s vs. intra-Baffle  $1,1 \pm 0,8$  1/s;  $p < 0,06$ ). Auch nach Berücksichtigung etwaiger die linksatriale regionale Funktion beeinflussender Kofaktoren waren die Unterschiede der Gewebedoppler- A-Welle statistisch signifikant.

## **Diskussion**

Neuere Studien verdeutlichen die Bedeutung der linksatrialen Funktion bei der Füllung des eingeschränkten linken Ventrikels (11, 12). Bei der Entstehung der Herzinsuffizienz spielt der linke Vorhof eine entscheidende Rolle. (13, 14). Unklar blieb bisher allerdings die Bedeutung der Vorhoffunktion bei Dysfunktion des rechten Ventrikels, wie sie vor ASD-Verschluss, im Zusammenhang mit Korrektur einer Fallot'schen Tetralogie oder nach Fontan-Operation auftreten.

### **ASD II Studie**

Die Daten unserer ASD-Studie zeigen, dass die regionale Funktion beider Vorhöfe und des rechten Ventrikels nach chirurgischem Verschluss eingeschränkt ist, während sie nach interventionellem Verschluss erhalten bleibt.

Vor ASD-Verschluss führt der Links-rechts-Shunt zur Volumenbelastung des rechten Ventrikels (16, 17). Dies erklärt möglicherweise die von uns beobachtete regional höhere Leistung des rechten Ventrikels bei Patienten mit ASD im Vergleich zu Kontrollen. Auch die regionalen linksventrikulären systolischen Verformungsraten waren höher als die vergleichbarer Kontrollen. Dem könnte eine kompensatorische Antwort des linken Ventrikels auf den septalen Shift zugrunde liegen, der sich häufig bei Patienten mit ASD und rechtsventrikulärer Volumenbelastung findet (18, 19).

Daher reflektiert wohl die signifikant eingeschränkte regionale rechtsventrikuläre Funktion nach chirurgischem Verschluss hauptsächlich die Auswirkungen des kardiopulmonalen Bypass auf die rechtilaterale freie Wand (20). Zusätzlich könnte die rechtsventrikuläre Entlastung eine Rolle spielen, da die regionalen rechtsventrikulären Verformungsraten nach Katheterverschluss ebenfalls eine abnehmende Tendenz zeigen (16, 17). Zeitlich gestaffelte Studien müssen zeigen, ob diese Veränderungen vorübergehender Natur sind oder nicht.

Daten zur rechtsatrialen Funktion nach ASD-Verschluss fehlen bisher gänzlich. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die mittels Gewebedoppler beurteilte rechtsatriale Funktion nach chirurgischem, nicht jedoch nach interventionellem Verschluss eingeschränkt ist. Die erniedrigten rechtsatrialen Verformungsraten könnten eine eingeschränkte Ventrikelfunktion und eine erhöhte Vorhofrigidität widerspiegeln, da der Vorhof während der Ventrikelsystole und frühen Diastole keine eigene aktive Bewegung aufbringt. Die spätdiastolischen atrialen Verformungsraten in der chirurgischen Gruppe weisen eher auf eine verminderte Pumpleistung des Vorhofs selbst hin. Dem könnten eine myokardiale Beeinträchtigung durch den kardiopulmonalen Bypass, Folgen der Hypothermie, der chirurgische Schnitt oder eine herabgesetzte ventrikuläre Compliance zugrunde liegen (11, 12).

Unsere Daten zeigen, dass die regionale Funktion des linken Vorhofs nach interventionellem Verschluss erhalten bleibt, während sie nach chirurgischem Verschluss eingeschränkt ist. Der linke Vorhof kann wohl durch die Auswirkungen des kardiopulmonalen Bypass, weniger als nach interventioneller Versorgung, die anzunehmende linksventrikuläre Dysfunktion weniger kompensieren. Das mag einer der Gründe sein, warum bei älteren Patienten eine linksventrikuläre Dekompensation nach chirurgischem Verschluss häufiger berichtet wird (21, 22) als nach interventionellem (23).

