

7. Bestimmung der rechtsventrikulären Funktionsparameter

7.1. Vergleich von MRT und EBT

Die Bestimmung der globalen rechtsventrikulären Parameter muss mit Schnittbildverfahren erfolgen, da aufgrund der komplexen Geometrie des rechten Ventrikels kein Modell für Projektionsverfahren wie die Kardangiographie zur Verfügung steht, das dieser Form gerecht wird. Die Echokardiographie ist häufig unzureichend, da der rechte Ventrikel retrosternal liegt und ein adäquates Schallfenster in Abhängigkeit von der Konstitution des Patienten schwierig zu erhalten ist. Die MRT weist im Gegensatz dazu ebenso wie die Computertomographie prinzipielle Vorteile auf, da sie kein geometrisches Modell zur Bestimmung der Volumina und Funktionsparameter benötigen und unabhängig von individuellen Schallbedingungen sind. Die Bestimmung der rechtsventrikulären Funktionsparameter erfolgt nach demselben Prinzip wie für den linken Ventrikel. Eine Serie von zeitaufgelösten Kurzachsenschnitten von der Herzbasis bis zur Spitze, die den gesamten rechten Ventrikel abdeckt, bildet die Grundlage der Analyse. Durch Einzeichnen der endo- und epikardialen Konturen in allen einzelnen Kurzachsenschnitten können mit einem geeigneten Auswerteprogramm die kardialen Volumina (EDV, ESV und MM) berechnet werden (3D-Volumetrie). Das methodische Prinzip der Bestimmung der rechtsventrikulären Funktionsparameter ist für die MRT und EBT identisch, mit beiden Verfahren kann so unabhängig von der Geometrie der Ventrikel eine dreidimensionale Auswertung durchgeführt werden. In einer prospektiven Studie zur Evaluierung der ventrikulären Funktionsparameter haben wir 27 Patienten innerhalb von 7 Tagen mit beiden Verfahren untersucht⁹⁵ (**Originalarbeit E, Letztautor**). Dabei konnten wir eine gute Korrelation der Funktionsparameter aufzeigen, die MRT zeigte jedoch im Vergleich zur EBT geringere Werte für das enddiastolische und endsystolische Volumen (Tabellen 7 und 8).

Tabelle 7. Korrelation zwischen EBT und MRT bezüglich der rechtsventrikulären Funktionsparameter bei 27 Patienten

	R	P
EDV	0,90	< 0,01
ESV	0,94	< 0,01
SV	0,82	< 0,01
EF	0,95	< 0,01

r = Pearson Korrelationskoeffizient

p = Wahrscheinlichkeitswert

Tabelle 8. Rechtsventrikuläre Funktionsparameter mittels EBT und MRT bei 27 Patienten

	EBT	MRT	P
EDV (ml)	168,6 ± 62,3	153,7 ± 59,0	< 0,05
ESV (ml)	104,7 ± 60,4	95,1 ± 54,8	< 0,05
SV (ml)	63,2 ± 19,3	58,7 ± 19,8	> 0,05
EF (%)	40,2 ± 14,1	40,2 ± 13,6	> 0,05

Die Interobservervariabilität war für beide Verfahren vergleichbar. Schwierigkeiten in der Nachverarbeitung für die Funktionsauswertung für beide Verfahren lagen in der Definition der Basis des rechten Ventrikels, da die Trikuspidalklappenebene relativ groß und auf den Einzelschichten in der kurzen Herzachse nicht immer eindeutig abgrenzbar ist. Daher wird von Alfakih und Mitarbeitern für die rechtsventrikuläre Funktionsauswertung eine primär streng axiale Schnittführung empfohlen⁹⁶. Obwohl die Mittelwerte für die rechtsventrikulären Parameter in seiner Studie zwischen Kurzachsenschnitten und der axialen Schnittführung vergleichbar waren, liegen Vorteile der axialen Schnittführung in der höheren Reproduzierbarkeit mit geringerer Inter- und Intraobservervariabilität sowie der besseren Abgrenzbarkeit der Trikuspidalklappenebene.