### **Fallotsche Tetralogie Studie**

In der Fallot-Studie können wir zeigen, dass die atriale Pumpfunktion, ausgedrückt als aktive Vorhofejektion, bei diesen Patienten eingeschränkt ist. Ursächlich hierfür könnte der präoperativ hypoxische Zustand sein, verbunden mit dem chirurgischen Schaden auf das rechtsatriale Myokard.

In Langzeitbeobachtungen zeigt sich nach Fallot-Korrektur häufig eine rechtsventrikuläre systolische und frühdiastolische Dysfunktion aufgrund der Obstruktion des rechtsventrikulären Ausflusstraktes und der Pulmonalklappen-Insuffizienzen (24). In dieser Patientengruppe weist der rechte Ventrikel nach der Korrekturoperation sowohl regional als auch global eine eingeschränkte ventrikuläre Funktion auf (25, 26). Unsere Ergebnisse zeigen in diesen Patienten eine geringere Deformation, mit Gewebedoppler Strain Rate gemessene Verformung auch des rechten Vorhofs.

Ferner zeigen unsere Daten eine signifikant erhöhte longitudinale Verkürzung bei Patienten mit im MRT nachgewiesener eingeschränkter rechtsventrikulärer Funktion (RV-EF<50%) (8). Dies deutet auf eine im Vergleich zur Kontrollenpersonen erhöhte atriale Pumpfunktion hin und könnte einen adaptiven kompensatorischen Mechanismus des rechten Vorhofs gegen eine weitere Verschlechterung der rechtsventrikulären Hämodynamik darstellen. Ein ähnlicher kompensatorischer Mechanismus ist bei Patienten mit linksventrikulärer Einschränkung beschrieben worden (11, 12, 27).

Eine restriktive rechtsventrikuläre Physiologie, nachgewiesen durch einen anterograden Fluß über die Pulmonalarterie in der späten Diastole, ist ein wichtiges Phänomen nach Fallot-Korrektur (28, 29). Nur fünf unserer Patienten hatten eine solche restriktive rechtsventrikuläre Physiologie. Ein statistischer Vergleich der Vorhoffunktion zwischen einer restriktiven und einer nichtrestriktiven Gruppe war daher nicht möglich. Da die atriale Funktion durch seine Nachlast beeinflusst wird, gehen wir jedoch davon aus, dass eine restriktive rechtsventrikuläre Physiologie die atriale

Funktion einschränken würde. In einer solchen Situation könnte der Kompensationsmechanismus zwischen rechtem Vorhof und rechtem Ventrikel behindert werden.

### **Fontan Studie**

Beim Übergang zur Fontan-Zirkulation erlangt der Univentrikel durch eine akute Vorlastsenkung eine relative „Hypertrophie“ (30). Patienten erleiden nach einer Fontan-Operation somit eine systolische und diastolische univentrikuläre Dysfunktion (31). Die Kompensation und Unterstützung durch den linken Vorhof trägt daher entscheidend zur ventrikulären Füllung bei Patienten mit einer eingeschränkten linksventrikulären Füllung und entstehenden Herzinsuffizienz bei (11, 13).

Unsere Gewebedoppler- Daten konnten eine langfristig abnormale regionale und globale Kammer- und Vorhoffunktion nach Fontan-Operation bestätigen. Die atriale Gewebedoppler-A-Welle der freien linken Vorhofwand, welche die regionale longitudinale Verformung widerspiegelt, war in Patienten mit extra- kardialen Baffle größer als in Patienten mit intra- kardialen Baffle. Außerdem waren nicht nur die regionalen Gewebedoppler- Werte des Vorhofs, sondern auch der globale ventrikuläre Parameter – Tei- Index bei Patienten nach Fontan Operation im Vergleich zu Kontrollen deutlich eingeschränkt. Die Vorhof- und Ventrikel-Funktion zeigte bei dieser Patienten-Gruppe eine signifikant inverse Korrelation mit der Nachbeobachtungszeit. Die myokardiale Einschränkung schreitet also wohl auch noch postoperative nach Volumenentlastung durch die Operation voran.

Die regionale Reduzierung der systolischen myokardialen Wand-Verformung (Strain) durch den Baffle oder eine ventrikuläre Hypertrophie (akute Volumen-Entlastung) könnten folglich einer der Faktoren sein, die nach der Fontan-Operation zu einer globalen univentrikulären diastolischen Dysfunktion führen. Die regionalen univentrikulären Wandbewegungen und Verformungen sind an der Seite der rudimentären Kammer deutlich eingeschränkt, wie es auch bei Patienten mit hypoplastischem rudimentären rechten oder linken Herzen zu sehen ist (32). Die von uns beobachteten frühdiastolischen Störungen während der passiven ventrikulären Füllung könnten durch eine signifikant verlängerte isovolumetrische Relaxationszeit verursacht sein.

Border et al. (33) konnte zeigen, dass die univentrikuläre Relaxation eine wesentliche Rolle in der frühen postoperativen Phase spielt und direkt mit der Krankenhaus-Aufenthaltsdauer korreliert

.Auch in unserer Studie war die univentrikuläre isovolumetrische Relaxationzeit (IVRT) signifikant abnormal verlängert. Die systolische Auswurfszeit (b-Wert) war signifikant kürzer und die isovolumetrische Kontraktionszeit (IVCT) war bei Fontan-Patienten signifikant länger als in Kontrollen. Eine Einschränkung der systolischen Funktion entwickelt sich üblicherweise langsam und später in der postoperativen Phase parallel oder zusätzlich zur chronischen diastolischen Dysfunktion. Dies resultierte schließlich zu einem abnormal erhöhten Tei-Index, der auf eine abnormale globale myokardiale Funktion hinweist (34).

Der beobachtete Unterschied bezüglich der verschiedenen Fontan-Operationsarten ist nicht durch Kofaktoren wie Alter zur Operation oder zum Untersuchungszeitpunkt, univentrikuläre Morphologie oder Nachbeobachtungszeit verursacht. Die erhaltene Vorhoffunktion beim extra-atrialen Baffle bestätigt Studien, die bei dieser Operationsmethode ein geringeres Auftreten supraventrikulärer Arrhythmien beobachtet haben (37, 38). Besagte erhaltene Vorhoffunktion könnte also bei der univentrikulären Kompensation und dem Aufrechterhalten der diastolischen Funktion einen wesentlichen Beitrag leisten.

## **Zusammenfassung**

Unsere Studien konnten erstmalig die Bedeutung des Gewebedopplers zur Beurteilung der Vorhoffunktion in Zusammenhang mit der Versorgung verschiedener angeborener Herzfehler verdeutlichen.

Im Gegensatz zur Operation bleibt bei Katheterverschluss eines ASD II die atriale und rechtsventrikuläre Funktion erhalten. Nach operativer Korrektur ist sowohl bei ASD- als auch bei Fallot-Patienten die mittels Verformungsrate gemessene rechtsatriale spätdiastolische Pumpfunktion eingeschränkt.

Patienten nach Fontan-Operation zeigen eine unabhängig von der Operationsart eingeschränkte globale und regionale atriale Funktion. Die regionale atriale Funktion ist beim extra-atrialen Fontan-Conduit eher erhalten.

Somit konnte gezeigt werden, dass mittels Gewebedoppler abgeleitete Verformung und Verformungsraten eine quantitative globale und regionale Analyse nicht nur der ventrikulären, sondern auch der atrialen Pumpfunktion erlauben.