7.2. Vergleich von MSCT und MRT

In den letzten Jahren hat sich die Computertomographie durch Weiterentwicklung der Mehrzeilentechnologie insbesondere auf dem Gebiet der kardialen Diagnostik etablieren können. Mit Einführung der MSCT wurden die technischen Grundlagen für die nichtinvasive Beurteilung der Koronararterien sprunghaft verbessert, so dass für die nächsten Jahre die MSCT im Vergleich zur MRT die führende nichtinvasive Methode

zur Koronariendarstellung bleibt. In weniger als 20 Sekunden können die derzeit verfügbaren Systeme das gesamte Herz in Spiraltechnik mit Schichten von weniger als einen Millimeter Dicke erfassen. Ohne erneute Datenakquisition kann dieser EKG-gegatete Datensatz zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Herzzyklus rekonstruiert und durch entsprechende Wahl der Rekonstruktionsfenster retrospektiv Bilder in der Systole und Diastole erzeugt werden. Anschließend kann durch Kontureinzeichnung eine Volumetrie zur Bestimmung der biventrikulären Funktionsparameter durchgeführt werden. In einer prospektiven Studie haben wir 25 Patienten zur rechtsventrikulären Funktionsauswertung im MSCT und MRT untersucht und die Parameter verglichen⁹⁷ (**Originalarbeit F, Letztautor**). Um eine ausreichende Definition des endsystolischen Zeitpunktes zu erzielen, konnte im MSCT mittels eines multisegmentalen Rekonstruktionsalgorithmus in Kombination mit einer individuell adaptierten Gantryrotationszeit die Akquisitionszeit in dieser Studie auf 126 ± 30 Millisekunden reduziert werden. Dadurch war es möglich, eine gute Korrelation der Parameter zu erzielen. Die Unterschiede zwischen beiden Modalitäten waren nicht signifikant. Die Tabellen 9 und 10 zeigen die Ergebnisse der rechtsventrikulären Parameter im Vergleich mit der MRT.

Tabelle 9. Mittelwerte und Standardabweichungen der rechtsventrikulären Parameter bei 25 Patienten für MSCT und MRT

	EDV (ml)	ESV (ml)	SV (ml)	EF (%)	Masse (g)
MSCT	96,2 ± 38,3	58,4 ± 31,7	37,8 ± 15,3	41,9 ± 14,7	69,4 ± 19,7
MRT	95,4 ± 41,8	55,9 ± 31,7	39,8 ± 20,2	43,3 ± 14,5	71,8 ± 21,4
<i>P</i>	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Tabelle 10. Inter- und Intraobservervariabilität für MRT und MSCT für rechtsventrikuläre Parameter

	Intraobservervariabilität		Interobservervariabilität	
	MSCT	MRT	MSCT	MRT
EDV	3,2 %	2,8 %	4,3 %	3,7 %
ESV	4,0 %	3,6 %	5,4 %	4,5 %
SV	4,2 %	6,2 %	5,8 %	7,5 %
EF	3,5 %	5,7 %	5,0 %	7,4 %
Masse	4,1 %	5,0 %	8,4 %	7,9 %

Originalarbeit E

Elgeti T, Lembcke A, Enzweiler CN, Breitwieser C, Hamm B, Kivelitz DE. Comparison of electron beam computed tomography with magnetic resonance imaging in assessment of right ventricular volumes and function. *J Comput Assist Tomogr* 2004; 28: 679-685.

Originalarbeit F

Lembcke A, Dohmen PM, Dewey M, Klessen C, Elgeti T, Hermann KG, Konertz WF, Hamm B, Kivelitz DE. Multislice computed tomography for preoperative evaluation of right ventricular volumes and function: comparison with magnetic resonance imaging. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 1344-1351.