## Referenzen

1. Isaz K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pernot C. Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. *Am J Cardiol.* 1989 Jul 1;64(1):66-75.
2. Weidemann F, Eyskens B, Mertens L, et al. Quantification of regional right and left ventricular function by ultrasonic strain rate and strain indexes after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol.* 2002 Jul 15;90(2):133-8.
3. Weidemann F, Eyskens B, Sutherland GR. New ultrasound methods to quantify regional myocardial function in children with heart disease. *Pediatr Cardiol.* 2002 May-Jun;23(3):292-306.
4. Matsuda Y, Toma Y, Ogawa H, et al. Importance of left atrial function in patients with myocardial infarction. *Circulation.* 1983 Mar;67(3):566-71.
5. Mitchell JH, Gupta DN, Payne RM. Influence of Atrial Systole on Effective Ventricular Stroke Volume. *Circ Res.* 1965 Jul;17:11-8.
6. Thomas L, McKay T, Byth K, Marwick TH. Abnormalities of left atrial function after cardioversion: an atrial strain rate study. *Heart.* 2006 Jul 3.
7. Abd El Rahman MY, Hui W, Timme J, et al. Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure. *Echocardiography.* 2005 Aug;22(7):579-85.
8. Hui W, Abd El Rahman MY, Dsebissowa F, et al. Quantitative analysis of right atrial performance after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Cardiol Young.* 2004 Oct;14(5):520-6.
9. Tei C, Ling LH, Hodge DO, et al. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function--a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol.* 1995 Dec;26(6):357-66.
10. Barbier P, Solomon SB, Schiller NB, Glantz SA. Left atrial relaxation and left ventricular systolic function determine left atrial reservoir function. *Circulation.* 1999 Jul 27;100(4):427-36.
11. Prioli A, Marino P, Lanzoni L, Zardini P. Increasing degrees of left ventricular filling impairment modulate left atrial function in humans. *Am J Cardiol.* 1998 Sep 15;82(6):756-61.
12. Piotrowski G, Goch A, Wlazlowski R, Gawor Z, Goch JH. Non-invasive methods of atrial function evaluation in heart diseases. *Med Sci Monit.* 2000 Jul-Aug;6(4):827-39.
13. Kono T, Sabbah HN, Rosman H, Alam M, Stein PD, Goldstein S. Left atrial contribution to ventricular filling during the course of evolving heart failure. *Circulation.* 1992 Oct;86(4):1317-22.
14. Rossi A, Zardini P, Marino P. Modulation of left atrial function by ventricular filling impairment. *Heart Fail Rev.* 2000 Dec;5(4):325-31.

15. Hoffman JI, Christianson R. Congenital heart disease in a cohort of 19,502 births with long-term follow-up. *Am J Cardiol.* 1978 Oct;42(4):641-7.
16. Berger F, Jin Z, Ishihashi K, et al. Comparison of acute effects on right ventricular haemodynamics of surgical versus interventional closure of atrial septal defects. *Cardiol Young.* 1999 Sep;9(5):484-7.
17. Dhillon R, Josen M, Henein M, Redington A. Transcatheter closure of atrial septal defect preserves right ventricular function. *Heart.* 2002 May;87(5):461-5.
18. St John Sutton MG, Tajik AJ, Mercier LA, Seward JB, Giuliani ER, Ritman EL. Assessment of left ventricular function in secundum atrial septal defect by computer analysis of the M-mode echocardiogram. *Circulation.* 1979 Nov;60(5):1082-90.
19. Popio KA, Gorlin R, Teichholz LE, Cohn PF, Bechtel D, Herman MV. Abnormalities of left ventricular function and geometry in adults with an atrial septal defect. Ventriculographic, hemodynamic and echocardiographic studies. *Am J Cardiol.* 1975 Sep;36(3):302-8.
20. Carr-White GS, Kon M, Koh TW, et al. Right ventricular function after pulmonary autograft replacement of the aortic valve. *Circulation.* 1999 Nov 9;100(19 Suppl):II36-41.
21. Arciprete P, Vosa C, D'Angelo A, Pellegrino A, Cotrufo M. Ostium secundum atrial septal defect: is it a minor cardiac lesion? *Ital J Surg Sci.* 1983;13(2):149-52.
22. Kolibash AJ, Magorien RD, Robinson JL, Leier CV. Hemodynamic effects of vasodilator therapy in severe left heart failure combined with large atrial septal defects. *Am J Med.* 1982 Sep;73(3):439-4.
23. Ewert P, Berger F, Nagdyman N, et al. Masked left ventricular restriction in elderly patients with atrial septal defects: a contraindication for closure? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001 Feb;52(2):177-80.
24. de Ruijter FT, Weenink I, Hitchcock FJ, Meijboom EJ, Bennink GB. Right ventricular dysfunction and pulmonary valve replacement after correction of tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg.* 2002 Jun;73(6):1794-800; discussion 800.
25. Vogel M, Sponring J, Cullen S, Deanfield JE, Redington AN. Regional wall motion and abnormalities of electrical depolarization and repolarization in patients after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Circulation.* 2001 Mar 27;103(12):1669-73.
26. Davlouros PA, Kilner PJ, Hornung TS, et al. Right ventricular function in adults with repaired tetralogy of Fallot assessed with cardiovascular magnetic resonance imaging: detrimental role of right ventricular outflow aneurysms or akinesia and adverse right-to-left ventricular interaction. *J Am Coll Cardiol.* 2002 Dec 4;40(11):2044-52.



27. Yamaguchi M, Arakawa M, Tanaka T, Takaya T, Nagano T, Hirakawa S. Study on left atrial contractile performance--participation of Frank-Starling mechanism. *Jpn Circ J.* 1987 Sep;51(9):1001-9.
28. Gatzoulis MA, Clark AL, Cullen S, Newman CG, Redington AN. Right ventricular diastolic function 15 to 35 years after repair of tetralogy of Fallot. Restrictive physiology predicts superior exercise performance. *Circulation.* 1995 Mar 15;91(6):1775-81.
29. Norgard G, Gatzoulis MA, Josen M, Cullen S, Redington AN. Does restrictive right ventricular physiology in the early postoperative period predict subsequent right ventricular restriction after repair of tetralogy of Fallot? *Heart.* 1998 May;79(5):481-4.
30. Penny DJ, Redington AN. Angiographic demonstration of incoordinate motion of the ventricular wall after the Fontan operation. *Br Heart J.* 1991 Dec;66(6):456-9.
31. Cheung YF, Penny DJ, Redington AN. Serial assessment of left ventricular diastolic function after Fontan procedure. *Heart.* 2000 Apr;83(4):420-4.
32. Vitarelli A, Conde Y, Cimino E, et al. Assessment of severity of mechanical prosthetic mitral regurgitation by transoesophageal echocardiography. *Heart.* 2004 May;90(5):539-44.
33. Border WL, Syed AU, Michelfelder EC, et al. Impaired systemic ventricular relaxation affects postoperative short-term outcome in Fontan patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003 Dec;126(6):1760-4.
34. Mahle WT, Coon PD, Wernovsky G, Rychik J. Quantitative echocardiographic assessment of the performance of the functionally single right ventricle after the Fontan operation. *Cardiol Young.* 2001 Jul;11(4):399-406.
35. Weipert J, Noebauer C, Schreiber C, et al. Occurrence and management of atrial arrhythmia after long-term Fontan circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004 Feb;127(2):457-64.
36. Wong T, Davlouros PA, Li W, Millington-Sanders C, Francis DP, Gatzoulis MA. Mechano-electrical interaction late after Fontan operation: relation between P-wave duration and dispersion, right atrial size, and atrial arrhythmias. *Circulation.* 2004 May 18;109(19):2319-25.
37. Nurnberg JH, Ovroutski S, Alexi-Meskishvili V, Ewert P, Hetzer R, Lange PE. New onset arrhythmias after the extracardiac conduit Fontan operation compared with the intraatrial lateral tunnel procedure: early and midterm results. *Ann Thorac Surg.* 2004 Dec;78(6):1979-88; discussion 88.
38. Ovroutski S, Dahnert I, Alexi-Meskishvili V, Nurnberg JH, Hetzer R, Lange PE. Preliminary analysis of arrhythmias after the Fontan operation with extracardiac conduit compared with intra-atrial lateral tunnel. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2001 Dec;49(6):334-7.

## **Selbständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, Fatima Lunze, an Eides Statt, dass diese Dissertation von mir selbst und ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfasst wurde, dass die Dissertation auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig an entsprechender Stelle in der Arbeit angegeben sind.

Berlin, 09. Januar 2007

Fatima I. Lunze

## Erklärung über Anteil an Publikationen

Lunze FI, Hui W, Abd El Rhaman MY, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Preserved regional atrial contractile function following rather extra- than intra-atrial type Fontan operation - a tissue Doppler imaging study. *Clinical Research in Cardiology* 2007 (accepted)

80%: Bei dieser Publikation stammt das Studiendesign und die entsprechende Planung von mir. Ferner führte ich selbstständig die Erhebung der gewebedoppler-echokardiographischen Aufnahmen und die Auswertung der mittels Gewebedoppler abgeleiteten Parameter durch. Anschließend erstellte ich eine entsprechende Datenbank, führte die Analyse der Daten in SPSS durch und verfasste selbstständig das erste Manuskript. Außerdem erstellte ich als Kongressbeitrag eine Poster-Präsentation für den Kongress 2004 der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie.

Abd El Rhaman MY, Hui W, Timme J, Ewert P, Berger F, Dsebissowa FI, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure. *Echocardiography* 2005; 22 (7): 579-585.

20%: Hier bestand mein Anteil in der Patientenselektion, der Aquisie sowie in den Gewebedoppler-Aufnahmen und anschließenden Messungen. Anschließend Erstellung der SPSS-Datenbank und Analyse der Daten.

Hui W, Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Rentzsch A, Gutberlet M, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE.

Quantitative analysis of right atrial performance after surgical repair of tetralogy of Fallot. *Cardiol Young* 2004; 14: 1-7.

25%: Mein Anteil an dieser Arbeit bestand in der Patientenauswahl, der Untersuchung mittels konventioneller sowie Gewebedoppler-Echokardiographie. Kongressbeitrag als Poster-Präsentation in AEPC 2003

Fatima I Lunze geb. Dsebissowa

Prof. Dr. P.E. Lange

## Liste eigener Publikationen Fatima Lunze geb. Dsebissowa

### Originalarbeiten:

1. Lunze FI, Hui W, Abd El Rhaman MY, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Preserved regional atrial contractile function following rather extra- than intra-atrial type Fontan operation - a tissue Doppler imaging study.

Clinical Research in Cardiology 2006-07

2. Hui W, Abd El Rahman MY, Dsebissowa FI, Gutberlet M, Alexi-Meskishvili V, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Comparison of modified short axis view and apical four chamber view in evaluating right ventricular function after repair of tetralogy of Fallot.

Int J Cardiol 2005; 105 (3): 256-261.

3. Abd El Rahman MY, Hui W, Dsebissowa FI, Schubert S, Gutberlet M, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Quantitative analysis of paradoxical interventricular septal motion following corrective surgery of tetralogy of fallot.

Pediatr Cardiol 2005; 26 (4): 379-384.

4. Abd El Rahman MY, Hui W, Dsebissowa FI, Schubert S, Hubler M, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Comparison of the tissue Doppler-derived left ventricular Tei index to that obtained by pulse Doppler in patients with congenital and acquired heart disease.

Pediatr Cardiol 2005; 26 (4): 391-395.

5. Abd El Rahman MY, Hui W, Yigitbasi M, Dsebissowa FI, Schubert S, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Detection of left ventricular asynchrony in patients with right bundle branch block after repair of tetralogy of Fallot using tissue-Doppler imaging-derived strain.

J Am Coll Cardiol 2005; 45 (6): 915-921.

6. Abd El Rhaman MY, Hui W, Timme J, Ewert P, Berger F, Dsebissowa FI, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

Analysis of atrial and ventricular performance by tissue Doppler imaging in patients with atrial septal defects before and after surgical and catheter closure.

Echocardiography 2005; 22 (7): 579-585.

7. Hui W, Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Rentzsch A, Gutberlet M, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE.

Quantitative analysis of right atrial performance after surgical repair of tetralogy of Fallot.

Cardiol Young 2004; 14: 1-7.

### **Kongressbeiträge**

#### **2006**

8. Dsebissowa F, Klimes K, Abd El Rahman MY, Hui W, Gutberlet M, Ovrutskiy S, Alexi-Meskishvili V, Hetzer R, Lange PE, Abdul-Khaliq H, Berger F.

Evaluation of the univentricular performance early and late after modified Fontan operations: using tissue Doppler and magnet resonance imaging.

41th Annual General Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, Basel, 24.-27.05.2005. Cardiol Young 2006; 16 (Suppl 2): 60.

#### **2005**

9. Dsebissowa E, Abd El Rahman MY, Hui W, Schuck R, Yegitbasi M, Rentzsch A, Lange PE, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Bei Patienten mit angeborenem AV-Block III° und rechtsventrikulärer Stimulation kann der Gewebedoppler den atrialen Delay und die atrioventrikuläre Kopplung bestimmen.

29. Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V., Dresden, 6.-8.10.2005. Z Kardiol 2005; 94 (Suppl 2): P111.

10. Dsebissowa E, Abdul-Khaliq H, Abd El Rahman MY, Hui W, Ovrutski S, Ewert P, Alexi-Meskishvili V, Hetzer R, Lange PE, Berger F.

Evidence of atrial dysfunction in patients after Fontan operations: evaluations by tissue Doppler echocardiography.

40th Annual General Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, Copenhagen, 18.-21.5.2005. Cardiol Young 2005; 15 (Suppl 2): 22-23.

11. Abdul-Khaliq H, Hui W, Abd El Rahman MY, Rentzsch A, Dsebissowa F, Alexi-Meskishvili VV, Gutberlet M, Hübler M, Weng Y, Hetzer R, Lange PE, Berger F.

Interaktion zwischen der rechtsatrialen und rechtsventrikulären Funktion bei Patienten nach operativ korrigierter Fallot'scher Tetralogie - Eine Gewebedoppler- und MRT-Studie.

37. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie, Weimar, 1.-4.10.2005. Z Kardiol 2005; 94(9): 635.

12. Hui W, Abd El Rahman MY, Dsebissowa F, Yigitbasi M, Berger F, Lange PE, Abdul-Khaliq H.

The left atrial function in patients after corrective surgery of left sided congenital heart defects. A tissue Doppler study.

40th Annual General Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, Copenhagen, 18-21.5.2005. Cardiol Young 2005; 15 (Suppl 2): 73.

13. Klimes K, Abdul-Khaliq H, Ovrouski S, Hui W, Spors B, Rentzsch A, Dsebissowa F, Alexi-Meskishvili VV, Lange PE, Berger F, Gutberlet M.

Analyse der Vorhof- und Ventrikelfunktion bei Patienten mit univentrikulärem Herz nach Fontan Operation - MRT Studie.

37. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie, Weimar, 1.-4.10.2005. Z Kardiol 2005; 94 (9): 637.

14. Rentzsch A, Abd El Rahman MY, Hui W, Dsebissowa F, Helweg A, Gutberlet M, Lange PE, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Die Gewebedoppler Echokardiographie (TDE) liefert eine quantitative Aussage über die mittels MRT bestimmte rechtsventrikuläre Funktion bei Patienten mit D-TGA nach Vorhofumkehr.

37. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie, Weimar, 1-4.10.2005. Z Kardiol 2005; 94 (9): 637.

15. Schuck R, Abd El Rahman MY, Rentzsch A, Hui W, Dsebissowa F, Yigitbasi M, Nagdyman N, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Nachweis linksventrikulärer Asynchronie bei asymptomatischen Patienten mit kongenitalem AV-Block und rechtsventrikulärer Stimulation mittels Gewebedoppler Echokardiographie.

29. Herstattagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V., Dresden, 6.-8.10.2005.

Z Kardiol 2005; 94 (Suppl 2): P485.

16. Schuck R, Abd El Rahman MY, Rentzsch A, Hui W, Yigitbasi M, Dsebissowa F, Nagdyman N, Berger F, Abdul-Khaliq H.

Nachweis linksventrikulärer Asynchronie bei asymptomatischen Patienten mit kongenitalem AV-Block und rechtsventrikulärer Stimulation mittels Gewebedoppler-Echokardiographie.

37. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie, Weimar, 1-4.10.2005. Z Kardiol 2005; 94 (9): 645.

## 2004

17. Dsebissowa FI, Abdul-Khaliq H, Abd El Rahman MY, Hui W, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE.

Bestimmung der globalen und regionalen Funktion des univentrikuläres Herzens mittels Tei-Index und Gewebedoppler-Echokardiographie.

26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie, Weimar 9-12.10.2004. Z Kardiologie 2004; 93 (9): 730.

18. Abd El Rahman MY, Hui W, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE.

Quantitative analysis of paradoxical interventricular septal motion for corrective surgery of tetralogy of Fallot.

39<sup>th</sup> Annual Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, München, 19-22.05.2004. Cardiol Young 2004; 14 (Suppl 2): 78-79

19. Abd El Rahman MY, Hui W, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Shubert S, Lange PE.

Comparison of the tissue Doppler derived left ventricular Tei Index obtained by pulse Doppler in patients with congenital heart disease.

39<sup>th</sup> Annual Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, München, 19-22.05.2004. Cardiol Young 2004; 14 (Suppl 2): 77

20. Hui W, Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Alexi-Meskishvili VV, Gutberlet M, Hetzer R, Lange PE.

Quantative analysis of the right atrial performance in patients after repair of tetralogy of Fallot by means of tissue Doppler imaging (TDI) and magnetic resonance tomography (MRT).

39<sup>th</sup> Annual Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, München, 19-22.05.2004. Cardiol Young 2004; 14 (Suppl 2): 73.

## 2003

21. Dsebissowa FI, Abdul-Khaliq H, Abd El Rahman MY, Hui W, Alexi-Meskishvili VV, Hetzer R, Lange PE.

Value of tissue Doppler strain rate in evaluation of right ventricular function in patients following corrective surgery of tetralogy of Fallot (TOF).

38th Annual Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, Amsterdam, 28.-31.05.2003. *Cardiol Young* 2003; 13(Suppl 1): 77.

22. Abd El Rahman MY, Hui W, Abdul-Khaliq H, Rentzsch A, Dsebissowa FI, Lange PE.

Value of the novel isovolumetric acceleration in the evaluation of ventricular systolic function in patients following corrective surgery of TOF.

38th Annual Meeting of the Association for European Paediatric Cardiology, Amsterdam, 28.-31.05.2003. *Cardiol Young* 2003; 13 (Suppl 1): 34.

23. Abd El Rahman MY, Hui W, Abdul-Khaliq H, Rentzsch A, Dsebissowa FI, Lange PE.

Quantitative Beurteilung der systolischen rechtsventrikulären Funktion mittels Tissue-Doppler-Echokardiographie bei patient mit korrigierter Fallotscher Tetralogie.

52. Jahrestagung der Norddeutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, Hildesheim, 16.-18.5.2003. *Pädiatrie hautnah* 2003; 15 (Suppl 1): S31.

24. Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Dsebissowa FI, Hui W, Rentzsch A, Alexi-Meskishvili VV, Weng Y, Hetzer R Lange PE.

Mittelfristige Ergebnisse der links- und rechtsventrikulären Funktion nach Re-Implantation der linken Koronararterie (LCA) in die Aorta bei 15 Kindern mit Bland-White-Garland-Syndrom (BWG). 52. Jahrestagung der Norddeutschen Gesellschaft für Kinderheilkunde und Jugendmedizin, Hildesheim, 16.-18.5.2003. *Pädiatrie hautnah* 2003; 15 (Suppl 1): S36.

25. Abdul-Khaliq H, Rentzsch A, Abd El Rahman MY, Hui W, Dsebissowa FI, Gutberlet M, Lange PE.

Quantitative Beurteilung der systolischen Funktion des morphologisch techten Systemventrikels mittels Gewebe-Doppler-Echokardiographie (TDE). 35. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrisch Kardiologie, Weimar, 4-7.10.2003; *Z Kardiologie* 2003; 93 (9): 730.



## **Danksagung**

Recht herzlich bedanke ich mich bei meinem Ehemann, Karsten Lunze, und meinen Eltern, Ilja und Aza Dsebissow, für die moralische Unterstützung. Sie haben mir während meiner Promotionszeit immer zur Seite gestanden.

Ebenso gilt mein Dank Mohamed Abd El Rahman, Wei Hui und Professor Dr. Hashim Abdul-Khaliq für die wissenschaftliche Unterstützung, die interessante und produktive Zusammenarbeit und die Durchsicht meiner Doktorarbeit.

Schließlich gilt mein besonderer Dank Herrn Professor Dr. Peter E. Lange für seine wohlwollende Unterstützung, seine wissenschaftliche Beratung sowie für die Möglichkeit, an aus- und inländischen Kongressen und Aufenthalten teilzunehmen und mich selbst wie auch meine Vorliebe für die Wissenschaft zu fördern.

„Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.“